# TECHNIK.

# CENY KSIĘGARSKIE:

| | Bez oprawy | | Z oprawą | |
|---|---|---|---|---|
| | Tom I | Tom II | Tom I | Tom II |
| Rubli . . . | 4,00 | 1,50 | 5,00 | 2,00 |
| Marek niem. | 10,00 | 3,50 | 12,50 | 5,00 |
| Koron austr. | 10,50 | 4,00 | 13,00 | 5,25 |

Po cenach powyżej podanych można będzie nabywać tom II **jedynie za zwrotem bonu, dołączonego do tomu I-go;** bez niego zaś ceny księgarskie tomu II będą równe cenom, podanym powyżej za tom I.

**Ceny za tom II podano wraz z przynależnym, oddzielnym zeszytem (Przepisy elektrotechniczne).**

# TECHNIK

## PODRĘCZNIK

OPRACOWANY WEDŁUG NIEMIECKIEGO PIERWOWZORU,

WYDAWANEGO PRZEZ STOWARZYSZENIE:

## „HÜTTE".

TOM II.

WYDANIE STARANIEM KOMITETU REDAKCYJNEGO.

SKŁAD GŁÓWNY W KSIĘGARNIACH:
GEBETHNERA I WOLFFA W WARSZAWIE
I G. GEBETHNERA I SPÓŁKI W KRAKOWIE.

—

1908.

Drukarnia Rubieszewskiego i Wrotnowskiego w Warszawie, Włodzimierska 3/5.

# Spis treści Tomu II-go.


Stronica

Przedmowa . . . . . VII
Naszym Krytykom z Przeglądu Technicznego. . . . XI
Wynik konkursu na ulepszenie słownictwa z tomu I-go. XXXV
Omyłki druku i poprawki wyrazownictwa . . . . . XLVII

## DZIAŁ ÓSMY.
### Materyały budowlane.

I. Część ogólna . . . . . 1
II. Metale . . . . . 14
III. Kamienie naturalne (rodzime) i ziemie . . . . . 78
IV. Kamienie sztuczne . . . . . 83
V. Zaprawy, wyprawy (tynki), cement, beton i t. p. . . 87
VI. Szkło. . . . . 99
VII. Szkło wodne, kity, asfalt, tektura smołowcowa . . . 102
VIII. Drzewo . . . . . 105
IX. Smary . . . . . 114
X. Skórzane pasy napędne . . . . . 120

## DZIAŁ DZIEWIĄTY.
### Miernictwo.

I. Narzędzia i przyrządy . . . . . 122
II. Użycie narzędzi i przyrządów . . . . . 140

## DZIAŁ DZIESIĄTY.
### Budownictwo.

I. Posadowienie (fundamentowanie) budowli . . . . . 149
II. Mury. . . . . 157
III. Strzechy (dachy). . . . . 169
IV. Wykończenie wewnętrzne. . . . . 190
V. Budowle poszczególne . . . . . 198
VI. Koszta i trwałość budowli . . . . . 201

## DZIAŁ JEDENASTY.
### Kolejnictwo.

I Budowa kolei. . . . . 205
II. Tabor kolejowy . . . . . 358
III. Ozysk kolei (ruch) . . . . . 426
IV. Kolejki linowe. . . . . 438
V. Kolejki nadrożne i tramwaje. . . . . 450

## DZIAŁ DWUNASTY.
### Okrętownictwo.

Uwagi wstępne . . . . . 457
I. Kadłub okrętowy. . . . . 458
II. Ożaglenie . . . . . 498
III. Pędzisze (propelery) i silniki okrętowe . . . . . 505

## DZIAŁ TRZYNASTY.
### Kuźnictwo żelaza.

I. Materyały (tworzywa) surowe . . . . . 532
II. Wytwarzanie surówki . . . . . 538

Stronica

III. Wyrób żelaza i stali . . . . . 558
IV. Walcownictwo. . . . . 567

DZIAŁ CZTERNASTY.
Ogrzewanie i przewietrzanie.

I. Przewietrzanie. . . . . 572
II. Ogrzewnictwo. . . . . 588
III. Przenikanie ciepła . . . . . 617

DZIAŁ PIĘTNASTY.
Statyka budowlana.

I. Część ogólna . . . . . 626
II. Ustroje mostowe i dachowe. . . . . 658
III. Parcie ziemi i mury wsporcze . . . . . 726
IV. Sklepienia . . . . . 733
V. Ustroje żelazno-betonowe . . . . . 755
VI. Mosty żelazne. . . . . 756
Uzupełnienia do str. 650 i nast. . . . . 781

DZIAŁ SZESNASTY.
Elektrotechnika.

I. Wstęp . . . . . 782
II. Stadła (ogniwa) galwaniczne. . . . . 802
III. Prądnice i prądniki . . . . . 807
IV. Przetwornice i przetworniki . . . . . 854
V. Przyłączanie prądnic do sieci, oraz ich miarkowanie . 861
VI. Właściwości poszczególnych rodzai prądów, oraz wybór najodpowiedniejszego z nich . . . . . 873
VII. Przewody . . . . . 878
VIII. Oświetlenie. . . . . 894
IX. Tramwaje i kolejki elektryczne. . . . . 904
X. Odgromy na budowlach . . . . . 912

DZIAŁ SIEDEMNASTY.
Gazownictwo

A. Surowce, oraz ich wydajność . . . . . 913
B. Wyrób gazu . . . . . 917
C. Zużytkowanie gazu. . . . . 925
D. Świetliwny gaz olejny . . . . . 937

DODATEK.

I. Monety, miary, wagi i t. p. w różnych krajach . . . 939
II. Wynagrodzenie za prace techniczne . . . . . 965
III. Patenty na wynalazki . . . . . 970
IV. Objaśnienia dotyczące entropii (do tomu I str. 1132 i n.) 983

SPISY ALFABETYCZNE.

Niemiecko-polski . . . . . 987
Rosyjsko-polski . . . . . 1014
Spis rzeczy tomu I i II, ułożony w porządku alfabetycznym, z podaniem stronic, oraz tłomaczenia na język rosyjski i niemiecki . . . . . 1036

OGŁOSZENIA.

# PRZEDMOWA.

Myśli przewodnie, jakie kierowały naszą pracą nad tomem I-ym TECHNIKA, nie uległy zmianie i w czasie opracowywania niniejszego tomu II-go; nie wyłuszczamy ich ponownie, odsyłając pod tym względem czytelnika do przedmowy tomu I-go. Podobnie też i sposób pracy tak Komitetu Redakcyjnego, jak i szerokiego grona spółpracowników, w niczem się nie zmienił.

Skład Komitetu Redakcyjnego, podany w przedmowie do tomu I-go, powiększył się przez przystąpienie pp. Majewskiego Wincentego, Śmitkowskiego Alfreda i Wolickiego Ignacego; grono zaś spółpracowników rozszerzyło się również, a mianowicie, oprócz 40-tu panów, wymienionych już w tomie I-ym, opracowaniem poszczególnych działów zajęli się nadto pp.: Berson Zygmunt, Jaroszyński Jan, Kossuth Ludwik, Kozierski Stanisław, Krąkowski Edward, Łatkiewicz Władysław, Pożaryski Mieczysław, Rzewnicki Jan, Siwecki Stanisław, Surzycki Stanisław i Wróblewski Witold.

Przy opracowaniu słownictwa działu X-go (Budownictwo) w pracach Komitetu brali dodatkowo czynny udział pp.: Domaniewski Czesław, Heurich Jan i Lilpop Franciszek, a całe słownictwo działu XVI-go (Elektrotechnika) opracowała oddzielna Komisya, zapoczątkowana pierwotnie przez Koło Elektrotechników przy

Sekcyi Technicznej Towarzystwa Popierania Przemysłu i Handlu, aczkolwiek w składzie, następnie nieco zmienionym. Członkami tej Komisyi dla prac nad słownictwem elektrotechnicznem TECHNIKA byli pp.. Jaroszyński Jan, Obrębowicz Kazimierz, Rzewnicki Jan, Siwecki Stanisław i Żerański Tadeusz, a nadto brali częściowy udział w jej pracach pp.: Lutosławski Maryan, Pożaryski Mieczysław i Silberstein Ludwik. Słownictwo elektrotechniczne, opracowane przez tę Komisyę, Komitet Redakcyjny zmienił (jednakże tylko w ścisłem porozumieniu się z samą Komisyą i za jej zgodą) w niektórych szczegółach, aby je lepiej dostroić do słownictwa pozostałych działów TECHNIKA.

Przy sposobności, dla uniknienia nieporozumień, zaznaczamy, że w tomie I-ym p. Procner Jan opracował z turbin parowych tylko rozdział od str. 943 do 951, podczas gdy dodatek o turbinach parowych, od str. 1136 do 1147, wyszedł z pod pióra p. Lisieckiego Stanisława.

W czasie druku działu XI-go (Kolejnictwo) pojawiło się nowe (XIX-te) wydanie niemieckiego podręcznika „Hütte"; uwzględniliśmy je jak najszerzej przy opracowaniu drugiej połowy wspomnianego działu, jakoteż i działów następnych. Jednakże przepisy elektrotechniczne, podane w tem najnowszem wydaniu, uległy już znów zupełnej zmianie. Wobec takiej niestałości wspomnianych przepisów uznaliśmy za właściwe, niewłączać ich do tomu II-go, lecz dodać je w oddzielnym zeszycie, aby, w razie ponownej zmiany, łatwiej było je zastąpić przepisami nowo wydanymi.

Alfabetyczne spisy ważniejszych wyrazów technicznych z obydwóch tomów łącznie podajemy na końcu tomu niniejszego, a układ tych spisów jest w zasadzie podobny do zastosowanego w tomie I-ym. Mimo całej

zwięzłości w układzie i mimo drobnego druku, spisy te zajmują jednak $^1/_{10}$ część całego tomu II-go: więcej miejsca na ten cel poświęcić nie mogliśmy i dlatego też nie mogliśmy uczynić zadość życzeniom, z różnych stron wypowiadanym, aby już do tomu II-go dołączyć *kompletne* spisy wyrażeń technicznych, mieszczących się w TECHNIKU.

Wyniki konkursu, ogłoszonego na ulepszenie słownictwa technicznego, zastosowanego w tomie I-ym TECHNIKA, podajemy poniżej. Względnie dość skromne owoce tego konkursu odwiodły nas od pierwotnego zamiaru, aby ogłosić konkurs ponowny przy ukazaniu się tomu niniejszego. Niezależnie jednak od niedochodzącego do skutku konkursu upraszamy czytelników naszych o łaskawe nadsyłanie nam swych uwag nad słownictwem, a również i nad samą treścią podręcznika, z których to uwag skorzystalibyśmy przy następnem wydaniu TECHNIKA; byłoby bowiem rzeczą wielce pożądaną, aby w wydaniach następnych TECHNIK stał się podręcznikiem, opracowanym bardziej samodzielnie przez techników polskich w sposób podobny, jak Czesi pierwotne tłomaczenie niemieckiej „Hütte“ w dalszych wydaniach przekształcili na samodzielnie opracowany podręcznik czeski. W niniejszem wydaniu pierwszem, wobec ogromu pracy nad słownictwem, i aby na nie całą skierować uwagę, zmiany treści pierwowzoru musieliśmy z konieczności ograniczyć do rzeczy najniezbędniejszych.

W wydawnictwie naszem rzucamy do uznania szerokiemu kołu Techników polskich kilka tysięcy nowych, a swojskich wyrażeń technicznych. Oczywiście, że wśród tak wielkiej ich liczby zakraść się musiało i wiele wyrazów mniej właściwych, a nawet zupełnie może nie-

odpowiednich. Rzeczą szerokiego grona techników, a zwłaszcza naszych czytelników, będzie właśnie ocena, które z tych wyrażeń zasługują na ostateczne wcielenie do skarbnicy naszego języka technicznego, a które z nich trzeba jeszcze poprawić lub zupełnie usunąć. Przed przystąpieniem do pracy nad drugiem wydaniem TECHNIKA nieodzownem będzie, poddać przedewszystkiem surowemu, lecz bezstronnemu sprawdzeniu cały ten zapas wyrażeń technicznych, aby się do nowego wydania przedostały tylko te, które istotnie na to zasługują; a natenczas to drugie wydanie mogłoby już stanowić poważny krok ku ustaleniu naszego słownictwa technicznego.

Jeżeliby z tych tysięcy nowych wyrażeń chociaż połowa, a nawet znacznie mniejsza ich część, przeszła do skarbca naszej mowy technicznej, to i w takim razie ośmioletniej naszej pracy nie uznalibyśmy jeszcze za płonną, lecz za wartą tych wysiłków, jakie w nią wkładaliśmy.

*Komitet Redakcyjny TECHNIKA.*

Warszawa, w maju 1908 r.

# NASZYM KRYTYKOM

## z „Przeglądu Technicznego".

Z powodów poniżej wyłuszczonych mogę dopiero obecnie odpowiedzieć na ważniejsze zarzuty krytyk, jakie się pojawiały w Przeglądzie, a dotyczyły tomu I-go TECHNIKA.

I.

Za czysto rzeczową krytykę naszego słownictwa możemy p. S. Kossuthowi *) wyrazić tylko nasze uznanie; jest to w każdym razie przyczynek do wyjaśnienia spraw naszego słownictwa. Natomiast z krytyką tą złączył p. K. dwa zarzuty natury odmiennej, nie dotyczące już słownictwa, a zasługujące z powodu swej niesłuszności na odparcie:

Pierwszy taki zarzut mieści się w rozdziałach wstępnych, dotyczy postępowania Komitetu Redakcyjnego TECHNIKA, a streszcza się w tem, że przed wprowadzeniem nowych wyrażeń do TECHNIKA Komitet powinienby był poddać je ocenie szerszego ogółu. Komitet sam uznawał pożyteczność takiego kroku i w roczniku 1902 Przeglądu Technicznego rozpoczął ogłaszanie szeregów wyrażeń projektowanych, wraz z motywami. Przegląd bowiem, jako jedyne ogólno-techniczne pismo polskie w zaborze rosyjskim, był też prawie jedyną możliwą areną dla tego rodzaju dyskusyi i miał nawet

*) Przegląd Techniczny 1906, str. 118 i dalsze, oraz w oddzielnej odbitce.

obowiązek trzymania swych łamów dla niej otworem. Sam jednak Szan. Krytyk, identyfikując się poniekąd z Redakcyą Przeglądu, w rozdziale I pisze: „Redakcya naszego pisma zajęła względem procedury słowotwórczej Komitetu Red. Technika stanowisko odporne“. Istotnie, stanowisko to było nietylko odporne, lecz zamykało wprost łamy pisma dalszemu publikowaniu projektowanych wyrażeń naszych.

Aczkolwiek już wówczas „odporność“ Redaktora Przeglądu względem naszego słownictwa nie była dla nas tajemnicą, ogłaszaliśmy jednak we wrogim nam Przeglądzie projektowane wyrażenia, a to jedynie w celu wywołania dyskusyi szerszych kół, nie zaś w celu otrzymywania wyłącznie tylko dobrze nam znanych zapatrywań samego Redaktora Przeglądu, który atoli, nie pozwalając wypowiedzieć się uprzednio czytelnikom swego pisma, zaopatrywał niezwłocznie każde prawie nasze wyrażenie w obszerną swą uwagę odsyłaczową, co nie mogło nie zniechęcić czytelników Przeglądu do zabierania głosu. Taki niezwykły sposób podawania materyału do dyskusyi, niepraktykowany nawet w tymże samym roczniku Przeglądu wobec osób innych, występujących również z propozycyami słownictwa, chybiał zatem zupełnie swego celu. Mimo to bylibyśmy i nadal ogłaszali wyrażenia, projektowane do TECHNIKA, gdyby sam Redaktor Przeglądu nie był nam wreszcie tego wprost uniemożliwił: Między licznymi zarzutami, stawianymi w owych uwagach odsyłaczowych Redaktora Przeglądu, a których bezpodstawność z łatwością dała się wykazać, pozostał spornym jeden, dotyczący błędnej jakoby naszej pisowni wyrazu „*zasówka*“. Kwestyę tę, między innemi, poddał Redaktor Przeglądu orzeczeniu Redakcyi Słownika Polskiego, która oświadczyła się za pisownią „*zasuwka*“, co zresztą nie mogło mię dziwić, gdyż ta sama Redakcya wprowadziła i pisownię „*dwuch*“ zamiast „*dwóch*“.

Ponieważ prawidła pisowni są w znacznej mierze czysto konwencyonalne, więc ustanawiać je powinna tylko najwyższa Instytucya naukowa danego narodu,

u nas zatem Akademia Umiejętności. Do niej się też zwróciłem w tej kwestyi spornej i otrzymałem jej orzeczenie, że należy pisać „*zasówka*“. Jednakże umieszczenia w Przeglądzie mej odpowiedzi, zawierającej w sobie owo orzeczenie Akademii, a więc odpowiedzi, która unicestwiała ostatecznie zarzut błędnej jakoby naszej pisowni, Przegląd odmówił, przecinając mi przez to zarazem nietylko możność dalszego umieszczania w Przeglądzie projektowanych dla TECHNIKA wyrażeń, lecz nawet wogóle możność zabierania głosu w Przeglądzie, przynajmniej do czasu, dopóki nim kieruje Redakcya, nieuznająca obowiązku umieszczenia odpowiedzi na swe bezpodstawne zarzuty, nawet odpowiedzi z orzeczeniem najwyższej naszej Instytucyi naukowej, gdy orzeczenie to przyćmićby mogło aureolę nieomylności, jaką się w danym razie Redakcya otoczyć chciała.

Wina zaprzestania w Przeglądzie dalszego ogłaszania naszych wyrażeń, projektowanych dla TECHNIKA, nie może zatem obciążać Komitetu Redakcyjnego TECHNIKA i jestem przekonany, że, gdyby p. K. był znał szczegóły powyżej wyłuszczone, to nie byłby wogóle w swej krytyce stawiał owego zarzutu, a gdyby go był postawił, to byłby go przynajmniej skierował pod właściwym adresem, a więc do Redakcyi Przeglądu, która zajęła stanowisko tak dalece „odporne“ względem TECHNIKA.

*

Zarzut powyższy w krytyce p. Kossutha dotyczył tylko postępowania Komitetu; drugi jest natury o wiele poważniejszej: Pod koniec swej krytyki, w rozdziale XIX, p. K. zestawia aż w jedenaście szeregów rzekome błędy gramatyczne, popełniane przez TECHNIKA. Gdyby się w istocie łamy TECHNIKA miały w ten sposób roić od błędów gramatycznych, to jakąż wartość mogłoby posiadać słownictwo, wytworzone przez grono nieuków gramatycznych, a przynajmniej wytworzone pod przewodnictwem nieuka gramatycznego, który z taką nieznajomością gramatyki śmiał redagować TECHNIKA?

Gdyby owe zarzuty miały istotnie być słuszne, musiałyby one poderwać wszelkie zaufanie do słownictwa TECHNIKA, a więc do całej treści naszej pracy. Dlatego też na te zarzuty muszę dać odpowiedź bardziej wyczerpującą.

Z owych 11-tu szeregów zarzutów załatwię się nasamprzód z Nr. 3, 5, 6, 10 i 11, które dotyczą rzekomo wadliwych nowotworów.

Wyraz „*cierny*“ (zarzut 3), wzorowany na „*zacierny*“, uważa Sz. Krytyk za „błędny“, a jednak wyraz ten zyskał pełne uznanie gramatyka z zawodu, prof. A. A. Kryńskiego, i to tak pod względem prawidłowego wytworzenia, jak i właściwego oddawania pojęcia, którego ma być znamieniem.

*Wypęczenie* (zarzut 5) chciałby Sz. Krytyk zastąpić *wypęcznieniem* — *sprężenie*, *sprężnieniem*, uważając pierwsze z tych postaci za „błędne“. „*Wypęczenie*“ wyprowadziliśmy nie od „*pęcznieć*“, lecz od nowotworu „*pęczyć*“, którym oznaczyliśmy czynność, zwaną zazwyczaj przez kowala „*sztachowaniem*“ żelaza. *Sprężanie* i *sprężenie* wywodzi się od *sprężać* i *sprężyć*, a nie od *sprężniać* i *sprężnić*. Podobnie mamy z dawien dawna w języku od *naprężać*, *naprężyć* wyrazy *naprężanie* i *naprężenie*, któreby zatem Sz. Krytyk musiał również chcieć przekształcić na *naprężnianie* i *naprężnienie*, a tego chyba sam wymagać nie będzie.

Zarzut 6 brzmi: „Nowotwór *utwardzony* żadnego nie ma gramatycznego uzasadnienia“. Wytworzenie tego pożytecznego wyrazu Sz. Krytyk przypisuje nam niesłusznie: niestety nie nasza to zasługa. Wyraz ten od dawna należy już do skarbca naszej mowy (por. Słownik Lindego) i ma pełne uzasadnienie gramatyczne, jako prawidłowo wytworzony z szeregu: *twardy*, *twardzić* i *twardnieć*, *utwardzać* i *utwardzić* i t. d.

W zarzucie 10, we wyrażeniu „drogi tłoka *przynależne* kątowi korby“, Sz. Krytyk chce koniecznie wyraz „*przynależne*“ zastąpić wyrazem „*odpowiednie*“. Jest to poniekąd rzecz gustu, ja wolę pozostawić „*przynależne*“, jako niedwuznaczne, podczas gdy wyraz „*od-*

*powiednie*“ posiada pozatem szereg dalszych znaczeń, jako to: *przystosowane, właściwe, odpowiadające celowi lub przeznaczeniu* i t. p. Co za chaos pojęć wprowadzilibyśmy do książki technicznej, gdybyśmy nadto, w myśl zarzutu 11 Sz. Krytyka, tymże przymiotnikiem „*odpowiedni*“ zastąpili jeszcze i wyraz „*specyalny*“, a to w celu uniknięcia niemiłego Sz. Krytykowi nowotworu „*swoisty*“. Taka dążność do wyrażania najrozmaitszych pojęć jednym i tym samym wyrazem jest dążnością do zubożania języka. A że obowiązkiem naszym jest raczej jego wzbogacanie, więc nie wahaliśmy się wprowadzać do TECHNIKA nawet prowincyonalizmów i wyrażeń z ust ludu, z zastrzeżeniem, aby były dobre i prawidłowe, a przydatne, potrzebne i nierażące. A stosowaliśmy takie wyrazy nieraz celowo nawet tam, gdzieby się bez nich było można obyć, aby czytelników do takiego wyrazu przyzwyczajać, aby ich z nim oswoić. Dotyczy to między innymi i wyrazu „*ponajczęściej*“, który (obok *zazwyczaj, zwykle, niejednokrotnie, nieraz, często, najczęściej* i t. p.) jest bardzo pożądanym nabytkiem, wyrażającym pewien, nieco odmienny odcień częstotliwości.

Jakikolwiek nowotwór na pojęcie niemieckiego „*zuverlässig*“ jest prawie nieodzowny: wprowadziliśmy w tym celu wyraz „*zaufny*“ (*zaufność* i t. d.), ponieważ przymiotnik „*pewny*“, oprócz znaczenia pokrewnego *niezawodnemu, niewątpliwemu* lub *określonemu* posiada jeszcze znaczenie inne, od niewątpliwości bardzo dalekie, a mianowicie znaczenie *niejakiego, niektórego*. Czyż wreszcie pod względem prawidłowości wytworzenia można cośkolwiek zarzucić nowotworowi „*zaufny*“ i czy nie oddaje on należycie znaczenia, któreśmy mu nadali?

W tymże zarzucie 11-ym formę „*usieść*“ (zapewne zamiast *usiąść*) Sz. Krytyk nazywa przestarzałą, a jednak trwa ona dotychczas w języku. W ostatnich czasach istotnie pojawiła się pewna dążność do zastąpienia czasownika pierwotnego „*sieść*“ przez „*siąść*“, lecz nie jego pochodnych. Jednakże jeszcze Linde stawia nawet „*sieść*“ na pierwszem miejscu przed „*siąść*“, a przy po-

chodnych jak „*osieść, obsieść, przysieść, usieść*“ podaje on właśnie tylko te postaci, które zdaniem Sz. Krytyka mają być błędne, a nie wspomina nawet o drugich postaciach, jako to: „*osiąść, obsiąść, przysiąść usiąść*“.

Wadliwości nowotworów dotyczy zarzut, nieopatrzony numerem, a mieszczący się poniżej zarzutu Nr. 11, i mianujący rusycyzmem (*srok*) wyrażenie „*zrok*“ w znaczeniu samego terminu, albowiem, jak pisze Sz. Krytyk, „starodawny ten wyraz oznacza umówione (zrzeczone, zroczone) miejsce i czas spotkania“. Określenie powyższe zapożyczono prawie żywcem z Lindego, który pisze: „Zrok, zrzeczone, zroczone, umówione miejsce i czas do widzenia się“. W istocie jednak zrok oznacza termin zroczony, czyli umówiony lub naznaczony, i podobnie jak sam termin może też i on oznaczać albo tylko czas, albo łącznie i miejsce i czas. O czysto czasowem znaczeniu tego źródłosłowu świadczy chociażby *rok, odroczyć* i t. p., również i *roki*, w znaczeniu kadencyi. Najprościej jednak odpowiem Sz. Krytykowi słowami Piotra Chmielowskiego, niezaprzeczonego znawcy języka, podając ze str. 40 jego Stylistyki Polskiej (wyd. 1903) cały ustęp tego wyrazu dotyczący:

„Oddawna przyjętym i ogólnie używanym wyrazem jest *termin*. Ma on kilka znaczeń; mówimy, że chłopiec jest w terminie u szewca, stolarza i t. p.; używamy tegoż samego słowa na oznaczenie pojęcia naukowego (*eufonia, proporcya* i t. p. są to terminy naukowe); termin oznacza także umówiony czas (dzień i godzinę), w której czynność jaka ma być załatwiona, np. termin zapłaty długu i t. p. W tem ostatniem znaczeniu bardzo odpowiednim byłby wyraz staropolski: *zrok* (od źródłosłowu zrzec), samem pochodzeniem swojem wskazujący, że idzie tu o wzajemne porozumienie się co do czasu. Tym sposobem wieloznaczny wyraz cudzoziemski, przynajmniej w jednym odcieniu, zostałby usunięty.“

Wyraz *zrok* w znaczeniu terminu postanowiliśmy wprowadzić do TECHNIKA jeszcze przed pojawieniem się Stylistyki Polskiej i zupełnie od niej niezależnie, a nadaliśmy mu znaczenie szersze, gdyż oprócz czy-

sto czasowego, jak chce Chmielowski, również i znaczenie jednocześnie i czasu i miejsca wyznaczonego, jak chce Linde, a z nim i Sz. Krytyk.

Przechodząc do zarzutów, które dotyczą już istotnie prawideł gramatycznych, załatwię się nasamprzód z zarzutami Nr. 2 i 4, jako z zarzutami względnie mniejszej doniosłości:

W zarzucie 2 wytyka nam Sz. Krytyk „zastosowanie liczby mnogiej do wyrazów, które, jako oznaczające zbiorowość, liczby mnogiej nie tworzą, np. *paliwa* od wyr. „*paliwo*“. Zasada słuszna, lecz wadliwie przystosowana: dopóki *paliwo*, *woda*, *piwo*, *wino* i t. p. oznaczają przedmiot zbiorowy, nie mogą oczywiście mieć liczby mnogiej, lecz gdy przez nie oznaczyć zamierzamy różne rodzaje danych przedmiotów, mówimy zupełnie poprawnie: *wody mineralne*, *piwa zagraniczne*, *wina francuskie* i t. p., a więc również i *paliwa różnego gatunku*. W takim też tylko znaczeniu paliw różnorodnych, stosowano liczbę mnogą tego wyrazu na stronicach TECHNIKA, przez Sz. Krytyka wskazanych.

W zarzucie 4 Sz. Krytyk uważa formę czasownikową „*wykonują*“ za *prowincyonalizm* galicyjski i to jest jedyny z całego długiego szeregu zarzutów, który jest poniekąd słuszny. Forma ta, aczkolwiek przez gramatyków przeważnie nieuznawana, jest jednakże prowincyonalizmem nietylko galicyjskim, lecz zarazem i wielkopolskim, czyli jest ona w ustach połowy narodu. Tak szeroko rozprzestrzeniony prowincyonalizm przestaje już prawie zasługiwać na miano prowincyonalizmu. W czeskiem nasz czasownik *wykonywać* brzmi i dziś jeszcze „*wykonawati*“, a końcówka *awać* wskazywałaby na pierwotną prawidłowość zakończenia *ują*, albowiem czasowniki polskie, zakończone pierwotnie na *awać*, a następnie dopiero w zakończeniu swem przekształcone na *ywać*, mają i obecnie jeszcze w 3 osobie czasu teraźniejszego zakończenie *(u)ją*. Sądząc zaś z dzisiejszej formy czeskiej, czasownik ten prawdopodobnie miał ongi i w polskiem końcówkę *awać*, stąd i to szerokie rozprzestrzenienie końcówki *ują*.

Pozostają jeszcze cztery, pozornie najdotkliwsze zarzuty, a mianowicie: „błędne przypadkowanie“ (zarzut 1), „błędny rząd wyrazów“ (zarz. 7) „błędny szyk“ (zarz. 8) i wreszcie „błędna pisownia“ (zarz. 9), którym, wobec tak hojnego szafowania przymiotnikiem „*błędny*“, poświęcę stosunkowo więcej miejsca, aby dobitnie wykazać, kto popełniał owe błędy gramatyczne, TECHNIK, czy Sz. Krytyk.

Zarzut Nr. 1: „Błędne przypadkowanie“ widzi Sz. Krytyk w postaciach: a) *wała* zamiast *wału*; b) *zawora* zam. *zaworu*; c) *wieńcy* zam. *wieńców*; d) *osie* zam. *osi*. Niechaj za mnie odpowie Gramatyka języka polskiego A. A. Kryńskiego (II wyd., Warszawa 1900 r.):

a) i b) Kryński na str. 53 pisze: „Dzisiaj, ściśle biorąc, nie masz prawidła, orzekającego dokładnie, które rzeczowniki mają w dopełniaczu zakończenie *a*, a które *u*.“ Jednakże na stronicy następnej zaleca on *a* dla nazw przedmiotów oddzielnych, narzędzi i t. p., natomiast *u* dla rzeczowników zbiorowych, oznaczających masę i t. p. Słusznie zatem piszemy w TECHNIKU: *zawora*, *wała silnikowego* (niem. Welle), lecz *wału nadbrzeżnego* (niem. Wall, Damm), której to różnicy Sz. Krytyk widocznie zupełnie nie odczuł.

c) Kryński o rzeczownikach męskich, zakończonych na osnowną spółgłoskę miękką lub ze zmiękczonej powstałą, a więc na *j*, *l*, *ń*, *c*, *dz*, *cz*, *rz*, *ż*..., oraz o ich zakończeniach dwojakich w dopełniaczu l. mn. na *ów* lub *y* (względnie *i*), na str. 68 pisze:

„Każda z przywiedzionych tu form podwójnych jest jednakowo uprawniona w języku; tym samym zalecanie w piśmie lub mowie jednej z nich, a unikanie lub potępianie drugiej nie ma żadnej słusznej podstawy“.

d) Kryński na str. 106 podaje obydwie postaci mianownika l. mn.: „*wsi* i *wsie*, *osi* i *osie* i t. p. jako prawidłowe, chociaż zaznacza, że końcówka *ie* powstała później przez upodobnienie.

Nadto w tymże ustępie Sz. Krytyk uznaje, że wprawdzie pisanie: „*punkta* nie stanowi błędu, ale coraz bardziej wychodzi z użycia“. Kryński natomiast na

str. 66 twierdzi, że *punkta* i *punkty* „i w dzisiejszym języku używają się w obu postaciach bez żadnej różnicy w znaczeniu“. Stawia on w przykładach nawet postać *punkta* na pierwszem miejscu, a *punkty* na drugiem, co jednak może jest zupełnie przypadkowe i nie chcę też bynajmniej z tego już wnioskować, jakoby postać *punkta* chciał był uważać za lepszą; w każdym razie jest to przynajmniej wskazówką, że nie uważa jej za gorszą.

W TECHNIKU stosowaliśmy zupełnie świadomie i celowo obydwie postaci: *końcy* i *końców*, *wieńcy* i *wieńców*, *punkta* i *punkty* i t. p., aby tym z czytelników naszych, którzyby, podobnie jak to czyni Sz. Krytyk, jedną z tych postaci mieli uważać za błędną, przypominać na przykładach, że tak jedna jak i druga jest jednakowo uprawniona. Natomiast, by uniknąć dwuznaczności, daliśmy pierwszeństwo postaci „*osie*“ dla mianownika, biernika i wołacza l. mn., a to z tego powodu, że postać „*osi*“ istnieje już w 4-ch innych przypadkach (dopełniaczu, celowniku i miejscowniku l. p., oraz w dopełniaczu l. mn.), w których nie da się zastąpić inną. I Sz. Krytyk zechce zapewne przyznać, że nie może być rzeczą pożądaną, aby aż siedem przypadków (w obydwóch liczbach) było jednobrzmiących, a zwłaszcza w rzeczowniku „*oś*“, który nietylko tak często pojawiać się musi na ustach technika, ale który nadto obarczony jest jeszcze tak niedogodną dwuznacznością, że określać nim musimy i materyalną *oś* (np. wagonu) i jej *oś* matematyczną. Jak najstaranniejsze unikanie dwuznaczności zaleca się zwłaszcza w języku technicznym, który bardziej niż język literacki lub potoczny powinien dążyć do możliwie niedwuznacznego wyrażania się, przynajmniej w granicach, przez prawa językowe dozwolonych.

Zarzut 7 (rząd błędny): Zdaniem Sz. Krytyka „*rozrząd suwakami*“ ma być błędny, a „*rozrząd suwaków*“ jedynie prawidłowy, jak gdyby jeden rzeczownik z drugim mógł się łączyć nie inaczej jak tylko za pośrednictwem dopełniacza. Gdybyśmy posłuchali rady Sz. Krytyka i wprowadzili zmianę przez niego wskazaną,

BIBLIOTEKA OKRĘGOWA

wprowadzilibyśmy wielką nielogiczność do TECHNIKA. Zwroty potępiane przez Sz. Krytyka mieszczą się bowiem w nagłówkach poddziałów rozdziału „*Rozrząd pary w silnikach*“, rozpoczynającego się na str. 881. Mamy w nim poddział: „*II Zwykły rozrząd suwakowy*“, t. j. rozrząd pary za pośrednictwem zwykłych suwaków; poddział „*III. Rozrząd suwakami do zmiennego rozprężania*“, a w nim dalsze ustępy: a) *Rozrząd jednosuwakowy* i b) *Rozrząd suwakami dwoistymi*“. Gdybyśmy w owych dwóch nagłówkach, przez Sz. Krytyka potępionych, wyraz „*suwakami*“ zastąpili przez „*suwaków*“, to *rozrząd suwaków* mógłby oznaczać tylko ich przesuwanie za pośrednictwem mimośrodu lub t. p., a tymczasem wyraz rozrząd dotyczy tu wyłącznie tylko *rozrządu pary* w silniku, a rozrząd ten dokonywa się za *pośrednictwem suwaków*, czyli *suwakami*.

Podobnież jakoby błędnym ma być zwrot TECHNIKA: „Prędkość miarkuje się *od* miarkownika“ i jedynie prawidłowem ma być zastąpienie przyimka *od* wyrazami „*za pomocą*“ lub „*za przyczyną*“. A jednak na oznaczenie przyczyny i źródła, z którego przyczyna powstaje, język zna wyrażenia w rodzaju poniższych: plamy *od* żelaza; zginął *od* kuli; ubranie zniszczone *od* deszczu i t. p. Dawny język nasz stosował nawet zwroty: syn *od* matki ukochany i t. p.

TECHNIK rozróżnia: silnik *na* paliwo lotne, silnik *do* młyna, silnik *dla* właściciela gorzelni. W pierwszem znaczeniu Sz. Krytyk uważa jednak przyimek „*na*“ za błędny i chce go koniecznie zastąpić przez „*do*“ lub „*dla*“, nie bacząc na to, że „*na*“ oddaje dobrze znaczenie wypełnienia się, względnie pracowania owem paliwem lotnem, na wzór zwrotów: zbiornik *na* wodę; kocioł *na* wysokie ciśnienie i t. p. Tak samo ze szeregu określeń poszczególnych punktów w turbinie (str. 818) Sz. Krytyk uznał „*dopływ w rurę*“ za błąd, żądając jego zastąpienia przez „*dopływ do rury*“. W celu ściślejszego wyróżnienia miejsca, gdzie się rura właśnie zaczyna, określiliśmy je wyrażeniem „*dopływ w rurę*“, albowiem „*dopływ do rury*“ może również oznaczać ilość wody, płynącej *zdala* do owej rury. Wszakże nawet Sz.

Krytyk nie zechce poczytać za błędne zdania, pokrewnie wyróżniającego miejsce oddalone od bliższego: „Zjazd *do* doliny (t. j. ku dolinie) był prawie karkołomny i dopiero przy zjeździe *w* samą dolinę droga stała się mniej stromą i jako tako bezpieczną“. Tego rodzaju cieniowanie kierunków i miejsca nie jest bez pożytku dla ścisłości wyrażania się.

Zarzut 8 (Błędny szyk) dotyczy rzekomo niewłaściwego stawiania przymiotników przed rzeczownikiem, a więc: „*główny wał silnika*“ ma być błędem, a jedynie prawidłowym ma być szyk zdania: „*wał główny silnika*“. Któżto śmiał nałożyć naszemu językowi takie pęta, aby, na wzór niemieckiego, musiał stawiać przymiotnik zawsze w pewne, z góry i raz na zawsze oznaczone miejsce? Dość wsłuchać się w mowę ludu, wczytać w najlepszych naszych stylistów, aby uznać, iż język nasz pęt podobnych nie znosi. Stawiamy wprawdzie przeważnie za rzeczownikiem przynależny przymiotnik, oznaczający np. *barwę* lub *pochodzenie*, lecz nawet w tym przypadku mamy przecież wyjątki, bo i „*kruk biały*“ w znaczeniu kruka o barwie białej i „*biały kruk*“ w znaczeniu rzadkości, mamy *Gazetę Warszawską*, lecz i *warszawskie gazety* i t. p.

Kierujemy się tu nie prawidłami, lecz poczuciem językowem i słuchem, które wskazują nam, gdzie w danem zdaniu najlepiej umieścić przymiotnik, aby należycie oddać samą myśl, aby jej nie spaczyć, aby z pośród szeregu wyrazów uwydatnić najważniejszy, aby nie uczynić zdania dwuznacznem, a wreszcie w literaturze pięknej aby osiągnąć i zamierzoną dźwięczność i harmonię wyrazów.

Do jakich wyników, do jakiego spaczenia myśli prowadzi nakładanie podobnych pęt językowi, objaśni nas zwrot: „*kosztownych powierzchni* rur miedzianych“, który, zdaniem Sz. Krytyka, jako „błędny“, należałoby zastąpić zwrotem: „*powierzchni kosztownych* rur miedzianych“. Zdanie, pierwotnie zupełnie jasne, staje się skutkiem tego przestawienia odrazu dwuznacznem: nie wiemy bowiem, czy powierzchnie, czy rury nazwano kosztownemi. A jeżeli odniesiemy tę właściwość do

rur, to spaczymy zupełnie myśl, jaką TECHNIK chciał wyrazić w tem zdaniu (str. 1045), pisząc: „By zwiększyć *wydajność kosztownych powierzchni* rur miedzianych“. Chodziło tu bowiem o zwiększenie wydajności z jednostki powierzchni w celu możliwego zmniejszenia samej powierzchni, ponieważ powierzchnia ta jest kosztowna, i to nietylko jako wytworzona z rur miedzianych, ale i jako zajmująca miejsce w podgrzewaczu, czyli jako zwiększająca jego wymiary. Nie chodziło natomiast wcale o wyrażenie myśli, że rury miedziane są kosztowne.

Zamiast się dalej rozwodzić nad tym punktem, wyręczę się słowami Piotra Chmielowskiego, zaczerpniętemi z jego Stylistyki Polskiej (str. 206), gdzie, poddając rozbiorowi styl Korzeniowskiego, stawia mu między innymi jako zarzut: „skupianie obok siebie jednakowo zakończonych *) rzeczowników z przymiotnikami, tak że powstaje wątpliwość, do którego z rzeczowników przymiotnik jaki należy (na ważnych stanowiskach *takich* myśliwych; torbę *wyszywaną* ręką panieńską; w butach według przepisów *wysmarowanych*)“.

W pracach technicznych jasność wyrażenia, jego niedwuznaczność i ścisłość mają znaczenie o tyle jeszcze większe, że nawet dźwięczność i harmonijność wysłowienia powinny im wszędzie ustępować pierwszeństwa. Tą też zasadą kierowałem się przy redagowaniu TECHNIKA.

Zarzut 9 (błędna pisownia) ogranicza się do dwóch wyrazów: „*kocioł* i *osioł*“, które, zdaniem Sz. Krytyka,

---

*) Chmielowski sam wyraża się tu niezupełnie ściśle, gdyż, jak jego przykłady wskazują, chodziło mu nie o zakończenia jednakowe, lecz o takie, któreby mogły wyrażać przynależność przymiotnika do rzeczownika niewłaściwego. W przykładzie ostatnim „*wysmarowanych*“ nie ma jednakowego zakończenia z „*przepisów*“, lecz zakończenie „*ych*“ w przymiotniku odpowiada liczbą, rodzajem i przypadkiem liczbie, rodzajowi i przypadkowi rzeczownika „*przepisów*“, do którego się nie ma odnosić. W ten też sposób należałoby określić tego rodzaju wadliwość stylu.

wolno pisać wyłącznie tylko przez *e*, a więc „*kocieł* i *osieł*“. Pisownia Sz. Krytyka jest może nawet etymologicznie słuszniejsza, lecz pisownia wogóle jest rzeczą konwencyonalną, zmienia się z czasem, a zmienia się nie zawsze zgodnie z zasadami etymologii, podążając raczej za wymową, jaka się ustala u większości narodu. W przedmowie do tomu I-go TECHNIKA zastrzegliśmy się wyraźnie, że stosujemy pisownię Akademii Umiejętności,*) a w słowniczku, dołączonym do warszawskiego wydania (Jan Fiszer, 1902 r.) „Prawideł i pisowni Akademii Umiejętności“ podano: „*kocieł, kociół*“, oraz „*osieł, osioł*“, bez ujęcia którejbądź z tych postaci w nawias, czyli podano je jako jednakowo prawidłowe. W „Słowniku Ortograficznym“ W. Kokowskiego (1903) spotykamy na pierwszem miejscu „*kocioł, osioł*“. Wreszcie nowy „Słownik Języka Polskiego“ (A. Kryński, Karłowicz, Niedźwiedzki), podaje wprawdzie więcej cytat przy „*kocieł* i *osieł*“, lecz ma je również i przy „*kocioł* i *osioł*“, nie zaznaczając bynajmniej, aby te postaci miały być mniej prawidłowe. Niema zatem najmniejszego powodu do uznawania błędu czy to w jednej, czy też w drugiej z tych pisowni, a więc i ten ostatni z szeregów zarzutów Sz. Krytyka, dotyczący rzekomych błędów gramatycznych, jest równie niesłuszny jak i wszystkie poprzednie.

Nadto w tymże rozdziale XIX-ym krytyki, pod względem szyku zdań stawia Sz. Krytyk jeszcze jako zarzut dodatkowy: „umieszczanie na niewłaściwem miejscu w zdaniu takich krótkich wyrazów, jak np. *ją*, *się* i t. p.“, nie objaśnia jednakże, na jakiem to miejscu niewłaściwem miał TECHNIK stawiać owe zaimki.

Domyślać się zatem tylko mogę, że chodzi tu o stawianie zaimka „*się*“ (a również *je*, *ją*, *ich*, *go* i t. p.) nie tuż przy czasowniku, a na drugiem miejscu w zdaniu, gdzie często i świadomie go stawiałem, aby czytel-

---

*) Z drobnemi jednak odstępstwami, np. zamiast *wspólny* piszemy *spólny*, gdyż *w* jest niepotrzebną naleciałością, por. *spółka*, *społem*, *społeczeństwo* i t. d.

nikom ciągle uprzytamniać, że jest to miejsce dla niego nader właściwe i że pod tym względem nie powinniśmy naśladować rosyjskiego, w którem zaimek „*się*“ co do swego położenia tuż za czasownikiem jest tak skrępowany, że się z nim już nawet zrósł w jeden wyraz. Temu też tylko naśladownictwu należy przypisać, że niejednokrotnie dają się słyszeć zapatrywania (wypowiadane coprawda przez niepowołanych), jakoby i w polskiem „*się*“ powinno zawsze stać, jeżeli już nie tuż za czasownikiem, do którego należy, to przynajmniej tuż przy nim, a więc chociażby przed nim. A przecież Skarga złotousty pisze:

„Co rozumem i pilnością stanęło, to się nierozumem i niedbałością i złością ludzką obala“.

Popróbujmy w tem, cudownej dźwięczności zdaniu przysunąć zaimek „*się*“ do czasownika i niechaj czytelnik na głos odczyta i pierwotne zdanie Skargi i jego takie przekoszlawienie: „Co rozumem i pilnością stanęło, to nierozumem i niedbałością i złością ludzką się obala“ (a jeszcze gorzej brzmiałoby: „obala się“). Czytelnika własne ucho zawyrokuje, czy istotnie zaimek „*się*“ powinien stać zawsze przy czasowniku, czy też drugie miejsce w zdaniu nie będzie często dlań właściwsze.

---

Z lekkiem sercem Sz. Krytyk cisnął nam w twarz te szeregi zarzutów i to zarzutów niesłusznych.

Jeżeli pisarzowi wyślizgnie się z pod pióra wadliwy szyk zdania lub, co gorzej, błąd gramatyczny, jeżeli pisarz nie usunie ich nawet w korekcie, to jeszcze omyłki takie można osądzać z pewną pobłażliwością, usprawiedliwiając je pospiechem, niedopatrzeniem i t. p. Gdy jednak krytyk poważny, poświęcający swemu rozbiorowi kilkadziesiąt stronic druku, jako treść i wynik swego rozbioru wysnuje szereg zarzutów, dotyczących błędów gramatycznych, natenczas przypuszczać już niewolno, aby się to stać było mogło bez gruntownego namysłu, bez należytej rozwagi, bez wszechstronnego zastanowienia się nad każdym poszczególnym zarzutem:

zdania, w takich zarzutach wypowiedziane, należy uznać za istotne przekonanie krytyka, świadczące o jego znajomości lub nieznajomości danego przedmiotu.

Jeżeli zatem, oprócz paru prowincyonalizmów, przeważnie celowo wprowadzonych, z całych tych kilkunastu szeregów błędów gramatycznych, jakie Sz. Krytyk TECHNIKOWI zarzucił, ani jeden błędem nie jest; jeżeli naodwrót wszystkie te rzekome błędy są poprawnemi formami językowemi, aczkolwiek nieznanemi może Sz. Krytykowi, to zarzuty nieznajomości gramatyki, w ten sposób na TECHNIKA rzucone, samą siłą faktów przeciwstawionych spaść muszą na tego, który je stawił, i przygnieść go całym swym ciężarem.

Przykro mi niewymownie, że przeciwstawione przezemnie fakty taką musiały dać odprawę Sz. Krytykowi, którego osobiście wysoko poważam, którego zasługi społeczne i dla naszego piśmiennictwa technicznego położone nie mniej wysoko cenię, z którym niejednokrotnie do spólnej stawałem pracy: w danych jednak okolicznościach zarzutom, przybranym w szaty pozornie tak poważne, nie mogłem nie przeciwstawić owych faktów, gdyż pozostawienie takich zarzutów bez odparcia ogół naszych techników poczytałby za przyznanie im słuszności, co znów poderwaćby mogło jego zaufanie do naszego słownictwa, a więc do jądra całej naszej pracy nad TECHNIKIEM.

---

## II.

Z treści TECHNIKA jeden tylko rozdział, a mianowicie określenie entropii, podane przezemnie na str. 1132 i nast., spotkał się z krytyką w Przeglądzie Technicznym. W sprawie tej zabierali głos pp. Czopowski, Patschke i Straszewicz (p. Przegląd Techn. 1906).

1) Inż. H. Czopowski dotknął tej kwestyi mimochodem w pracy, poświęconej innemu przedmiotowi, a wyraził tylko życzenie otrzymania jaśniejszego dowo-

du na bezbłędność podanego w TECHNIKU określenia entropii.

Czyniąc zadość temu życzeniu, podajemy na str. 983 do 986 niniejszego tomu II-go bardziej poglądowy dowód na słuszność tego określenia, chociaż dowód, podany w tomie I-ym jest i ogólniejszy i zupełnie wystarczający. Dodany obecnie dowód więcej poglądowy jest raczej tylko rozwodnieniem treści, podanej już w tomie I-ym. Skorzystałem jednak z tej sposobności, aby w poprzednio podanem określeniu zrobić jeszcze pewne małe zastrzeżenie dodatkowe, które wprawdzie rozumie się właściwie samo przez się, którego niedopowiedzenia też żaden z Sz. Krytyków nie zauważył, a przynajmniej nie wytknął, mianowicie, aby cały przebieg sprowadzania danego ciała z jednego stanu do drugiego odbywał się w całości, t. j. z całem danem ciałem jednocześnie, czyli w sposób, w termodynamice zazwyczaj stosowany, a nie dzielił się na szereg przebiegów równoległych, obejmujących tylko pewne części danego ciała: przy takiem bowiem postępowaniu, możnaby wodę, zużytą już raz do ochłodzenia jednej części danego ciała, zastosować ponownie do zabrania jeszcze pewnej ilości ciepła z drugiej części tegoż ciała i w ten sposób otrzymać ilość wody nawet mniejszą od wymaganej jako miara entropii.

2) Inż. S. Patschke poświęcił tej sprawie dwa artykuły (Prz. Tech. 1906, str. 149 i 150, oraz str. 249 i 250), których główne zarzuty można sprowadzić do trzech zasadniczych:

a) że pojęcie „bezwzględnej entropii“ uważa on „za niedopuszczalną fikcyę“;

b) że wartość $\int \frac{dQ}{T}$ jest przyrostem entropii tylko dla przebiegów odwracalnych, nie zaś dla przebiegów dowolnych;

c) że całe określenie entropii jest błędne.

Gdyby zarzut, zwłaszcza w końcu wspomniany, miał być słuszny i udowodniony, to, rzecz prosta, wszelka

odpowiedź z mej strony byłaby już zbyteczna. Jednakże całe te szeregi wywodów i wzorów matematycznych, które miały unicestwić podane przezemnie określenie entropii, oparł Sz. Krytyk na mylnej przesłance: gdy ją usuniemy, runąć musi w gruzy i cały ten, pozornie tak prawidłowo zbudowany gmach.

a) Entropia bezwzględna, t. j. wartość $\int_o^{T_1} \frac{dQ}{T}$ jest fikcyą, lecz fikcyą tak samo pożyteczną jak i entropia, liczona od innej dowolnie określonej granicy dolnej, i taka bowiem entropia również istnieje nie w rzeczywistości, lecz tylko w naszej wyobraźni, jako pojęcie sztucznie wytworzone. Taką samą fikcyą jest i zero bezwzględne, które prawdopodobnie nigdzie we wszechświecie nie istnieje i zapewne też nigdy nie będzie osiągnięte; takąż fikcyą jest i temperatura bezwzględna, liczona właśnie od owego zera fikcyjnego. A jednak wszystkie te fikcye są bardzo pożyteczne w nauce i oswoiliśmy się z niemi tak dalece, że Sz. Krytyk zdaje się zapomniał zupełnie o tem, że są to też tylko fikcye: w przeciwnym razie nie byłby chyba stawiał mi zarzutu wprowadzania jeszcze jednej „fikcyi“. Fikcyę tę nazywa nadto Sz. Krytyk „niedopuszczalną“, lecz nie podaje powodów tej niedopuszczalności. Jest ona conajmniej równie dobrze „dopuszczalna“, jak zero bezwzględne, albo entropia liczona od zera celsiuszowego, lub wogóle różnica entropii dwóch stanów. Na okoliczność, że entropia bezwzględna jest zawsze ilością nieskończenie wielką, zwróciłem sam uwagę w I-ym tomie TECHNIKA, lecz okoliczność ta w niczem nie uwłacza pożyteczności tego pojęcia, albowiem różnica dwóch takich nieskończenie wielkich entropii bezwzględnych danego ciała w różnych stanach, przedstawi nam właśnie różnicę entropii tych stanów i będzie ilością skończoną i określoną.

Przecież wzór zwykły na entropię: $S = \int_{T_1}^{T_2} \frac{dQ}{T}$ nie

wyraża nic innego jak: $S = \int_o^{T_2} \frac{dQ}{T} - \int_o^{T_1} \frac{dQ}{T}$, czyli różnicę dwóch entropii bezwzględnych. A że taki rozdział na dwie części, czyli wprowadzenie pojęcia entropii bezwzględnej, jest w danym razie wielce pożyteczne, uprzytomni sobie czytelnik z łatwością na wywodach poniższych:

Najmniejsza ilość wody cieplikowo doskonałej. w myśl określeń, podanych w tomie I-ym TECHNIKA, może być miarą entropii jedynie przy takich przebiegach, jakie dadzą się osięgnąć przez samo tylko chłodzenie ową wodą, bez jakiegokolwiek spółdziałania innych czynników, a więc bez postronnego dodawania lub ujmowania ciepła, bez wykonywania zewnętrznej pracy mechanicznej, czy to dodatnej, czy też odjemnej i t. p. Wodą cieplikowo doskonałą, o temperaturze zera bezwzględnego, możemy zatem sprowadzać ciała tylko z temperatur wyższych do niższych, a nie naodwrót; a nadto jeśli zmiana stanu ma nastąpić pod wyłącznym wpływem owej wody chłodzącej, czyli jeżeli nie mamy dodać ani ująć pracy mechanicznej na zewnątrz, to rzecz prosta, że cały przebieg powinienby się odbywać w naczyniu zamkniętem, o niezmiennej objętości. Aby zaś przy takiem zastrzeżeniu, wynikającem z samej treści rzeczy, módz otrzymać miarę różnicy entropii danego ciała przy dowolnie odmiennych stanach, a więc nawet przy odmiennej objętości, wprowadziłem właśnie pojęcie entropii bezwzględnej, t. j. liczonej względnie do stanu przy zerze bezwzględnem, albowiem przy tej temperaturze ciało, zawarte w naczyniu (bez względu na to, jak wielką jest objętość samego naczynia), musiałoby się skurczyć do objętości bezwzględnie najmniejszej, jaka dla niego wogóle jest możliwa, a reszta przestrzeni w naczyniu musiałaby zawierać próżnię bezwzględną. Innemi słowy, bez względu na objętość danego ciała w stanie początkowym, doszłoby ono przy zerze bezwzględnem zawsze do jednej i tej samej obję-

tości: a więc stan ten jest dogodnym stanem porównawczym. Różnica dwóch ilości wody cieplikowo doskonałej, zużytych (zgodnie z określeniem TECHNIKA) na sprowadzenie danego ciała raz z jednego stanu i objętości do zera bezwzględnego, drugi raz z innego stanu i innej objętości do tegoż zera bezwzględnego, będzie właśnie pożądaną miarą różnicy entropii owych dwóch stanów ciała o różnych objętościach, temperaturach i ciśnieniach.

Ten sam cel możnaby wprawdzie osięgnąć i drogą inną, a mianowicie określić różnicę entropii dwóch stanów ciała: $v_1 p_1 t_1$ i $v_2 p_2 t_2$, sprowadzając naprzód jeden ze stanów, np. $v_2 p_2 t_2$ adiabatycznie, a więc bez zmiany jego entropii, do nowego stanu pośredniego $v_1 p_3 t_3$, a natenczas różnica entropii stanów $v_1 p_3 t_3$ i $v_1 p_1 t_1$, o jednakowej objętości $v_1$, dałaby się już określić najmniejszą ilością wody cieplikowo doskonałej, o temperaturze bezwzględnej $0^0$, zapomocą której to ilości możnaby sprowadzić ciało w tym stanie z temperatury wyższej do niższej, np. z $t_3$ do $t_1$, niezmieniając objętości $v_1$ podczas tego chłodzenia. Określenie entropii na takiej podstawie byłoby jednakże mniej przejrzyste i bardziej zawiłe, dlatego też wprowadzenie pojęcia entropii bezwzględnej muszę i nadal uważać za rzecz pożyteczną.

2) Znaczną część swego pierwszego artykułu poświęca p. P. dowodzeniu, że wartość $\int_{T_1}^{T_2} \frac{dQ}{T}$ przedstawia zmianę entropii tylko wtenczas, gdy wartość tę obliczamy nie dla przebiegu dowolnego, lecz dla pewnych, ściśle owarunkowanych przebiegów, np. odwracalnych. Sz. Krytyk wybija tu poniekąd drzwi otwarte, gdyż wcale nie twierdziłem, iżby przebieg chłodzenia mógł być dowolny, lecz wyraźnie go owarunkowałem tem, aby zużywał możliwą najmniejszość wody chłodzącej, a warunek taki jest równoznaczny z warunkiem odwracalności przebiegu w zmianie stanu samego ciała (lecz nie czynnika chłodzącego), jak to wynika

z objaśnień, dodanych obecnie na st. 983 i nast. niniejszego tomu II-go.

3) Wniosek ostateczny z wywodów pana P., wysnuty na str. 250 Przeglądu, jest poniekąd wyrokiem, który jednem pociągnięciem pióra ma skazać na zagładę podane przezemnie określenie entropii, albowiem artykuł ten kończy się zdaniem, opiewającem, że ilość wody cieplikowo doskonałej, oznaczona zgodnie z mojem określeniem, „*nie jest zatem miarą różnicy entropii*“.

Wniosku tak kategorycznie wypowiedzianego nie można już uważać za jakiś „lapsus calami“; a ponieważ, mimo swej stanowczości, jest on mylny, więc niechaj będzie mi wolno nazwać go „lapsus mentis“, albowiem wynikł on z pewnego, że się tak wyrażę, poślizgnięcia się w rozumowaniu, a mianowicie z oparcia wywodów matematycznych na następującej mylnej przesłance:

Zużycie najmniejszej ilości wody chłodzącej warunkuje Sz. Krytyk mylnie tem, aby, po ochłodzeniu ciała z temperatury $T_1$ do $T_2$, wszystka woda miała jednakową temperaturę, a mianowicie $T_2$. Zgodnie z tem mylnem założeniem oblicza on następnie ilość wody potrzebnej $x = \frac{Q}{T_2}$, zamiast podanej w TECHNIKU ilości $x = \int \frac{dQ}{T}$, czyli innemi słowy, uważa on temperaturę $T$ podczas chłodzenia za stałą (równą $T_2$), natenczas bowiem istotnie mogłoby być: $\int \frac{dQ}{T_2} = \frac{Q}{T_2}$. Sama logika wyrazu „chłodzenie“ mówi nam jednak, że podczas *chłodzenia* temperatura powinna się *obniżać*, a więc nie może być stałą, lecz musi być *zmienną*.

Omyłkę, wskutek takiego założenia przez Sz. Krytyka popełnioną, objaśnię na przykładzie: Mamy schłodzić 40 kg wody, o temperaturze 80° C., do 30°, czyli o 50°, a więc odebrać jej $40 \times 50 = 2000$ cpł., zużywając na to możliwie najmniejszą ilość wody chłodzącej o temperaturze 10°. Podług zasady Sz. Krytyka starczyłoby

po prostu dolać w tym celu odrazu 100 kg tej wody chłodzącej, które istotnie, zagrzewając się w mieszaninie wytworzonej z $10^0$ do $30^0$, czyli o $20^0$, wchłonęłyby w siebie $100 \times 20 = 2000$ cpł. Sposób taki zdoła wprawdzie ochłodzić owe 40 kg wody z $80^0$ do $30^0$, nie zadowoli jednak bynajmniej wymagania, aby ilość wody chłodzącej była najmniejszością. Przy takiem dolaniu całej ilości wody chłodzącej od razu do ciała chłodzonego, a więc do owych 40-u kg wody cieplejszej, zużywamy średnio na schłodzenie o $1^0$ po $100 : 50 = 2$ kg wody chłodzącej.

Jeżeli natomiast przedzielimy owe 40 kg wody od wody chłodzącej przeponą, np. ściankami wężownicy chłodnicowej, i wodę chłodzącą lać będziemy (jak to wyraźnie wskazałem w I-ym tomie TECHNIKA) w drobnych ilościach $dx$ na ową przeponę tak, aby każde takie $dx$ miało czas zagrzać się aż do temperatury, do jakiej się w danej chwili owe 40 kg już ochłodziły, a więc do temperatury naogół wyższej niż $30^0$, i aby każdą tak zagrzaną cząstką $dx$ zaraz usuwać od dalszego zetknięcia się z wężownicą, to zużyjemy znacznie mniej wody chłodzącej. Na stopniowe schładzanie o $1^0$ owych 40-tu kg, potrzebować będziemy ilości *niejednakowe*, a mianowicie na schłodzenie z $80^0$ do $79^0$ tylko mało co więcej ponad $^4/_7$ kg, na każdy następny stopień coraz to więcej i dopiero na ostatni stopień, t. j. z $31^0$ na $30^0$ potrzeba będzie niespełna 2 kg, t. j. prawie tyle, ile poprzednio wypadało na *każdy* stopień schłodzenia. Ogółem zużyjemy zatem obecnie znacznie mniej wody, a ilość tę $x$, czyli istotną najmniejszość, obliczymy, zgodnie ze wzorami, podanemi w TECHNIKU, jeżeli przez $t$ oznaczymy temperaturę owych 40 kg w dowolnej chwili przebiegu chłodzenia: $dx\,(t - 10^0) = -40\,dt$, czyli:

$$x = -40 \int_{t=80^0}^{t=30^0} \frac{dt}{t-10^0} = 40\,ln\,\frac{80-10}{30-10} = 40\,ln\,\frac{7}{2} =$$

$= 40 \,.\, 1{,}2528 = 50{,}112$ kg. Starczy zatem w istocie prawie dokładnie tylko połowa tej ilości, jakąby mylna

przesłanka Sz. Krytyka już wskazywała za najmniejszą z możliwych.

Ilość wody cieplikowo doskonałej, o temperaturze zera bezwzględnego, zużyta na ochłodzenie, może zatem być miarą różnicy entropii, lecz tylko wtenczas, gdy, jak to wyraźnie zastrzegliśmy, jest ona ilością najmniejszą z możliwych dla dokonania danej zmiany stanu ciała w całości. Gdy zaś taką najmniejszością nie jest, gdy więc jest ilością większą od poprzedniej, czyli od owej miary, natenczas oczywiście nie może ona już sama być ową miarą różnicy entropii. Do takiego też wniosku, że ona nie może być miarą różnicy entropii, musiał z konieczności dojść Sz. Krytyk, albowiem zamiast najmniejszej ilości wody, wprowadził on do swych wzorów i wywodów ilość znacznie większą.

Jeżeli na podstawie rozumowań, pozatem może logicznych, lecz zbudowanych na zupełnie mylnem założeniu, Sz. Krytyk śmiał w sposób tak bezceremonialny zawyrokować o nieprawdziwości mego określenia entropii, to czuję się w prawie odpowiedzieć mu równie bezceremonialnie przysłowiem: „si tacuisses, philosophus mansisses“.

3) Artykuł inż. Straszewicza (str. 269 i 270 Prz. Techn. 1906) nie dorzuca właściwie nic nowego do danej sprawy; znamiennem jest jednakże np. zdanie: „Książka taka, jak TECHNIK, przedewszystkiem ze względu na swój charakter i przeznaczenie, powtóre ze względu na to, że w redakcyi brały udział także wybitne siły techniczne, nie powinna zawierać *elementarnych błędów naukowych*, i dotkliwe zarzuty p. Patschkego należałoby w interesach ogółu koniecznie wyświetlić i odeprzeć, jeżeli to możliwe“.

W zdaniu powyższem wyrażenie „elementarnych błędów naukowych“, wypowiedziane „ex cathedra“, bez wszelakiego uzasadnienia, jest pustym dźwiękiem bez treści: Jeżeli bowiem w istocie określenie moje zawiera w sobie błędy *tak elementarne*, to czemu Sz. Krytyk sam ich nie raczył sprostować i wyjaśnić, a pozo-

stawia rzecz tę innym, pisząc, że należaloby *wyświetlić* zarzuty, tych błędów dotyczące? Czemu, powołując się na „dotkliwe zarzuty p. Patschkego", sam nie sprawdził ich słuszności, a raczej niesłuszności? Nie zajęłoby to chyba wiele czasu, gdy chodzi o błędy „tak elementarne". Czemu wreszcie dalej na str. 270 pisze: „Wydaje mi się, że zasadniczy punkt *teoryi* p. Obrębowicza domaga się wciąż jeszcze gruntownego wyjaśnienia". Dziwne to zaiste błędy *elementarne*, które tak długo *wciąż jeszcze* domagają się gruntownego wyjaśnienia, nad któremi aż trzech krytyków daremnie sobie łamie głowę.

Wyjaśnienia, jakich się domaga, znajdzie Sz. Krytyk w poprzednich ustępach niniejszej mej odpowiedzi, a muszę się jeszcze zastrzedz i co do tego, że nie miałem nigdy pretensyi do tworzenia nowej „*teoryi*" entropii, postanowiłem sobie bowiem zadanie o wiele skromniejsze, mianowicie dania takiego określenia miary entropii, któreby się mogło przyczynić do łatwiejszego zrozumienia tego, bądź co bądź jasno się nie przedstawiającego pojęcia.

Wreszcie nie mogę się zgodzić na poglądy Sz. Krytyka, wypowiedziane w ostatniem zdaniu artykułu: „Nikomu jednak nie może zależeć na tem, aby powiększyć coś, co i tak już jest nieskończenie wielkie, gdyby nawet pojęcie entropii bezwzględnej miało jakiekolwiek znaczenie teoretyczne czy praktyczne". Względna wielkość ilości nieskończenie wielkich nie może przecież być nam obojętną, albowiem różnica lub stosunek dwóch ilości nieskończenie wielkich może być ilością skończoną i określoną, której wielkość zależy właśnie od względnej wielkości owych ilości nieskończenie wielkich.

* * *

Tak przedstawiają się dotychczasowe zarzuty „elementarnych" i t. p. rzekomych błędów w określeniu entropii, podanem przezemnie w tomie I-ym TECHNIKA. Rzecz prosta, że *dowolna* ilość wody cieplikowo

doskonałej, zużyta na sprowadzenie danego ciała z jednego stanu do drugiego, nie może być miarą entropii, natomiast ilość tejże wody, zgodna z warunkami mojego określenia, może być i jest miarą entropii. Czy tego rodzaju miara entropii przyczynia się w istocie do uprzystępnienia pojęcia entropii, o to spierać się nie będę, natomiast muszę obstawać przy bezbłędności mego określenia, przynajmniej do czasu, gdy ktokolwiek nie przeciwstawi mi poważnych i przekonywujących dowodów, albo nie wykaże istotnych błędów w mych rozumowaniach.

*K. Obrębowicz.*

Warszawa, w maju 1908 r.

# WYNIK KONKURSU

## NA ULEPSZENIE SŁOWNICTWA TECHNICZNEGO

zastosowanego w I-ym tomie „Technika".

---

Zrok tego konkursu, ogłoszonego przy pojawieniu się I-go tomu *Technika*, naznaczyliśmy pierwotnie na 1 września 1905 r. Z powodu czasów wojennych, następnie zaś z powodu zawieruchy, jaka całym naszym zawładnęła Krajem, odraczaliśmy kilkakrotnie ów zrok tak, że dopiero w marcu 1907 r. Sąd Konkursowy mógł przystąpić do oceny prac nadesłanych.

Poniżej podajemy nasamprzód spis wszystkich wyrażeń nadesłanych na konkurs, uporządkowanych podług godeł, pod jakiemi je nadesłano. Pominęliśmy jedynie te kilka kartek, które Sąd Konkursowy zgóry odrzucił, ponieważ nie dotyczyły wcale słownictwa, lecz tylko treści Podręcznika i jej układu. Następnie podajemy dosłowne brzmienie protokółu Sądu Konkursowego.

Warszawa, w maju 1908 r.

*Komitet Redakcyjny TECHNIKA.*

**Spis wyrazów, nadesłanych na konkurs na ulepszenie słownictwa technicznego, zastosowanego w I tomie podręcznika „Technik".**

| Nowotwór, ubiegający się o nagrodę konkursową | Wyrażenie zastosowane w Techniku na str. | Znaczenie niemieckie |
|---|---|---|
| **I. Wydział Przyrodników i Techników Towarzystwa Przyj. Nauk w Poznaniu.** | | |
| Cewka | Dysza. 253. | Düse |
| Chłodownia | Chłodzarnia. 788. | Kühlanlage |
| Ciepło istotnie spotrzebowane. | Ciepło istotnie rozchodowane. 1088. | Wirklicher Wärmeaufwand |
| Ciepło istotnie zużyte | | |

| Nowotwór, ubiegający się o nagrodę konkursową | Wyrażenie zastosowane w Techniku na str. | Znaczenie niemieckie |
|---|---|---|
| Cokuł | Odziom. 960. | Sockel |
| Czerpaki | Podnośnica i przelewnica. 759. | Schöpfwerke |
| Część grzbietowa rdzenia skóry | Część słupcowa rdzenia skóry. 475. | Leder vom Wirbelstück |
| Kazubki | Małe kołnierzyki, nanitowane lub nalutowane na rurę, 587. | Aufgenietete oder aufgelötete Bordscheiben |
| Kąt krańcowy | Kąt graniczny. 215 | Grenzwinkel |
| Koła czołowe | Koła zwykłe. 455. | Stirnräder |
| Koła pędowe | Koła napędowe. 512. | Triebräder |
| Kostka | Sześcian foremny. 133. | Cubus |
| Koziołek sprężynowy | Koziołek resorowy. 415. | (Trag-) Federbock |
| Kurki probiercze | Kurki próbne. 429. (K. dozorcze. 1044). | Probirhähne |
| Linia wchwytu | Linia przyporu. 450. | Eingrinfflinie |
| Machina | Maszyna | Maschine |
| Moment kręcenia | Moment skręcenia. 499. Moment obracający. 505. | Drehmoment |
| Nakładka | Pierścień przeloniony. 428 429. | Splintring |
| Naprężenie | Spręż. 780. | Kompressionsmass. |
| Nasuwka | Pochwa. 497. | Muffe (przy sprzęgłach) |
| Niedozbieżna | Niemaltyczna. 98. | Asymptote |
| Obiegi | Obloty. 1041. | Umläufe |
| Obciążenie | Siła. 1007. (która rozciąga śrubę) | Gessammtdruck |
| Obrabiarki drzewa | Obrabiarki do drzewa. 666. | Holzbearbeitungsmaschinen |
| Obszar rzutu poziomego | Obszar planu. 952. | Raumbeanspruchung |
| Odsadka | Odsadzka. 960. | Absatz |
| Odsady | Występy. 499. | Ansätze |
| Odsetki | Procenta. 56. | Zinsen |
| Opór roboczy | Opór wytwórczy. 503. | Arbeitswiderstand |
| Opór użytkowy | Opór pożytkowy. 221. | Nutzwiderstand |
| Ostro wcięte krawędzie | Ostro wklęsłe krawędzie. 425 | Scharfe einspringende Kanten |
| Ostrze | Rzez. 1040. | Schneide |
| Paraboloid obrotowy | Paraboloid okrągły. 178. Paraboloid kołowy (obrotowy). 191. | Umdrehungsparaboloid |

| Nowotwór, ubiegający się o nagrodę konkursową | Wyrażenie zastosowane w Technikn na str. | Znaczenie niemieckie |
|---|---|---|
| Pierścień dotyczny | Pierścień kontaktowy. 704. | Schleifring |
| Płaszczyzna równomierności | Płaszczyzna symetryi. 177. | Symmetrieebene |
| Podbitka | Deskowanie. 1060. | Verschalung |
| Poddmuch | Nadmuch. 963. | Unterwind (d. Feuerung) |
| Podpórki i przypórki | Podpinki i przypinki. 582. | Kernstützen |
| Pojemność (bryły) | Objętość (bryły). 130. | Körperinhalt |
| Powieszenie (kotła) | Podwieszenie (kotła). 1034. | Aufhängung (des Kessels) |
| Połączenie, umocowanie | Złącze. 519. | Verbindung. Verbindungsstelle |
| Promieniowanie | Rozpromieniowanie. 952. (straty przez rozpromieniowanie ciepła z kotła). | Ausstrahlung |
| Przeciwprostokątna | Przeciwprostokątnia. 64. | Hypothenuse |
| Przyprostokątna | Przyprostokątnia | Kathete |
| Przejma | Przelotnia. 850. | Aufnehmer |
| Przekątna | Przekątnia. 175. | Diagonale |
| Przekrój kolisty | Przekrój kołowy. 520. | Kreisförmiger Querschnitt |
| Przenośnia | Przełożenie. 676. | Uebersetzungsverhältniss |
| Przestrzeń | Luz. 502. | Spielraum |
| Przesuwny (żóraw) | Żóraw na wózku 686. | Fahrbarer Kran |
| Przetłocznik parowy | Przetłoczka parowa 760.. | Dampfwasserheber, Montejus |
| Przewód tłoczczy, ssawczy | Przewód tłoczny, ssawny. 761. | Druckleitung, Saugleitung |
| Przyczółek | Nadpiętrze. 389. | Drempel |
| Ramię | Wyskok. 516. | Ausladung |
| Regulatory wahadłowe | Regulatory (miarkowniki) wahakowe. 623. | Pendelregulatoren |
| Różnoczyn | Różnoczynnik. 35. | Fakultät |
| Siedzenie | Ścięta krawędź gniazda. 298. | Sitzfläche |
| Siedzenie zaworowe | Siodło zaworowe. 609. | Kegelsitz |
| Siłomierz hamulczy | Hamownica. 801. | Bremsdynamometer |

| Nowotwór, ubiegający się o nagrodę konkursową | Wyrażenie zastosowane w Techniku na str. | Znaczenie niemieckie |
|---|---|---|
| Składnik (kombinacya z $n$ składników) | Kombinacya z $n$ przedmiotów. 47. | Kombination von $n$ Elementen |
| Smolony | Maziony. 521. | Geteert |
| Spółczynnik doświadczenia | Spółczynnik doświadczalny. 254. | Erfahrungskoeffizient |
| Śruba drzewna | Wkrętka. 437. | Holzschraube |
| Śruba łączna | Śruba złączna. 426. | Befestigungsschraube |
| Śruba o płaskim gwincie | Śruba płaska. 436. | Flachgängige Schraube |
| Surowiec żelaza | Surowiec. 317. | Roheisen |
| Szaraga | Schodnica. 386. | Treppenwange |
| Szczelina | Szczeliwnia (w kielichu rury kielichowej). 580. | Dichtungsfuge |
| Szwy czołowe | Szwy do styku. 587. | Stumpfe Nähte |
| Tłumik | Przytłumiak. 630. | Oelbremse |
| Trzon tłokowy | Tłoczysko. 561. | Kolbenstange |
| Turbiny odporowe | Turbiny naporowe. 819. | Reactionsturbinen |
| Usztywnienie | Osztywnienie (płomienicy wokoło). 1009. | Versteifung |
| Wał wydrążony | Wał pusty. 504 | Hohlwelle |
| Wały główne | Wały poważniejsze. 518. | Wichtigere Wellen |
| Wąż pożarny | Wąż przeciwpożarny. 269. | Feuerschlauch |
| Wietrznik | Przewietrznik. 474 | Ventilator |
| Wolnowiry | Turbiny wolno wirujące 827. | Langsamläufer |
| Wóz kolejowy | Powóz kolejowy. 414. Wagon. | Eisenbahnwagen |
| Wpółsieczna | Dwójsieczna. 64. | Winkelhalbirende |
| Wspór | Podpór. 260. | Stau |
| Wyboczenie | Przegięcie boczne. 406. (n. p. pod wpływem mimoosiowej siły rozciągającej) | Seitliche Ausbiegung |
| Wykładzina | Fornir. 667. | Fournier |
| Występy dna | Nadlewy dna. 517. | Knaggen |
| Żelazo kwadratowe | Kratownik. 577. (Czwórgrannik) | Quadrateisen |
| Zawieradło | Ochronnik. 720. | Absperrung (Schutzvorrichtung) |
| Zapęd | Napęd. 501. | Antrieb |
| Zagrzewacz | Podgrzewacz. 954. | Vorwärmer |
| Zgrubić | Napęczyć. 446. | Stauchen |
| Żelazo kowne | Żelazo kowalne. 514. | Schmiedeisen |
| Żelazo zgrzewalne | Żelazo spawalne, Ż. skowalne (Ż. zlipne). | Schweisseisen |

| Nowotwór, ubiegający się o nagrodę konkursową | Wyrażenie zastosowane w Techniku na str. | Znaczenie niemieckie |
|---|---|---|
| **II. Godło: Litera „M“ w literze „D“.** | | |
| Ciżb (ciżbnik, ciżbiec) | Akumulator. 1177 i 719. (Zasobnik). | Akkumulator, Sammler |
| Giża | Goleń korbowa. 1182. | Pleuelstange, Kurbelstange. |
| Giczka | Goleń suwakowa. 1182. | Excenterschubstange |
| Kłodziak, Kłodniak | Kłodzisko. 663. | Chabotte |
| Kuras | Kurek. 613, 614. | Hahn |
| Kurek | Stożek kurka. 613. | Hahnkücken |
| Nakrętka | Naśrubek. 428. | Mutter |
| Dokrętka | Nakrętka. 428. | Gegenmutter, Kontremutter. |
| Odruzg łupkowy | Mieszanina odłamów łupkowych. 257. | Gemisch von Schieferstücken |
| Pastka | Klapa. 253. (Pastka. 608). | Klappe |
| Silnik dwójczak, trójczak w. | Silnik sprzężony dwu-, trzycylindrowy. 254, 255. (Silnik dwuprężny, trójprężny) | Zweicylinder Kompound-Dampfmaschine |
| Zgłuszyna | — | Schall-Isolation |
| **III. Godło „Ω“.** | | |
| Kłąb krzywych | Rój krzywych. 101. | Kurvenschaar |
| Odwadnianie | Owadnianie. 258. | Entwässerung |
| Pojemność | Nośność (o statkach). 259, 272. | Tragfähigkeit |
| Wart lub wartówka | Szlak swobodny. 259, 272. | Freie Strecke |
| (W Techniku stosowano: Wart=Stromstrich; Nurt=Fahrwasser). | | |
| **IV. Godło „H-k“.** | | |
| Dźwigniki zębatkowe | Dźwigniki zębnicowe. 674. | Zahnstangen-Winde |
| Głębokość koła | Głębokość przegródek. 806, 817. | Radtiefe |
| Koryto górne (dolne) | Pogroda górna (dolna) 805, 806, 809. | Ober (Unter) graben |
| Krążki łańcuchowe | Krążki łańcuszne. 671, 673. | Kettenrollen |
| Młoty ogonate | Młoty z ogonem. 660. | Schwanzhämmer |
| Młoty nosate | Młoty z nosem. 660. | Stirnhämmer |
| Młoty trzonkowe (lub wahate) | Młoty wahakowe. 659. | Stielhämmer |

| Nowotwór, ubiegający się o nagrodę konkursową | Wyrażenie zastosowane w Techniku na str. | Znaczenie niemieckie |
|---|---|---|
| Odbijak | Kłodzisko. 663. | Chabotte |
| Oprawa | Trak. 666. (=opława wraz z piłakiem). | Gatter |
| Pilarki tartakowe | Traki tartaczne. 666, 667. | Gattersägen |
| Pilarka stojąca (tartakowa) | Trak stojący. 666, 667. | Vertikalgatter |
| Pilarka leżąca (tartakowa) | Trak leżący. 666, 667. | Horisontalgatter |
| Pilarka (tartakowa, tarczowa, taśmowa) | Piła. 666, 667, 668. | Sägemaschine |
| Piła | Piłak (trakowy, tarczowy, taśmowy). 659, 666, 667, 668. | Sägeblatt |
| Podkole | Podkolina. 809, 812. | Radboden (Kropf) |
| Przebijak | Przebijnik. 653. (w przebijarce). | Stempel der Lochmaschine |
| Przeciek | Szczelina. 819. | Spalt |
| Rzeziec (Rzezak) | Rzez (ostrze linijne). 653. | Schneide |
| Stojak kierowniczy | Stałka kierownicza. 818. | Leitrad |
| Tarny, zacierny | Cierny. 506, 507, 508, 660, 667. | Reibungs- (np. Rad) |
| Turbiny całkowite | Turbiny całkowiste. 821, 833, 836, 837, 838. | Vollturbinen |
| Turbiny promienne | Turbiny promiennicze. 818, 828. | Radialturbinen |
| Wiatrownica | Wywietrnik, wywietrzak. 669. | Absangventilator, Exhaustor |
| Wlewnica | Wlotnica 811, 812 i n. | Einlaufvorrichtung |
| Wlew wody | Wlot wody. 805 i n. | Wassereintritt |
| Wyciek wody | Wylot. 808. | Wasseraustritt |
| Wycinak (obcinak) | Gryz. 657. | Fräse |
| Wycinarka (obcinarka) | Gryzarka. 657, 668. | Fräsmaschine |
| Zanurzanie | Zanur (=miara zanurzenia). 811, 816. | Eintauchtiefe |
| Zawis (podkolina) | Nadwodność. 806. 840. | Freihängen |

## V. Godło „Dyletant".

| | | |
|---|---|---|
| Ciepłostan | Temperatura. 311. (Ciepłota) | Temperatur |
| Ciepłoskaz | Termometr (Ciepłomierz). 311, 312. | Thermometer |

| Nowotwór, ubiegający się o nagrodę konkursową | Wyrażenie zastosowane w Techniku na str. | Znaczenie niemieckie |
|---|---|---|
| Prężnoskaz, Prężnomierz | Manometr. 771. | Manometer |
| Próżnioskaz, Próżniomierz | Wakumetr, Wskaźnik próżni. 771. | Vakuummeter |
| Wcisk | Klin. 221, 423, 465, 621. | Keil |
| | **VI. Godło „Brona".** | |
| Dławik | Zawór przydławiający. | Drosselventil |
| Dotyczna | Styczna. | Tangens |
| Palenisko wydychowe | Palenisko wydmuchowe. 963. | Feuerung mit Künstlichem Zug durch Sauggebläse |
| Pas rozwarty | Pas obręczowaty. 473. | Offener Riemen |
| Szczelnica | Dławnica. 549. | Stopfbüchse |
| Szczelnik | Dławik. 549. | Stopfbüchsbrille |
| Szczelnia | Dławnia. 549. | Stopfbüchsgehäusenraum |
| | **VII. Godło „H. C."** | |
| Rozciągłość drgania | Długość oscylacyi. 197. | Oscillationslänge |
| Hyperbola równoramienna | Hyperbola równoboczna. 105, 290. | Gleicharmige Hyperbel |
| Funkcya zamknięta | Funkcya niewyraźna. 72. | Unbestimmte Funktion |
| Maximum (minimum) warunkowe | Maximum (minimum) względne. 73. | Relatives Maximum (Minimum) |
| Wartości ukryte lub: Postaci skryte | Postaci nieoznaczone. 71. | Unbestimmte Formen |
| Punkt zbieżny | Punkt niedobieżny. 116. | Asymptotischer Punkt |
| Przesunięcia przystosowane | Przesunięcia przysposobione. 169. | Virtuelle Verrückungen |
| Przebieg zamknięty | Przebieg kołowy. 326. | Kreisprozess |
| Zbieżna | Niemaltyczna. 98. | Asymptote |

# PROTOKÓŁ SĄDU KONKURSOWEGO.

**Rozstrzygnięcie konkursu na ulepszenie słownictwa technicznego, zastosowanego w I tomie podręcznika „Technik“, opracowanego podług niemieckiego „Taschenbuch der Hütte“.**

W dniu 4 marca r. b. zebrał się sąd konkursowy w składzie następującym:

Adam Kryński delegat Akademii Umiejętności w Krakowie.

Feliks Kucharzewski delegat Tow. przyjaciół nauk w Poznaniu, oraz Redakcyi Przeglądu Technicznego i wydziału słownictwa Stowarzyszenia Techników w Warszawie.

Stanisław Anczyc delegat Towarzystwa Technicznego krakowskiego i Towarzystwa Politechnicznego we Lwowie.

Tomasz Ruśkiewicz delegat Sekcyi Technicznej W. O. T. P. P. i H.

Konstanty Wojciechowski delegat Koła Architektów Warszawskich.

Władysław Łatkiewicz delegat Stowarzyszenia Techników w Warszawie.

Przewodniczył Adam Kryński.

Na konkurs nadesłano:

1) godło Ω, kartek 4 (bez koperty z nazwiskiem).
2) „ M w D. kartek 9.
3) „ H. C. „ 18.
4) „ Dyletant „ 6.
5) „ „Brona“ „ 5.
6) „ H-k „ 29.
7) „ Wydział techn. Tow. Przyj. Nauk w Poznaniu, kartek 88.

Z nadesłanych 159 kartek zakwalifikowano po odczytaniu 52 kartki do szczegółowego rozpatrzenia.

Na następnem posiedzeniu w dniu 5 marca uznano za godne nagrody, w myśl warunków konkursu, następujące wyrazy:

Z wydziału technicznego T. P. N. w Poznaniu:

**Wpółsieczna** (niem. Winkelhalbierende, w „Techniku“ *dwójsieczna*).

**Przetłocznik parowy** (niem. Dampfwasserheber, w „Techniku“ *przetłoczka parowa.*)

**Chłodownia** (niem. Kühlanlage, w „Techniku“ *chłodzarnia*).

**Żelazo zgrzewalne** (niem. Schweisseisen, w „Techniku“ *żelazo spawalne).*

**Przejma** (niem. Aufnehmer, w „Techniku“ *przelotnia).*

**Wał wydrążony** (niem. Hohlwelle, w „Techniku“ *wał pusty).*

Godło *M* w *D.*

**Zgłuszyna** (niem. Isolierung, w „Techniku“ *otulina**), w znaczeniu ochrony przepuszczania dźwięku).

**Odruzg łupkowy** (niem. Gemisch von Schieferstücken, w „Techniku“ *mieszanina odłamów łupkowych).*

Godło *H. C.*

**Przebieg zamknięty** (niem. Kreisprozess, w „Techniku“ *przebieg kołowy).*

Godło Ω.

**Wart** (niem. Freiestrecke, w „Techniku“ *szlak swobodny*).

Na zasadzie §§ 8 i 9 warunków konkursu przyznano nagrodę ilościową rb. 200 wydziałowi przyrodników i techników Towarzystwa Przyjaciół Nauk w Poznaniu, a nagrody jakościowe i za wyrazy *Zgłuszyna* i *Wart* po rb. 10, za wyrazy zaś *Odruzg łupkowy* i *przebieg zamknięty* po rb. 5.

Po otwarciu kopert znaleziono, że autorem wyrazów oznaczonych godłem M w D jest p. Tadeusz Rych-

---

*) Technik stosował to wyrażenie wyłącznie tylko w zaczeniu ochrony od strat ciepła, a nie w znaczeniu ochrony od przepuszczania dźwięku (Uwaga Red.).

ter, godłem H. C. p. Henryk Czopowski. Do godła Ω nie dołączono koperty z nazwiskiem.

W myśl warunków konkursu sąd nie mógł przyznać nagród niektórym wyrazom pomimo że je uznawał za lepsze od wyrazów użytych w „Techniku“, ponieważ wyrazy te używane były w nowszem piśmiennictwie polskiem, a przez Komitet Redakcyjny Technika nie zostały w tem znaczeniu zastosowane. Pominięto również kilka określeń pewnych pojęć, zdaniem sądu trafniejszych od definicyj zastosowanych w „Techniku“ z powodu że warunki konkursu obejmowały tylko wyrazy. Cały zebrany materyał dostarczy niezawodnie Komitetowi Redakcyjnemu „Technika“ wskazówek do dalszej pracy nad słownictwem.

Warszawa, dnia 5 marca 1907 r.

(podpisali) Adam Kryński
Feliks Kucharzewski
dr. Stanisław Anczyc,
Tomasz Ruśkiewicz,
Konstanty Wojciechowski,
Władysław Łatkiewicz.

# Przed użytkowaniem wypada poprawić poniższe

# OMYŁKI.

Uwaga. „g“ oznacza w skróceniu wiersz liczony od góry (przyczem nagłówków stronic nie wliczano); „d“ zaś oznacza w skróceniu wiersz liczony od dołu (przyczem wliczano i wiersze uwag odsyłaczowych).

| Str. | Wiersz | Zamiast | Powinno być |
|---|---|---|---|
| | | **W Tomie I *).** | |
| 24 | 14 d | ln 369 = 5,9011 | ln 369 = 5,9108 |
| 135 | 5 d | średnica | promień |
| 143 | 4 d | przyśpieszenie | przyspieszenie |
| 155 | 14 g | krywości | krzywości |
| 194 | 5 d | V | str. 961 |
| 217 | w tablicy | Tarcie na sucho żelaża kutego o żelazo kute: 0,44 | 0,14 |
| 233 | 17 d | w | na |
| 239 | 14 d | $p^2$ | $p_2$ |
| 316 | 4 d | str. 141. | str. 145. |
| 317 | 9 i 10 g | Surowiec stały<br>„ płynny | Surówka stała<br>„ płynna |
| 341 | przedostatni w tablicy | 149,6 | 139,6 |
| 399 | 12 d | Szczegóły p. T. I... | Szczegóły o goleniach p. T. I. str. 563, a o cylindrach T I... |
| 578 | 8 d | wiatrowe | dmuchowe |
| 587 | 3 i 5 d | łączniki | złączniki |
| 653 | 9 d | nożowych | nożycowych |
| 880 | 13 g | 0,955 | 0,985 |
| 935 | 14 d | podwójnem | pojedynczem |
| 935 | 15 d | pojedynczem | podwójnem |
| 953 | 11 g | $C_p$ | $c_p$ |
| 1092 | 1 g | polytropicznych | politropicznych |
| 1133 | 8 d | ciało | ciało w całości |
| 1134 | 15 d | ciało | ciało w całości |
| 1134 | 23 g | ciała | ciała w całości |
| 1134 | 19 g | czynnika | ciała w całości |
| 1136 | 6 g | ciało | ciało w całości |
| 1137 | 5 d | 1 $MK$/godz. | 1 $MK \times$ godz. |
| 1181 | 33 g (t. II) | ekonomizer | ekonomiser |
| 1199 | 3 g (t. I) | niedobrzeżny | niedobieżny |
| 1209 | 33 g (t. I) | дересный | древесный |

*) Dla Tomu I-go podano już spisy omyłek na str. XXIII i n. Tomu I, obecnie spisy te dopełniamy omyłkami dodatkowo zauważonemi.

| Str. | Wiersz | Zamiast | Powinno być |
|---|---|---|---|
| | | **W Tomie II.** | |
| 10 | 27 i 28 g ł. II | surowiec biały (szary) | surówka biała (szara) |
| 17 | 2 g | Kuźniactwo | Kuźnictwo |
| 18 | 22 d | snopowanie | snopcowanie |
| 18 | 21 d | snopa | snopca |
| 42 | 7 d | p. rozdz. niniejszy II. 1 | p. str. 51, oraz 53 i nast. |
| 47 | № 3 tabl. | frezy | gryzy |
| 58 | 7 g | płaszczyzn stykających się z łubkami | przylg |
| 69 | 9 g | malowania na konstrukcyach | i malowanie zeskładów |
| 72 | 1 d | Hempe... str. 792. | Hampe.... str. 726 |
| 81 | 26 g | Druzgoty | Rozkruchowce |
| 101 | Nagłówek | II. Metale | VI. Szkło |
| 156 | 14 g | 13000 kg/cm² | 13000 kg/cm |
| 164 | 12 g | oporów | opór |
| 171 | 5 g | rozpornią | rozpornicą |
| 192 | 14 g | **Rozpornie.** Rozpornia. | **Rozpornice.** Rozpornica |
| 192 | 21 d | rozpornię | rozpornicę |
| 193 | 10 g | rozporni | rozpornic |
| 205 | za w. 5 g | dodać napis: | **a. Techniczne warunki projektowania i urządzenia kolei pierwszorzędnych.** |
| 208 | 26 d | sprzężonych | wiązanych |
| 208 | 6 d | przejściowych | przejazdowych |
| 210 | 6 g | wskaźnikami | ukresami, t. j. wskaźnikami |
| 210 | 25 i 26 g | wzniesienie | wznios |
| 210 | 5 g | wjazdów | rozjazdów |
| 210 | 2 i 1 d | ogrodzone | odgrodzone |
| 213 | 25 g | torowiska | torowiska i poddroża |
| 214 | 8 g | 12 kg/cm². . 7,5 kg/cm² | 12 kg/mm²... 7,5 kg/mm² |
| 215 | 18 d | pasu | pasa |
| 216 | 27 d | pomoniczy | pomocniczy |
| 223 | 2 g | jednostek technicznych | jedności technicznej |
| 230 | 8 g | przeciwnemi | odwrotnemi |
| 235 | 32 g | $w_0 = 25 + 0{,}0004\ V^2$ | $w_0 = 2{,}5 + 0{,}0004\ V^2$ |
| 417 | Nagłówek | Tabor | II Tabor |
| 586 | 14 g | odwietrków | czepców |
| 650 | 16 g | *dodać:* | porównaj nadto uzupełnienie na str. 781 |
| 762 | 6 d | rozwiertnikiem | rozwiertakiem |
| 784 | 4 d | *skreślić:* | jakąby prze- |
| 784 | 3 i 2 d | *skreślić zupełnie obydwa wiersze* | |
| 784 | 1 d | szlak po którym | po której |
| 785 | 1 g | się porusza | otrzymywałby przyspieszenie |
| 785 | 3 g | ruch | rozpoczynający się ruch |

| Str. | Wiersz | Zamiast | Powinno być |
|---|---|---|---|
| 785 | 7 d | podczas | , np. podczas |
| 792 | 23 g | (np. ziemią) | (np. ziemią), jeżeli potencyał tego otoczenia, t. j. wszystkich przewodników, mogących oddziaływać na dany pojemnik, będzie jednakowy, np. równy zeru |
| 793 | za w. 7 g | dodać ustęp opuszczony | Powyższe trzy wzory na pojemność uwzględniają tylko powierzchnię walcowatą (bez powierzchni końcowych) i są ważne w założeniu, że stosunek $l : d$ jest bardzo wielki. Podobnie dla dwóch wzorów poniższych znów stosunek $0 : d$ powinien być również bardzo wielki. |
| 793 | 8 od dołu | czyli: | a jeżeli oś przewodu leży w jednej płaszczyźnie, to dla dowolnego punktu tej płaszczyzny będzie: |
| 835 | 4 g | za „wznieconego“ dodać: | lub samowznietnego |
| 889 | Nagłówek | II. | VII |
| 972 | 22 g | za „państw“ dodać: | względnie jego poddani |
| 973 | 17 do 23 g | 2. Anglia. . . . | zastąpić zmianą podaną w „Uzupełnieniach“ na str. 982. |
| 973 | 3 d | co rok | co dwa lata |
| 973 | 2 d | nie podlega | podlega |
| 974 | 13 do 19 g | 15. Szwajcarya . . . | zastąpić zmianą, podaną w „Uzupełnieniach“ na str. 983 w. 7 do 16 g. |
| 975 | 1 do 4 g | | |
| 974 i 975 | 3 d | Opłaty we W. Brytanii zmienione podług danych w „Uzupełnieniach“ str. 982 i 983 | |
| 975 | 13 d (w rubryce Hiszpania) | P. 8<br>P. 16<br>P. 24 | P. 10<br>P. 20<br>P. 30 |
| 976 | 10 g | za „Mieszkańcy“ dodać: | lub poddani |
| 976 | 21 g | za „mieszkańcom“ dodać: | lub poddanym |
| 1036 | — | Do objaśnienia skróceń dodać: | *b. m.* = budowa maszyn<br>*górn.* = górnictwo<br>*tw.* = tworzywa (materyały). |

# Poprawki dotyczące wyrazownictwa.

| Zamiast wyrazu | Lepiej wprowadzić | Stronica i wiersz |
|---|---|---|
| | **w Tomie I-ym.** | |
| system | układ | 205 w. 10 d. i nast. |
| gaziarka | gazownica (jako generator czadu) | 800 w. 7 d. |
| | **w Tomie II-im.** | |
| żelazo spawalne lub skowalne | żelazo zlipne | np. 10 w. 22 i 23 g.; 17 w. 11 d. |
| hartowany, zahartowanie | utwardzony, utwardzenie | np. 17 w. 30 g.; 47 w Uwadze w. 1. i. t. p. |
| sześciokątnik | sześciograniik | 20 w. 9 d.; 21 w. 1 g., oraz 5 i 4 d. |
| żabka (hak) | szyniak | 59 w. 13 i 6 d.; 60 w. 3 g.; 209 w. 18 i 16 d.; 213 w. 9 i 2 d.; 214 w. 2 g; i t. d. |
| lut | lutowie | 77 w. 11 i 21 g., oraz w 4-ch napisach tablic. |
| krzywe przeciwnej krzywości; krzywe przeciwne; przeciwkrzywe | krzywe różnozwrotne. | np. 206 w. 20 g.; 229 w. 29 d. i. t d. |
| rozstawa (osi) | rozstęp | 214 w. 15 d.; 229 w. 29 i 31 g.; 234 w. 23 d.; 235 w. 8, 12 i 13 g, oraz 7 i 6 d.; 239 w. 11 d. i t. d. |
| iskrochłon | odiskiernik | 213 w. 13 g. |
| sprzęgło (wagonowe) | sprzęg (wagonowy) | 215 w. 13 i 26 g. |
| sygnalizacya (czynność) | sygnałowanie | 215 w. 15 g. |
| sygnalizacya (urządzenie) | urządzenie sygnałowe | 215 w. 28 d. |
| eksploatacya | ozysk | 215 w. 15 i 14 d.; 231 w. 5 g.; 238 w. 21 i 24 g.; 239 w. 12 g. i t. d. |

| Zamiast wyrazu | Lepiej wprowadzić | Stonica i wiersz |
|---|---|---|
| rozszerzenie (toru) | poszerzenie | 218 w. 5 i 6 g.; 225 w. 14.; 226w. 6, 9, 11, 15, 16, 19, 24 i 25 g. i 228 w. 11 d. |
| peron (kolejowy) | wsiad | 226 w. 13 i 11 d.; 228 w. 16, 15, 14 i 8 d. |
| krzywe równokierunkowej krzywości | krzywe jednakowozwrotne | 229 w. 21 d. |
| hamowanie ześrodkowane | hamowanie zespolone | 230 w. 32, 16 i 6 d. |
| mur oporowy | mur wsporczy | 231 w. 18 i 28 g.; 232 w. 7 g. |
| przyczepność | tarcie | 232 w. 13 i 9 d. i inne. |
| wagon otwarty | wagon niekryty | 234 w. 10 i 12 g.; 235 w. 19 d.; 236 w. 15 g. |
| wagon przejściowy | wagon przechodny | 236 w. 11 i 10 d. |
| budowa dolna | poddroże | np. 238 w. 25 i 26 g. |
| nawiewnik | nawiewka | 587 w. 9, 14 i 18 g. |
| wywiewnik | wywiewka | 587 w. 19, 14, 13 i 12 d. |
| schodzący (kanał, pion, rura) | opadny | 588 w. 7 g.; 598 w. 25 g. oraz 6 i 1 d.; 606 w. 8. d. |
| wschodzący (kanał, pion, rura) | wznośny | 587 w. 7 d.; 598 w. 23 g. oraz 8 i 7 d.; 600 w. 3 d.; 606 w. 9 d. |
| przeciwnapięcie samowzniecone | samowznieta | 835 w. 9, 12 i 13 g. |

# DZIAŁ ÓSMY.

# MATERYAŁY BUDOWLANE.

## I. CZĘŚĆ OGÓLNA.

### A. Pierwiastki chemiczne i ich związki. *)

#### 1. Tablica zasadnicza ciężarów atomowych.

**Uwaga:** Tablica poniższa, zgodnie z postanowieniem Komisyi międzynarodowej z r. 1900, obliczona na podstawie ciężarów atomowych: **O = 16. H = 1,008,** a wyniki obliczeń zaokrąglone do dwóch miejsc dziesiętnych. (Dokładna wartość: H = 1,0076). (Tablica pierwiastków o podstawie H = 1, t. nazw. Tablica dydaktyczna, p. str. 5).

| Nazwa | Wzór chemiczny | Ciężar atomowy, wzgl. cząsteczkowy | Zawartość w związku % na wagę |
|---|---|---|---|
| Antymon | Sb | 120 | — |
| Trójsiarczek antymonu (Siarczek antymonawy) | $Sb_2S_3$ | 336,18 | 71,39 Sb |
| Pięciosiarczek antymonu (Siarczek antymonowy) | $Sb_2S_5$ | 400,30 | 59,96 Sb |
| Argon | A | 39,9 | — |
| Arsen | As | 75 | — |
| Bezwodnik arsenawy | $As_2O_3$ | 198, | 75,76 As |
| Trójsiarczek arsenu (Auripigment). | $As_2S_3$ | 246,18 | 60,93 As |
| Azot | N | 14,04 | — |
| Trójwodorek azotu (Amoniak) | $NH_3$ | 17,06 | 82,28 N |
| Chlorek amonu (Salamoniak) | $NH_4Cl$ | 53,52 | 31,88 $NH_3$ |
| Kwas azotowy | $HNO_3$ | 63,05 | 22,27 N |
| Bar | Ba | 137,4 | — |
| Tlenek barawy | BaO | 153,4 | 89,57 Ba |
| Tlenek barowy | $BaO_2$ | 169,4 | 90,56 Ba O |
| Siarczan barawy | $BaSO_4$ | 233,46 | 65,71 Ba O |
| Węglan barawy | $BaCO_3$ | 197,4 | 77,71 Ba O |
| Beryl | Be | 9,1 | — |
| Bizmut | Bi | 208,5 | — |
| Tlenek bizmutawy | $Bi_2O_3$ | 465 | 89,68 Bi |
| Trójsiarczek bizmutu (Siarczek bizmutawy) | $Bi_2S_3$ | 513,18 | 81,26 Bi |

*) Chemik Polski, 1901 Nr. 2, podał ciężary atomowe pierwiastków chemicznych (podług postanowień Komisyi międzynarodowej), opracowane przez J. Bieleckiego — podług tych danych redakcya obliczyła tablicę powyższą dla niniejszego wydawnictwa.

| Nazwa | Wzór chemiczny | Ciężar atomowy, wzgl. cząsteczkowy | Zawartość w związku % na wagę |
|---|---|---|---|
| Bor | B | 11 | — |
| Bezwodnik borowy | $B_2O_3$ | 70 | 31,43 B |
| Brom | Br | 79,96 | — |
| Bromek srebrowy | AgBr | 187,89 | 42,56 Br |
| Cer | Ce | 140 | — |
| Cez | Cs | 133 | — |
| Chlor | Cl | 35,45 | — |
| Chlorek srebrowy | AgCl | 143,38 | 24,73 Cl |
| Chlorowodór | HCl | 36,46 | 97,24 Cl |
| Chrom | Cr | 52,1 | — |
| Tlenek chromowy | $Cr_2O_3$ | 152,2 | 68,46 Cr |
| Cyna | Sn | 118,5 | — |
| Tlenek cynowy | $SnO_2$ | 150,5 | 78,74 Sn |
| Cynk | Zn | 65,4 | — |
| Tlenek cynkowy | ZnO | 81,4 | 80,34 Zn |
| Siarczan cynkowy, siedmiowodny (Witryol cynku) | $ZnSO_4 + 7\,H_2O$ | 287,57 | 28,31 ZnO |
| Węglan cynkowy | $ZnCO_3$ | 125,4 | 64,91 ZnO |
| Siarczek cynkowy (Blenda cynkowa) | ZnS | 97,46 | 67,10 Zn |
| Cyrkon | Zr | 90,7 | — |
| Erb | Er | 166 | — |
| Fosfór | P | 31 | — |
| Fosforan wapniowy | $Ca_3P_2O_8$ | 310 | 45,81 $P_2O_5$ |
| Fluor | F | 19 | — |
| Fluorek wapnia (Fluspat, topnik) | $CaF_2$ | 78 | 48,72 F |
| Gadolin | Gd | 156 | — |
| Gal | Ga | 70 | — |
| German | Ge | 72 | — |
| Glin | Al | 27,1 | — |
| Tlenek glinowy | $Al_2O_3$ | 102,2 | 53,03 Al |
| Chlorek glinowy | $Al_2Cl_6$ | 266,9 | 20,31 Al |
| Wodorotlenek glinowy | $Al_2(OH)_6$ | 156,25 | 34,69 Al |
| Ałun potasowy | $K_2SO_4 + Al_2(SO_4)_3 + 24\,H_2O$ | 949,21 | 5,71 Al |
| Hel | He | 4 | — |
| Ind | In | 114 | — |
| Iryd | Ir | 193 | — |
| Jod | J | 126,85 | — |
| Jodek srebrowy | AgJ | 234,78 | 54,03 J |

| Nazwa | Wzór chemiczny | Ciężar atomowy, wzgl. cząsteczkowy | Zawartość w związku % na wagę |
|---|---|---|---|
| Kadm | Cd | 112,4 | — |
| Kobalt | Co | 59 | — |
| Krypton | Kr | 81,8 | — |
| Krzem | Si | 28,4 | — |
| Bezwodnik krzemowy | $SiO_2$ | 60,4 | 47,02 Si |
| Ksenon | X | 128 | — |
| Lantan | La | 138 | — |
| Lit | Li | 7,03 | — |
| Magnez | Mg | 24,36 | — |
| Tlenek magnezowy | MgO | 40,36 | 60,36 Mg |
| Siarczan magnezowy, siedmiowodny (Sól gorzka) | $MgSO_4 + 7H_2O$ | 246,53 | 16,37 Mg |
| Mangan | Mn | 55 | — |
| Dwutlenek manganu (Pyrolusit) | $MnO_2$ | 87 | 63,22 Mn |
| Siarczek manganawy (Blenda manganowa) | MnS | 87,06 | 63,17 Mn |
| Miedź | Cu | 63,6 | — |
| Tlenek miedziowy | CuO | 79,6 | 79,90 Cu |
| Siarczek miedziowy | CuS | 95,66 | 66,49 Cu |
| Siarczan miedziowy, pięciowodny (Witryol niebieski) | $CuSO_4 + 5H_2O$ | 249,74 | 31,87 CuO |
| Molibden | Mo | 96 | — |
| Neodym | Nd | 143,6 | — |
| Neon | Ne | 20 | — |
| Nikiel | Ni | 58,7 | — |
| Tlenek niklawy | NiO | 74,7 | 78,58 Ni |
| Niob | Nb | 94 | — |
| Ołów | Pb | 206,9 | — |
| Tlenek ołowiawy | PbO | 222,9 | 92,82 Pb |
| Tlenek ołowiawo-ołowiowy (Minia) | $Pb_3O_4$ | 684,7 | 90,65 Pb |
| Siarczek ołowiawy (Błyszcz ołowiany) | PbS | 238,96 | 86,56 Pb |
| Siarczan ołowiawy | $PbSO_4$ | 302,96 | 73,57 PbO |
| Chlorek ołowiawy | $PbCl_2$ | 277,8 | 74,48 Pb |
| Osm | Os | 191 | — |
| Pallad | Pd | 106 | — |
| Platyna | Pt | 194,8 | — |
| Chlorek potasowo-platynowy | $K_2PtCl_6$ | 485,8 | 40,10 Pt |

| Nazwa | Wzór chemiczny | Ciężar atomowy, wzgl. cząsteczkowy | Zawartość w związku % na wagę |
|---|---|---|---|
| Potas | K | 39,15 | — |
| Wodorotlenek (wodzian) potasowy [potaż żrący] | KOH | 56,16 | 83,96 $K_2O$ |
| Chlorek potasu | KCl | 74,6 | 52,48 K |
| Siarczan potasowy | $K_2SO_4$ | 174,36 | 54,08 $K_2O$ |
| Azotan potasowy (Saletra) | $KNO_3$ | 101,19 | 46,60 $K_2O$ |
| Węglan potasowy (Potaż) | $K_2CO_3$ | 138,3 | 68,19 $K_2O$ |
| Dwuchromian potasu | $K_2Cr_2O_7$ | 294,5 | 32,02 $K_2O$ |
| Cyanek potasu | KCN | 65,19 | 60,06 K |
| Prazeodym | Pr | 140,5 | — |
| Rod | Rh | 103 | — |
| Rtęć | Hg | 200 | — |
| Tlenek rtęciowy | HgO | 216 | 92,59 Hg |
| Siarczek rtęciowy (Cynober) | HgS | 232,06 | 86,18 Hg |
| Chlorek rtęciawy (Kalomel) | HgCl | 235,45 | 84,94 Hg |
| Chlorek rtęciowy (Sublimat) | $HgCl_2$ | 270,9 | 73,83 Hg |
| Rubid | Rb | 85,4 | — |
| Ruten | Ru | 101,7 | — |
| Samar | Sa | 150 | — |
| Selen | Se | 79,1 | — |
| Siarka | S | 32,06 | — |
| Kwas siarczany (siarkowy) | $H_2SO_4$ | 98,08 | 32,69 S |
| Siarkowodór | $H_2S$ | 34,08 | 94,08 S |
| Skand | Sc | 44,1 | — |
| Sód | Na | 23,05 | — |
| Wodorotlenek (wodzian) sodowy [Soda żrąca] | NaOH | 40,06 | 77,51 $Na_2O$ |
| Siarczan sodowy (Sól glauberska) | $Na_2SO_4$ | 142,16 | 43,68 $Na_2O$ |
| Węglan sodowy (Soda) | $Na_2CO_3$ | 106,1 | 58,53 $Na_2O$ |
| Azotan sodowy (Saletra chilijska) | $NaNO_3$ | 85,09 | 36,49 $Na_2O$ |
| Pyroboran sodu dziesięciowodny (Boraks) | $Na_2B_4O_7 + 10H_2O$ | 382,26 | 16,25 $Na_2O$ |
| Chlorek sodu (Sól kuchenna) | NaCl | 58,5 | 39,40 Na |
| Srebro | Ag | 107,93 | — |
| Stront | Sr | 87,6 | — |
| Siarczan strontowy | $SrSO_4$ | 183,66 | 56,41 SrO |
| Węglan strontowy | $SrCO_3$ | 147,6 | 70,19 SrO |
| Tal | Tl | 204,1 | — |
| Tantal | Ta | 183 | — |
| Tellur | Te | 127 | — |
| Tlen | O | 16 | — |
| Tor | Th | 232,5 | — |
| Tul | Tu | 171 | — |

| Nazwa | Wzór chemiczny | Ciężar atomowy, wzgl. cząsteczkowy | Zawartość w związku % na węgę |
|---|---|---|---|
| Tytan | Ti | 48,1 | — |
| Uran | U | 239,5 | — |
| Wanad | V | 51,2 | — |
| Wapń | Ca | 40 | — |
| Węglek wapnia (Karbid) | $CaC_2$ | 64 | 62,50 Ca |
| Tlenek wapnia (Wapno palone żrące) | CaO | 56 | 71,43 Ca |
| Wodorotlenek (wodzian) wapnia (Wapno gaszone) | $Ca(OH)_2$ | 74,02 | 75,66 CaO |
| Węglan wapniowy (Spat wapienny) | $CaCO_3$ | 100 | 56,00 CaO |
| Siarczan wapniowy (Anhydryt) | $CaSO_4$ | 136,06 | 41,16 CaO |
| Węgiel | C | 12 | — |
| Tlenek węgla | CO | 28 | 42,86 C |
| Bezwodnik węglowy | $CO_2$ | 44 | 27,27 C |
| Acetylen | $C_2H_2$ | 26,02 | 92,25 C |
| Wodór | H | 1,01 | — |
| Woda | $H_2O$ | 18,02 | 88,01 O; 11,19 H |
| Wolfram | W | 184 | — |
| Yterb | Yb | 173 | — |
| Ytr | Y | 89 | — |
| Złoto | Au | 197,2 | — |
| Żelazo | Fe | 56 | — |
| Tlenek żelazawy | FeO | 72 | 77,78 |
| Tlenek żelazowy | $Fe_2O_3$ | 160 | 70,00 Fe |
| Siarczek żelazawy | FeS | 88,06 | 63,59 Fe |
| Siarczek żelazowy | $Fe_2S_3$ | 208,18 | 53,80 Fe |
| Siarczan żelazowy, siedmiowodny (Witryol zielony) | $FeSO_4 + 7H_2O$ | 278,17 | 25,88 FeO |

## II. Tablica t. zw. dydaktyczna ciężarów atomowych. *)

Uwaga: Podstawą tej tablicy jest: **H = 1,00; O = 15,88.** Komisya międzynarodowa zezwoliła na stosowanie tych ciężarów atomowych przy wykładach szkolnych, zwłaszcza dla początkujących, którym **H** jako jedność ułatwia poglądowe zrozumienie zasad związków chemicznych.

| Nazwa | Znak | Ciężar atomowy | Nazwa | Znak | Ciężar atomowy | Nazwa | Znak | Ciężar atomowy |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Antymon | Sb | 119,1 | Brom | Br | 79,36 | Erb | Er | 164,8 |
| Argon | A | 39,6 | Cer | Ce | 139,0 | Fosfor | P | 30,77 |
| Arsen | As | 74,4 | Cez | Cs | 132,0 | Fluor | F | 18,9 |
| Azot | N | 13,93 | Chlor | Cl | 35,18 | Gadolin | Gd | 155,0 |
| Bar | Ba | 136,4 | Chrom | Cr | 51,7 | Gal | Ga | 69,5 |
| Beryl | Be | 9,03 | Cyna | Sn | 117,6 | German | Ge | 72,5 |
| Bizmut | Bi | 206,9 | Cynk | Zn | 64,9 | Glin | Al | 26,9 |
| Bor | B | 10,9 | Cyrkon | Zr | 90,0 | Hel | He | 4,0 |

*) J. Bielecki, Chemik Polski 1901, Nr. 2.

| Nazwa | Znak | Ciężar atomowy | Nazwa | Znak | Ciężar atomowy | Nazwa | Znak | Ciężar atomowy |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ind | In | 113,1 | Ołów | Pb | 205,35 | Tantal | Ta | 181,6 |
| Iryd | Ir | 191,5 | Osm | Os | 189,6 | Tellur | Te | 126,0 |
| Jod | J | 125,9 | Pallad | Pd | 105,2 | Tlen | O | 15,88 |
| Kadm | Cd | 111,6 | Platyna | Pt | 193,3 | Tor | Th | 230,8 |
| Kobalt | Co | 58,56 | Potas | K | 38,86 | Tul | Tu | 170,0 |
| Krypton | Kr | 81,2 | Prazeodym | Pr | 139,4 | Tytan | Ti | 47,7 |
| Krzem | Si | 28,2 | Rod | Rh | 102,2 | Uran | U | 237,7 |
| Ksenon | X | 127,0 | Rtęć | Hg | 198,8 | Wanad | V | 50,8 |
| Lantan | La | 137,0 | Rubid | Rb | 84,76 | Wapń | Ca | 39,7 |
| Lit | Li | 6,98 | Ruten | Ru | 100,9 | Węgiel | C | 11,91 |
| Magnez | Mg | 24,18 | Samar | Sa | 148,9 | **Wodór** | **H** | **1,00** |
| Mangan | Mn | 54,6 | Selen | Se | 78,5 | Wolfram | W | 182,6 |
| Miedź | Cu | 63,1 | Siarka | S | 31,83 | Yterb | Yb | 172 |
| Molibden | Mo | 95,3 | Skand | Sc | 43,8 | Ytr | Y | 88,3 |
| Neodym | Nd | 142,5 | Sód | Na | 22,88 | Złoto | Au | 195,7 |
| Neon | Ne | 19,9 | Srebro | Ag | 107,12 | Żelazo | Fe | 55,6 |
| Nikiel | Ni | 58,3 | Stront | Sr | 86,94 | (Cyan) C N | Cy | 25,84 |
| Niob | Nb | 93,3 | Tal | Tl | 202,6 | (Rodan) S C N | SCN | 57,67 |

## B. Ciężkości właściwe.

**Ciężkością właściwą danego ciała** stałego lub ciekłego nazywamy stosunek liczebny $\sigma$ jego wagi do wagi (objętościowo równej ilości) wody chemicznie czystej, przy $4^0$ temperatury, przyczem ciało dane i wodę ważyć trzeba w tem samem miejscu geograficznem.

Natomiast **ciężkością właściwą ciała lotnego** (gazu lub pary) zwiemy stosunek liczebny $\sigma'$ jego wagi do wagi (objętościowo równej ilości) suchego i czystego powietrza atmosferycznego, przy $0^0$ temperatury i ciśnieniu 760 mm sł. rt. Ważenie powietrza i gazu lub pary powinno odbywać się w tem samem miejscu, a skład czystego powietrza podaliśmy na str. 321, Tomu I.

Ponieważ stosunek mieszaniny gazów, wchodzących w skład powietrza atmosferycznego (azotu, tlenu, pary wodnej, bezwodnika węglowego, argonu i t. p.) nie jest stały, więc byłoby prawidłowiej, oznaczać ciężkości właściwe gazów i par, obierając jako jednostkę ciężkość chemicznie czystego wodoru. W tym celu wypadałoby liczby podane na str. 14 przemnożyć przez 14,43.

Oznaczywszy objętość cieczy lub ciała stałego przez $V$, lotnego przez $V'$, w litrach, a wagę " " " " " $G$, " " " $G'$, w kg. otrzymamy: $G = V\sigma$, oraz $G' = 0{,}001\,293\ V'\sigma'$.

A zatem: 1 $l$ ciała stałego lub cieczy waży $\sigma$ kg,

a warstwa 1 mm wysoka, na polu 1 $m^2$ rozłożona, waży $\sigma$ kg,

1 $m^3$ ciała lub cieczy waży 1000 $\sigma$ kg, czyli $\sigma$ $t$ (tonn):

1 $l$ gazu waży 0,001 293 $\sigma'$ kg, czyli 1,293 $\sigma'$ g,

a 1 $m^3$ gazu waży 1,293 $\sigma'$ kg.

Ciężkość właściwa **ziemi** naszej (oznaczona, metodą Jolly'ego, przez König'a, Krigara i Menzel'a, oraz przez Richarz'a) wynosi 5,505, a zatem waga ziemi około 5960 trylionów ton.

Podane poniżej wartości $\sigma$ i $\sigma'$ są bądź to średniemi, bądź też, gdy podano dwie cyfry, krańcowemi.

## a. Ciężkości właściwe ciał stałych.

Woda (przy $4^0$ C) = 1.

| | |
|---|---|
| Agat | 2,5 — 2,8 |
| Alabaster (gips ziarnisty) | 2,3 — 2,8 |
| Ałun potasowy | 1,71 |
| Amalgamat (rodzimy) | 13,7 — 14,1 |
| Antracyt | 1,4 — 1,7 |
| Antymon | 6,7 |
| Aragonit (rodzaj spatu wapiennego) | 3,0 |
| Arsen | 5,7 — 5,8 |
| Asfalt (smoła ziemna) | 1,1 — 1,5 |
| Azbest | 2,1 — 2,8 |
| „ w tekturze | 1,2 |
| Bawełna (wyschła na powietrzu) | 1,47 — 1,50 |
| Bazalt (słupień) | 2,7 — 3,2 |
| Beton | 1,8 — 2,45 |
| Bezwodnik arsenawy | 3,69 — 3,72 |
| „ krzemowy, krystaliczny | 2,6 |
| „ „ bezpostaciowy | 2,2 |
| Biel ołowiowa | 6,7 |
| Bizmut rodzimy | 9,78 |
| „ w odlewach | 9,82 |
| „ roztopiony | 10,055 |
| Błyszcz antymonowy | 4,6 — 4,7 |
| „ kobaltowy | 6,0 — 6,1 |
| „ miedziowy | 5,5 — 5,8 |
| „ ołowiowy | 7,3 — 7,6 |
| Bor | 2,68 |
| Boracyt | 2,9 — 3,0 |
| Boraks | 1,7 — 1,8 |
| Bronz nafosforzony | 8,8 |
| „ glinowy | 7,7 |
| „ z dodatkiem 7,9—14% cyny | 7,4 — 8,9 |
| Bruk drewniany | 0,69 — 0,72 |
| Brykiety węglowe | 1,25 |
| Brzemień (spat ciężki) | 4,5 |
| Bursztyn | 1,0 — 1,1 |
| Cegła zwykła | 1,4 — 1,55 |
| „ klinkier | 1,6 — 2,0 |
| Cementy p. rozdział V działu niniejszego | |
| Chlorek baru, krystał. | 3,7 |
| „ cynku | 2,75 |
| Cukier biały | 1,61 |
| Cukier ołowiowy | 2,4 |
| Cyna klepana lub walcowana | 7,3 — 7,5 |
| „ w odlewach | 7,2 |
| „ roztopiona | 7,025 |
| Cyniak (ruda cynowa) | 6,4 — 7,0 |
| Cynk w odlewach | 6,86 |
| „ walcowany | 7,13 — 7,20 |
| „ roztopiony | 6,48 |
| Cynober | 8,12 |
| Dolomit | 2,9 |

| Drzewa: | wyschłe na powietrzu | świeże |
|---|---|---|
| akacjowe | 0,58—0,85 | 0,75—1,00 |
| brzezina | 0,51—0,77 | 0,80—1,09 |
| bukowe (buczyna) | 0,66—0,83 | 0,85—1,12 |
| bukszpanowe | 0,91—1,16 | 1,20—1,26 |
| cedrowe | 0,57 | — |
| dębina | 0,69—1,07 | 0,93—1,28 |
| grabina | 0,62—0,82 | 0,92—1,25 |
| gruszowe | 0,61—0,73 | 0,96—1,07 |
| gwajakowe | 1,17—1,39 | — |
| heban | 1,26 | — |
| hikory amerykańskie | 0,60—0,90 | — |
| jabłoniowe | 0,66—0,84 | 0,95—1,26 |
| jarzębina | 0,69—0,89 | 0,87—1,13 |
| jesionowe | 0,57—0,94 | 0,70—1,14 |
| jedlina | 0,37—0,75 | 0,77—1,23 |
| kasztanowe | 0,58 | — |
| klonowe | 0,53—0,81 | 0,83—1,05 |
| lipina | 0,32—0,59 | 0,58—0,87 |
| mahoń | 0,56—1,06 | — |
| modrzewina | 0,47—0,56 | 0,81 |
| orzechowe | 0,60—0,81 | 0,91—0,92 |
| śliwowe | 0,68—0,90 | 0,87—1,17 |
| sośnina | 0,31—0,76 | 0,38—1,08 |
| sośnina smolista (amer. pitch-pine) | 0,83—0,85 | — |
| świerczyna | 0,35—0,60 | 0,40—1,07 |
| topolowe | 0,36—0,59 | 0,61—1,07 |
| wiązowe | 0,56—0,82 | 0,78—1,18 |
| wierzbowe | 0,49—0,59 | 0,79 |
| wiśniowe | 0,76—0,84 | 1,05—1,18 |

| | |
|---|---|
| Dwuchromian potasowy | 2,7 |
| Dwutlenek manganu (Pyrohizyt) | 3,7 — 4,6 |

| | |
|---|---|
| Dyament | 3,5 — 3,6 |
| Farba chromowa, żółta | 6,0 |
| Farba czerwona, angielska | 3,5 — 3,8 |
| Fenol (przy 0°) | 1,08— 1,09 |
| Fosfór biały | 1,82 |
| „ czerwony | 2,18 |
| „ krystaliczny | 2,34 |
| Gabro (Eufotyt) | 2,9 — 3,0 |
| Galman | 4,1 — 4,5 |
| Gips palony | 1,81 |
| „ w odlewie suchym | 0,97 |
| „ przesiewany | 1,25 |
| Glejta ołowiowa, rodzima | 7,83— 7,98 |
| „ „ sztuczna | 9,3 — 9,4 |
| Glin chem. czysty | 2,6 |
| „ klepany | 2,75 |
| „ w odlewie | 2,56 |
| Glina chuda, sucha | 1,52 |
| „ świeżo kopana | 1,67— 2,85 |
| Glina tłusta | 1,8 — 2,6 |
| Gnejs | 2,4 — 2,7 |
| Grafit | 1,9 — 2,3 |
| Granat | 3,4 — 4,3 |
| Granit | 2,51— 3,05 |
| Guma arabska | 1.31— 1,45 |
| Guma surowa (kauczuk) | 0,92— 0,96 |
| „ w wyrobach | 1,0 — 2,0 |
| „ „ średnio | 1,45 |
| Gummi-gutta | 1,2 |
| Gutaperka | 0,96— 0,99 |
| Hornblenda | 3,0 |
| Iskrzyk (siarczek żel.) | 4,9 — 5,2 |
| Jęczmień (nasypany) | 0,69 |
| Jod | 4,95 |
| Kadm | 8,6 |
| Kalafonia | 1,07 |
| Kaolin (glinka porcelanowa) | 2,2 |
| Kartofle (ziemniaki) | 1,06— 1,13 |
| Kauczuk surowy | 0,92— 0,96 |
| Klej stolarski | 1,27 |
| Kobalt | 8,51 |
| „ proszkowany, do | 9,5 |
| Koks w kawałkach | 1,4 |
| Konopie, włókna wyschłe | 1,5 |
| Korek | 0,24 |
| Korkowe cegły i płyty: białe | 0,25 |
| „ „ czarne | 0.56 |
| Korund | 3,9 — 4,0 |
| Kości | 1,7 — 2,0 |
| Kość słoniowa | 1,83— 1,92 |
| Kreda | 1,8 — 2,6 |
| Krochmal w grudkach | 1,53 |
| Kryształ górny czysty | 2,6 |
| Krzemień | 2,6 — 2,8 |
| Krzemionka | 2,66 |
| Kwarzec | 2,5 — 2,8 |
| „ na kamienie młyńskie | 1.25— 1,60 |
| Lawa bazaltowa | 2,8 — 3,0 |
| „ trachytowa | 2,0 — 2,7 |
| Len, włókna wyschłe, | 1,5 |
| Linoleum w zwojach | 1,15— 1,30 |
| Lód | 0,88— 0,92 |
| Łój | 0,90— 0,97 |
| Łojek (słoniniec, talk) | 2,6 — 2,8 |
| Łupek zwykły | 2,65— 2,7 |
| „ gliniany | 2,76— 2,88 |
| „ szlifierski | 2,1 |
| Łyszczyk (mika) | 2,65— 3,20 |
| Magnetyt (ruda żel.) | 4,9 — 5,2 |
| Magnez | 1.74 |
| Magnezia (tlenek magn.) | 3,2 |
| Mąka luźna | 0.4 — 0,5 |
| „ stłoczona | 0,7 — 0,8 |
| Malachit | 3,7 — 4,1 |
| Mangan | 7,15— 8,03 |
| Marmur zwykły | 2,52— 2,85 |
| „ kararyjski | 2,72 |
| Martwica (tuf) z łomu | 1,3 |
| „ w cegłach | 0,8 — 0,9 |
| Masło | 0.94— 0,95 |
| Metal biały, na panewki | 7,1 |
| „ „Delta“ | 8,6 |
| Miedź w odlewach | 8,8 |
| „ walcow. lub klepana | 8,9 — 9,0 |
| „ w drutach | 8.8 — 9,0 |
| „ elektrolityczna | 8,9 — 8,95 |
| „ roztopiona | 8,22 |

| | |
|---|---|
| Minia (ołowiowa) | 8.6 — 9,1 |
| Mosiądz walcowany (zależnie od % cynku) | 8,52 — 8,62 |
| „ w odlewach (zależnie od % cynku) | 8,4 — 8,7 |
| „ wyciągany (zależnie od % cynku) | 8,43 — 8,73 |
| Mur z cegły pełnoj. świeży | 1,57 — 1,63 |
| „ „ „ wyschły | 1,42 — 1,46 |
| Mylnik (Apatyt) | 3,16 — 3,22 |
| Naftalina | 1,15 |
| Niebieściec (modryn) | 3,9 |
| Nikiel | 8,9 — 9,2 |
| Okra | 3,5 |
| Olrot | 0,88 — 0,94 |
| Ołów | 11.25 - 11.37 |
| „ roztopiony | 10,37 |
| Opal | 2,2 |
| Owies nasypany | 0,43 |
| Papier | 0.7 — 1,15 |
| Parafina | 0,87 — 0,91 |
| Pianka morska | 0.99 — 1,28 |
| Piasek drobnoziarnisty, suchy | 1,4 — 1,65 |
| „ „ wilgotny | 1.9 — 2,05 |
| „ gruboziarnisty, suchy | 1,4 — 1,5 |
| Piaskowiec z łomów | 2,2 — 2,5 |
| „ sztuczny | 2,03 |
| Platyna klepana | 21,3 — 21,5 |
| „ w odlewie | 21,15 |
| Porcelana chińska | 2,4 — 2,5 |
| „ berlińska | 2,29 |
| Porfir | 2,6 — 2,9 |
| „ czarny (Melafir) | 2,6 |
| Potas | 0,865 |
| Potaż żrący, suchy | 2,1 |
| „ zwykły | 2,26 |
| Proch strzelniczy, luźny | 0,9 |
| „ „ ubity | 1,75 |
| Pszenica nasypana | 0.7 — 0,8 |
| Pumeks (gąbczak) kopalny | 0,37 — 0,9 |
| „ „ wiedeński | 2,2 — 2,5 |
| „ „ sufitowy (izolacyjny) | 0,38 |
| Ruda manganowa, czerwona | 3,46 |
| „ „ czarna | 3,9 — 4,1 |
| „ żelazna, brunatna | 3,7 — 3,9 |
| Salamoniak | 1,5 — 1,6 |
| Saletra chilijska (sodowa) w kryszt. | 2,26 |
| „ potasowa | 1,95 — 2,08 |
| Siarczek miedzi | 4,1 — 4,3 |
| Siarka bezpostaciowa | 1,93 |
| „ krystaliczna | 1,96 i 2,07 |
| „ rodzima | 2,07 |
| Siniec (syenit) | 2,6 — 2,8 |
| Skóra natłuszczona | 1,02 |
| „ sucha | 0,86 |
| Smoła (pak) | 1,07 — 1,10 |
| Śnieg luźny | 0,125 |
| Sód | 0,978 |
| Soda żrąca z 22,2 % $H_2O$ | 2,0 |
| „ zwykła krystaliczna | 1,45 |
| „ „ wyżarzona | 2,5 |
| Sól gorzka w kryształach | 1,7 — 1.8 |
| „ „ pozbawiona wody | 2,6 |
| Sól kuchenna kamienna | 2,28 — 2,41 |
| „ „ warzona | 2,15 — 2,17 |
| Spat wapienny | 2,6 — 2,8 |
| „ polny (feldspat) orthoklaz | 2,53 — 2,58 |
| Srebro w odlewach | 10,42 — 10,53 |
| „ klepane | 10,5 - 10,6 |
| „ roztopione | 9,51 |
| Srebro nowe (Argentan) | 8,4 — 8,7 |
| Stal spawalna | 7,86 |
| „ zlewna *) | 7,86 |
| Stront | 2,5 |
| Stroncyanit | 3,7 |
| Szamot w cegłach | 1,85 |
| Szkło boraksowe | 2,6 |
| „ butelkowe | 2,6 |
| „ kryształowe | 2,9 — 3,0 |

*) Przy zawartości % C: 0,09 | 0,20 | 0,37 | 0,51 | 0,81 | 0,97%
Ciężkość właściwa jest: 7,8705 | 7,8609 | 7,8433 | 7,8398 | 7,8248 | 7,8155.

| | |
|---|---|
| Szkło krzemienio-we (angiel. flintglass) | 3,15 — 3,90 |
| „ okienne zwykłe | 2,4 — 2,6 |
| „ zielone | 2,64 |
| „ zwierciadla-ne (angiel. crownglass) | 2,45 — 2,72 |
| Szmaragd | 2,68 — 2,73 |
| Szmyrgiel | 4,0 |
| Tłuszcze | 0,92 — 0,94 |
| Topaz | 3,51 — 3,57 |
| Topnik (fluspat) | 3,1 — 3,2 |
| Torf ziemisty | 0,64 |
| „ smolisty | 0,84 |
| Tras mielony | 0,95 |
| Trójsiarczek arse-nu (auripigment) | 3,4 — 3,5 |
| Turmalin | 2,94 — 3,24 |
| Umbra (ziemia umbra) | 2,2 |
| Wapień, wapniak | 2,46 — 2,84 |
| Wapno wypalone | 2,3 — 3,2 |
| „ gaszone | 1,3 — 1,4 |
| Węgiel brunatny | 1,2 — 1,5 |
| „ drzewny wraz z powietrzem | 0,4 |
| „ „ sama masa | 1,4 — 1,5 |
| „ kamienny | 1,2 — 1,5 |
| Węglek wapnia (karbid) | 2.26 |
| Wełna owcza, wy-schła | 1,32 |
| Wężowiec [serpen-tyn] | 2,4 — 2,7 |
| Witryol biały (siarczan cynk.) kryst. | 2,04 |
| „ niebieski (s. miedzi) „ | 2,2 — 2,3 |
| Witryol zielony (s. żelaz.) „ | 1,8 — 1,98 |
| Wolfram | 17,5 |
| Wosk | 0,95 — 0,98 |
| Zaprawa wapienna: | |
| „ „ sucha | 1,65 |
| „ „ świeża | 1,78 |
| „ „ średnio | 1,7 |
| Zieleniec | 2,9 — 3,0 |
| Ziemia gliniasta: | |
| świeżo ubita | 2,0 |
| „ sucha | 1,6 — 1.9 |
| „ lekka, sucha | 1,34 |
| Złoto rodzime, | |
| czyste | 19,33 |
| „ w odlewach | 19,25 |
| „ klepane | 19,3 — 19,35 |
| Żelaziak brunatny | 3,4 — 3,95 |
| „ czerwony | 4,5 — 4,9 |
| Żelazo chemicznie czyste | 7.88 |
| Żelazo spawalne | 7,8 |
| „ „ w drutach | 7,6 — 7,75 |
| „ lane | 7,25 |
| „ roztopione | 6,9 |
| „ zlewne | 7,85 |
| „ surowiec biały | 7,0 — 7.8 |
| „ „ szary | 6,7 — 7,6 |
| Żużel wielkopieco-wy | 2,5 — 3,0 |
| Żwir suchy | 1.8 |
| „ mokry | 2.0 |
| „ magnetytowy | 4,54 — 4,64 |
| Żywica | 1.07 |
| Żyto nasypane | 0.68 — 0,79 |

## b. Ciężkośći właściwe cieczy.

| Nazwa cieczy | Ciężk. właść. | przy stop. Cel. | Nazwa cieczy | Ciężk. właść. | przy stop. Cel. |
|---|---|---|---|---|---|
| Aceton | 0,79 | 20° | Alkohol amylowy | 0,81 | 20° |
| Aldehyd | 0,80 | 0° | „ metylowy | 0,81 | 4° |
| Alkohol (bezwodny) | | | Anilina | 1,04 | 0° |
| zwykły | 0,79 | 15° | Benzyna | 0,68 — 0,70 | 15° |

| Nazwa cieczy | Ciężk. właśc. | przy stop. Cel. |
|---|---|---|
| Benzol | 0,90 | 0° |
| Białko | 1,04 | 15° |
| Brom | 3,19 | 0° |
| Chloroform | 1,48 | 18° |
| Eter etylowy | 0,74 | 0° |
| „ naftowy | 0,67 | 15° |
| Fotogen | 0,78—0,85 | 15° |
| Gliceryna bezwodna | 1,26 | 0° |
| Kwas karbolowy, surowy | 0,95—0,97 | 15° |
| Kwas masłowy | 0,96 | 15° |
| „ olejowy | 0,90 | 15° |
| Kwas azotowy | | |
| z 25% $HNO_3$ | 1,15 | 15° |
| „ 40% „ | 1,25 | 15° |
| „ 91% „ | 1,50 | 15° |
| Kwas solny (chloro-wodorowy) | | |
| 10% HCl | 1,05 | 15° |
| 40% HCl | 1,20 | 15° |
| Kwas siarczany | | |
| z 7,5% $H_2SO_4$ | 1,05 | 15° |
| „ 27% „ | 1,20 | 15° |
| „ 50% „ | 1,40 | 15° |
| „ 87% „ | 1,80 | 15° |
| dymiący | 1,89 | 15° |
| Kwas siarkawy (zgęszczony) | 1,49—20° | |
| Mleko *) | 1,03 | 15° |
| Nafta nieczyszczona | 0,76 | 19° |
| Nafta do oświetlenia (kerosina) | 0,79—0,82 | 15° |
| Olejki (i oleje): | | |
| „ anyżowy | 1,00 | 16° |
| „ bawełniany (z siemienia) | 0,93 | 15° |
| „ bursztynowy | 0,80 | 15° |
| „ cytrynowy | 0,84 | 16° |
| „ kamforowy | 0,91 | — |
| „ kokosowy (z orzecha) | 0,93 | 15° |
| „ kreozotowy | 1,04—1,10 | 15° |
| „ lniany (gotowany) | 0,94 | 15° |
| „ makowy | 0,92 | 15° |
| „ oliwny (oliwa) | 0,92 | 15° |
| Olejki (i oleje): | | |
| „ palmowy | 0,91 | 15° |
| „ rycynusowy | 0,97 | 15° |
| „ rzepakowy, surowy | 0,92 | 15° |
| „ „ rafinowany | 0,91 | 15° |
| „ terpentynowy, surowy | 0,85—0,86 | 15° |
| „ „ oczyszczony | 0,87 | 16° |
| „ waleryanowy | 0,97 | 16° |
| „ żywiczny | 0,96 | 15° |
| Piwo | 1,02—1,04 | — |
| Potaż żrący w ługu: | | |
| „ „ 12% KOH | 1,10 | 15° |
| „ „ 31% „ | 1,30 | 15° |
| „ „ 63% „ | 1,70 | 15° |
| Rtęć | 13,5956 | 0° |
| Siarczek węgla | 1,29 | 15° |
| Smary mineralne | 0,90—0,93 | 20° |
| Smoła płynna (maź z węgla kamiennego) | 1,20 | — |
| Soda żrąca w ługu: | | |
| „ 13% NaOH | 1,15 | 15° |
| „ 22% „ | 1,25 | 15° |
| „ 60% „ | 1,70 | 15° |
| Sól kuchenna w roztworze: | | |
| „ 14% NaCl | 1,10 | 15° |
| „ 26% NaCl | 1,20 | 15° |
| „ roztwór nasycony | 1,21 | 17° |
| Spirytus drzewny | 0,80 | 0° |
| Tłuszcz z kopytek | 0,92 | 15° |
| Tran | 0,92—0,93 | 15° |
| Wino (reńskie) | 0,99—1,00 | — |
| Witryol biały (siarczan cynk.) w roztworze | | |
| 17% $ZnSO_4 + 7H_2O$ | 1,10 | 15° |
| 55% „ „ | 1,40 | 15° |
| Witryol niebieski (siar. miedzi) w roztw. | | |
| 15% $CuSO_4 + 5H_2O$ | 1,10 | 15° |
| 28% „ „ | 1,15 | 15° |
| Woda (dystylowana) | 1,00 | 4° |
| Woda morska | 1,02—1,03 | 15° |

*) Mleko normalne 1,028; zbierane 1,032; średnie 1,030, przy 15° C.

Z tablicy na $V_t$ wody, na str. 316 T. I, można dla dowolnej temperatury oznaczyć ciężkość właściwą wody, jako równą stosunkowi $1 : V_t$.

**Areometr** (gęstościomierz). Jeżeli przez $n$ oznaczymy spostrzeżoną ilość stopni areometru, to otrzymamy gęstości $\sigma_l$ dla cieczy lżejszych, a $\sigma_g$ dla cieczy cięższych niż woda, z areometru:

Baumé'go (przy 12,5° temp.) . . . $\sigma_l = \frac{145.88}{145.88 + n}$, wzgl. $\sigma_g = \frac{145,88}{145.88 - n}$;

Beck'a ( „ 12,5° „ ) . . . $\sigma_l = \frac{170}{170 + n}$, wzgl. $\sigma_g = \frac{170}{170 - n}$;

Brix'a ( „ 15.6° „ ) . . . $\sigma_l = \frac{400}{400 + n}$, wzgl. $\sigma_g = \frac{400}{400 - n}$.

**Ciężkości właściwe i stosunki mieszaniny wodnistego alkoholu** (podł. Brix'a).

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ciężkość właściwa . . . . . | 0,999 | 0,993 | 0.987 | 0,981 | 0,976 | 0 971 | 0,966 | 0,959 | 0.952 | 0,944 |
| 100 cz. obj. za- alkoholu cz. obj. | 1 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| wiera w sobie wody cz. obj. | 99,06 | 95,31 | 90,71 | 86,19 | 81,71 | 77.23 | 72,71 | 68,11 | 63,41 | 58,59 |
| Ciężkość właściwa . . . . . | 0,934 | 0,924 | 0,913 | 0,902 | 0,890 | 0,877 | 0,864 | 0,850 | 0,834 | 0,816 |
| 100 cz. obj. za- alkoholu cz. obj. | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 |
| wiera w sobie wody cz. obj. | 53,70 | 48,72 | 43,66 | 38,56 | 33,38 | 28,14 | 22,82 | 17.42 | 11,88 | 6,15 |

Uwaga: Dane powyższe zestawiono dla temperatury $15^5/_9°$. Dzieląc części objętościowe alkoholu przez przynależną ciężkość właściwą z tablicy i mnożąc iloczyn ten przez 0.7946, otrzymamy części alkoholu na wagę, zawarte w mieszaninie, czyli procent alkoholu na wagę.

## c. Ciężkość właściwa gazów i par,

przy 0° i 760 mm sł. rt. (p. str. 6.)

Suche powietrze atmosferyczne = 1.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Acetylen . . . . . | 0,91 | Gaz błotny . . . . . | 0,559 |
| Alkohol (para) . . . . | 1,601 | Gaz oświetlający . | 0,34—0,45 |
| Amoniak . . . . . | 0,592 | Kwas solny (para) . . | 1,25 |
| Azot . . . . . | 0,9714 | Rtęć (para) . . . . . | 6,94 |
| Bezwodnik siarkawy $SO_2$ | 2,250 | Siarczek węglowy. . . | 2,644 |
| „ węglowy $CO_2$ | 1,5291 | Siarka (para) . . . . | 6,617 |
| Chlor . . . . . | 2,423 | Siarkowodór . . . . . | 1,175 |
| Chlorowodór HCl . . . | 1,2612 | Tlen . . . . . | 1,1056 |
| Eter (para) . . . . . | 2,586 | Tlenek węgla . . . . | 0,9673 |
| Etylen. . . . . | 0,974 | Woda (para) . . . . . | 0,6233 |
| Fluorowodór . . . . . | 2,37 | Wodór . . . . . | 0,06927 |

Ciężkość właściwa powietrza **suchego** przy 0° i 760 mm sł. rt. względnie do wody 4° jako jednostki jest (podług Regnault'a): 0.001 293 187 ∞ 1 : 773 (p. T. I str. 277, 279, oraz Dział **VI**, rozdz. **VIII A**).

Wagi jednego m³ gazu lub pary w kg, p. T. I str. 277.

1 m³ **gazów kominowych** waży średnio $1,25 - 0,0027\,t$ w kg, jeżeli $t$ oznacza temperaturę w stopniach Cels. Skład tych gazów bywa jednak nader zmienny, w zależności od gatunku paliwa i mniej lub więcej obfitego doprowadzania powietrza, lepiej zatem obliczać ich ciężkość z analizy gazów kominowych (p. T. I str. 278, 279 i 322).

# C. Wagi ciał sypkich i układanych w warstwy.

(Por. Dział **XV** rozdz. **I. B** i Dział **XVII** rozdz. **I. B.**)

## 1 m³ waży:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Bazalt . . . . . | 3200 | Beton z szabru wapniakowego . | 2000 |
| Beton z szabru ceglanego . . | 1800 | „ „ granitowego . | 2200 |

| | |
|---|---|
| Bukowe drzewo (w szczapach) | 400 |
| Buraki | 570—650 |
| Cegły, zwykłe | 1375—1500 |
| „ klinkiery | 1600—1800 |
| Dębowe drzewo w szczapach | 420 |
| Drzewa iglaste, średnio | 330 |
| Glina lub żwir, suche | 1800 |
| „ „ „ mokre | 2000 |
| Granit | 2700 |
| Gruszki | 350 |
| Jabłka | 300 |
| Kartofle (ziemniaki) | 650—700 |
| Koks gazowy | 360—470 |
| „ hutniczy | 380—530 |
| Mierzwa i guano | 750—950 |
| Piasek, glina, ziemia suche | 1600 |
| Piasek, glina, ziemia mokre | 2000 |
| Piasek formierski, nasypany | 1200 |
| „ „ ubity | 1650 |
| Saletra chilijska (sodowa) nasyp. | 1000 |
| Śliwki | 350 |
| Śnieg świeżo spadły | 80—190 |
| „ wilgotny i wodnisty | 200—800 |
| Sól kuchenna (NaCl) warzona, gruboziarn. | 745 |
| „ „ „ warzona, drobnoziarn. | 785 |
| „ „ „ kamienna, mielona | 1015 |
| Świerkowe drzewo w szczapach | 320 |
| Torf wyschły na powietrzu | 325—410 |
| „ wilgotny | 550—650 |
| Trawa i koniczyna | 350 |
| Tras mielony | 950 |
| Wapno hydrauliczne, proszkowane | 550 |
| Wapno tłuste, wypalone i proszkowane | 500 |
| Wapniaki i kamienie | 2000 |
| Węgiel brunatny, wyschły i w kawałach | 650—780 |
| Węgiel drzewny z drzewa miękk. | 150 |
| „ „ „ twardego | 220 |
| „ kamienny | 650—870 |
| Zaprawa wapienna | 1700—1800 |

**Ładunek 10000 kg (610 pudowy) zawiera m³.**

| | |
|---|---|
| Buraków | 15,4—17,5 |
| Brykietów węglowych | 9,0—10,0 |
| Cegły zwykłej | 6,7—7,3 |
| „ klinkierów | 5,6—6,3 |
| Drzewa bukowego w szczapach | 25,0 |
| „ dębowego „ | 23,8 |
| „ iglastego „ średnio | 30,3 |
| Drzewa świerkowego w szczapach | 31,3 |
| Gliny chudej, świeżo kopanej | 6,0 |
| Gliny tłustej, suchej | 5,6 |
| Gliny tłustej, mokrej | 5,0 |
| Iskrzyka | 3,0 |
| Kartofli (ziemniaków) | 13,7—14,3 |
| Koksu gazowego | 21,3—27,8 |
| „ hutniczego | 18,9—26,3 |
| Piasku, rzecznego, mokrego | 5,7 |
| „ formierskiego, luźnego | 8,3 |
| Piasku formierskiego, ubitego | 6,1 |
| Soli kuchennej, kamiennej, mielonej | 9,8 |
| Smoły płynnej (mazi z węgl. kam.) | 8,3 |
| Torfu wyschłego | 24,4—30,8 |
| „ wilgotnego | 15,4—18,2 |
| Trasu, mielonego | 10,5 |
| Wapna wypalonego | 4,0—5,5 |
| Wapniaków i kamieni | 5,0 |
| Węgla brunatnego, suchego | 12,8—15,4 |
| Węgla drzewnego, z drzewa miękk. | 66,7 |
| Węgla drzewnego, z drzewa twardego | 45,5 |
| Węgla kamiennego | 11,5—14,3 |
| Zaprawy wapiennej | 5,6—5,9 |
| Żelaziaka brunatnego | 3,0—3,5 |
| Żwiru rzecznego, suchego | 3,7—4,3 |
| „ „ mokrego | 3,5—4,0 |
| Żużli i popiołu koksowego | 16,7 |

44 stopy sześć. ang. nasypanych węgli kamiennych ważą około 1000 kg. a zatem 100 stóp sz. około 2270 kg, czyli 1 m³ ∞ 803 kg. Podług Stevens'a i Döring'a na 1 m³ przestrzeni ładunkowej okrętu liczyć można 896 kg.

# II. METALE.

## Część ogólna.

### a. Waga 1000 m drutu w kg.

**Ciężkości właśc:** Żelazo kowalne 7,65, stal 7,956, miedź 9,00, mosiądz 8,687.

| Grubość mm | Żelazo kowalne kg | Stal kg | Miedź kg | Mosiądz kg | Grubość mm | Żelazo kowalne kg | Stal kg | Miedź kg | Mosiądz kg |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,14 | 0,118 | 0,122 | 0,139 | 0,134 | 1,4 | 11,78 | 12,25 | 13,86 | 13,37 |
| 0,16 | 0,154 | 0,160 | 0,181 | 0,175 | 1,6 | 15,38 | 16,00 | 18,10 | 17,46 |
| 0,18 | 0,195 | 0,202 | 0,229 | 0,221 | 1,8 | 19,47 | 20,25 | 22,90 | 22,11 |
| 0,20 | 0,240 | 0,250 | 0,283 | 0,273 | 2,0 | 24,03 | 25,00 | 28,28 | 27,29 |
| 0,22 | 0,291 | 0,302 | 0,342 | 0,330 | 2,2 | 29,08 | 30,24 | 34,21 | 33,03 |
| 0,24 | 0,346 | 0,360 | 0,407 | 0,393 | 2,5 | 37,55 | 39,05 | 44,18 | 42,65 |
| 0,26 | 0,406 | 0,422 | 0,478 | 0,461 | 2,8 | 47,10 | 48,99 | 55,42 | 53,47 |
| 0,28 | 0,471 | 0,490 | 0,554 | 0,535 | 3,1 | 57,74 | 60,05 | 67,93 | 65,55 |
| 0,31 | 0,577 | 0,600 | 0,679 | 0,656 | 3,4 | 69,46 | 72,23 | 81,71 | 78,85 |
| 0,34 | 0,695 | 0,722 | 0,817 | 0,789 | 3,8 | 86,76 | 90,02 | 102,1 | 98,52 |
| 0,37 | 0,823 | 0,855 | 0,968 | 0,934 | 4,2 | 105,99 | 110,23 | 124,7 | 120,3 |
| 0,40 | 0,961 | 1,000 | 1,131 | 1,092 | 4,6 | 127,14 | 132,22 | 149,6 | 144,4 |
| 0,45 | 1,217 | 1,265 | 1,431 | 1,382 | 5,0 | 150,21 | 156,22 | 176,7 | 170,6 |
| 0,50 | 1,502 | 1,562 | 1,767 | 1,706 | 5,5 | 181,75 | 189,02 | 213,8 | 206,4 |
| 0,55 | 1,817 | 1,890 | 2,138 | 2,064 | 6,0 | 216,30 | 224,95 | 254,5 | 245,6 |
| 0,60 | 2,163 | 2,249 | 2,545 | 2,456 | 6,5 | 253,85 | 264,01 | 298,6 | 288,3 |
| 0,70 | 2,944 | 3,062 | 3,464 | 3,343 | 7,0 | 294,41 | 306,19 | 346,4 | 334,3 |
| 0,80 | 3,845 | 3,999 | 4,524 | 4,367 | 7,6 | 347,04 | 360,92 | 408,3 | 394,1 |
| 0,90 | 4,867 | 5,061 | 5,726 | 5,526 | 8,2 | 404,00 | 420,16 | 475,3 | 458,8 |
| 1,00 | 6,008 | 6,249 | 7,069 | 6,823 | 8,8 | 465,28 | 483,89 | 547,4 | 528,4 |
| 1,10 | 7,270 | 7,561 | 8,553 | 8,256 | 9,4 | 530,89 | 552,13 | 624,6 | 602,9 |
| 1,20 | 8,652 | 8,998 | 10,18 | 9,825 | 10,0 | 600,83 | 624,86 | 706,9 | 682,3 |
| 1,30 | 10,154 | 10,560 | 11,95 | 11,53 | | | | | |

**Drut ołowiany** poniżej p. **D.** **Drut bronzowy** poniżej p. **F.**

## b. Tablica wag rozmaitych płyt metalowych.

### Waga w kg/m².

| Grubość mm | Żelazo spawalne | Żelazo zlewne | Stal zlewna i walcowana | Żelazo lane | Miedź | Mosiądz | Bronz | Cynk | Ołów |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1** | **7,8** | **7,85** | **7,86** | **7,25** | **8,9** | **8,55** | **8,6** | **7,2** | **11,37** |
| 2 | 15,6 | 15,70 | 15,72 | 14,50 | 17,8 | 17,10 | 17,2 | 14.4 | 22,74 |
| 3 | 23,4 | 23,55 | 23,58 | 21,75 | 26,7 | 25,65 | 25,8 | 21,6 | 34,11 |
| 4 | 31,2 | 31,40 | 31.44 | 29,00 | 35,6 | 34,20 | 34,4 | 28,8 | 45,48 |
| 5 | 39,0 | 39,25 | 39.30 | 36,25 | 44,5 | 42.75 | 43,0 | 36,0 | 56,85 |
| 6 | 46,8 | 47,10 | 47,16 | 43.50 | 53,4 | 51,30 | 51,6 | 43,2 | 68,22 |
| 7 | 54,6 | 54,95 | 55,02 | 50,75 | 62,3 | 59,85 | 60,2 | 50.4 | 79,59 |
| 8 | 62,4 | 62,80 | 62,88 | 58.00 | 71,2 | 68,40 | 68,8 | 57.6 | 90,96 |
| 9 | 70,2 | 70,65 | 70,74 | 65,25 | 80,1 | 76,95 | 77.4 | 64.8 | 102,33 |
| 10 | 78,0 | 78,50 | 78,60 | 72,50 | 89,0 | 85,50 | 86,0 | 72.0 | 113,70 |
| 11 | 85,8 | 86,35 | 86,46 | 79,75 | 97,9 | 94,05 | 94,6 | 79,2 | 125,07 |
| 12 | 93,6 | 94,20 | 94,32 | 87,00 | 106,8 | 102,60 | 103,2 | 86.4 | 136,44 |
| 13 | 101,4 | 102.05 | 102,18 | 94.25 | 115.7 | 111,15 | 111,8 | 93,6 | 147.81 |
| 14 | 109,2 | 109,90 | 110.04 | 101.50 | 124,6 | 119,70 | 120,4 | 100,8 | 159,18 |
| 15 | 117,0 | 117,75 | 117,90 | 108,75 | 133,5 | 128,25 | 129.0 | 108,0 | 170,55 |
| 16 | 124,8 | 125,60 | 125,76 | 116,00 | 142,4 | 136,80 | 137,6 | 115,2 | 181,92 |
| 17 | 132,6 | 133,45 | 133,62 | 123.25 | 151,3 | 145.35 | 146.2 | 122,4 | 193.29 |
| 18 | 140,4 | 141,30 | 141,48 | 130,50 | 160,2 | 153,90 | 154,8 | 129,6 | 204,66 |
| 19 | 148,2 | 149,15 | 149,43 | 137,75 | 169,1 | 162,45 | 163,4 | 136,8 | 216,03 |
| 20 | 156,0 | 157,00 | 157,20 | 145.00 | 178.0 | 171.00 | 172,0 | 144,0 | 227,40 |
| 21 | 163,8 | 164,85 | 165.06 | 152,25 | 186,9 | 179,55 | 180.6 | 151,2 | 238,77 |
| 22 | 171,6 | 172,70 | 172,92 | 159,50 | 195,8 | 188,10 | 189.2 | 158,4 | 250,14 |
| 23 | 179,4 | 180,55 | 180,78 | 166,75 | 204,7 | 196,65 | 197,8 | 165,6 | 261,51 |
| 24 | 187,2 | 188,40 | 188,64 | 174,00 | 213,6 | 205,20 | 206,4 | 172,8 | 272.88 |
| 25 | 195,0 | 196,25 | 196,50 | 181,25 | 222,5 | 213,75 | 215,0 | 180.0 | 284.25 |
| 26 | 202,8 | 204,10 | 204,36 | 188,50 | 231.4 | 222,30 | 223,6 | 187,2 | 295.62 |
| 27 | 210,6 | 211,95 | 212,22 | 195.75 | 240.3 | 230,85 | 232,2 | 194,4 | 306,99 |
| 28 | 218,4 | 219,80 | 220,08 | 203,00 | 249,2 | 239,40 | 240,8 | 201,6 | 318,36 |
| 29 | 226,2 | 227,65 | 227,94 | 210,25 | 258,1 | 247.95 | 249,4 | 208,8 | 329,73 |
| 30 | 234,0 | 235,50 | 235,80 | 217,50 | 267,0 | 256,50 | 258.0 | 216,0 | 341,10 |

### Ciężkości właśc. metali powyższych względnie do:

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Żelaza lanego | 1,076 | 1,083 | 1.084 | 1 | 1,228 | 1.179 | 1.186 | 0.993 | 1.568 |
| Żelaza spawalnego | 1 | 1.006 | 1.008 | 0.929 | 1.141 | 1.096 | 1.103 | 0.923 | 1.458 |

## c. Skale na drut i cienkie blachy.

| Nr. skali | Niemiecka skala milimetryczna na druty mm | Niemiecka skala na cienkie blachy mm | Dillingeńska skala na cienkie blachy mm | Westfalska skala drutu na druciaki mm | Angielska skala na drut i cienkie blachy mm | Francuska skala na drut i blachy mm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0000 | . | . | . | . | 11,531 | . |
| 000 | . | . | . | . | 10,795 | . |
| 00 | . | . | . | . | 9,652 | . |
| 0 | . | . | . | . | 8,636 | . |
| 1 | . | 5,50 | 5,50 | 0,6 | 7,620 | 0,6 |
| 2 | 0,2 | 5,00 | 5,00 | 0,7 | 7,213 | 0,7 |
| 2/2 | 0,22 | . | . | . | . | . |
| 2/4 | 0,24 | . | . | . | . | . |
| 2/6 | 0,26 | . | . | . | . | . |
| 2/8 | 0,28 | . | . | . | . | . |
| 3 | . | 4,50 | 4,50 | . | 6,579 | 0,8 |
| 3/1 | 0.31 | . | . | . | . | . |
| 3/4 | 0,34 | . | . | . | . | . |
| 3/7 | 0,37 | . | . | . | . | . |
| 4 | 0,40 | 4.25 | 4,25 | 0,8 | 6,045 | 0,9 |
| 4/5 | 0,45 | . | . | . | . | . |
| 5 | 0,50 | 4,00 | 4.00 | 0,9 | 5,588 | 1,0 |
| 5/5 | 0,55 | . | . | . | . | . |
| 6 | 0,60 | 3,75 | 3,50 | 1,0 | 5,154 | 1,1 |
| 7 | 0,70 | 3,50 | 3,25 | 1,1 | 4,572 | 1,2 |
| 8 | 0,80 | 3,25 | 3,00 | 1,2 | 4,191 | 1,3 |
| 9 | 0,90 | 3,00 | 2,75 | 1,3 | 3,759 | 1.4 |
| 10 | 1,0 | 2,75 | 2,50 | 1,4 | 3.404 | 1,5 |
| 11 | 1,1 | 2,50 | 2,25 | 1,6 | 3,048 | 1,6 |
| 12 | 1,2 | 2,25 | 2,00 | . | 2,769 | 1,8 |
| 13 | 1,3 | 2,00 | 1,85 | 1,8 | 2,413 | 2,0 |
| 14 | 1,4 | 1,75 | 1,70 | 2,0 | 2,108 | 2,2 |
| 15 | . | 1,50 | 1,55 | 2,2 | 1,829 | 2,4 |
| 16 | 1,6 | 1.375 | 1,40 | 2,5 | 1,651 | 2,7 |
| 17 | . | 1,250 | 1,25 | 2,8 | 1,473 | 3,0 |
| 18 | 1,8 | 1,125 | 1,10 | 3,1 | 1,245 | 3,4 |
| 19 | . | 1,000 | 1,00 | 3,4 | 1.067 | 3,9 |
| 20 | 2,0 | 0,875 | 0,90 | 3,8 | 0,889 | 4,4 |
| 21 | . | 0.750 | 0,80 | 4,2 | 0,813 | 4,9 |
| 21½ | . | 0,680 | 0,70 | . | . | . |
| 22 | 2,2 | 0,625 | 0,60 | 4,6 | 0,711 | 5,4 |
| 22½ | . | . | 0,50 | . | . | . |
| 23 | . | 0,562 | 0,40 | 5,5 | 0,635 | 5,9 |
| 24 | . | 0,500 | 0,30 | 6.0 | 0.559 | 6,4 |
| 25 | 2,5 | 0,438 | . | 7,0 | 0,508 | 7,0 |
| 26 | . | 0,375 | . | 7,6 | 0,457 | 7.6 |
| 27 | . | 0,300 | . | 8,8 | 0,406 | 8.2 |
| 28 | 2,8 | . | . | 9,4 | 0,356 | 8,8 |
| 29 | . | . | . | 10,0 | 0,330 | 9,4 |
| 30 | . | . | . | . | 0,305 | 10,0 |
| 31 | 3,1 | . | . | . | 0,254 | . |
| 32 | . | . | . | . | 0,229 | . |
| 33 | . | . | . | . | 0,203 | . |
| 34 | 3,4 | . | . | . | 0,178 | . |
| 35 | . | . | . | . | 0,127 | . |
| 36 | . | . | . | . | 0,102 | . |
| 37 | 3,7 | . | . | . | . | . |
| 38 | 3,8 | . | . | . | . | . |
| 39 | 3.9 | . | . | . | . | . |
| 40 | 4,0 | . | . | . | . | . |
| 42 | 4,2 | . | . | . | . | . |
| 44 | 4,4 | . | . | . | . | . |
| 46 | 4,6 | . | . | . | . | . |
| 48 | 4,8 | . | . | . | . | . |
| 50 | 5,0 | . | . | . | . | . |
| 55 | 5.5 | . | . | . | . | . |
| 60 | 6,0 | . | . | . | . | . |
| 65 | 6,5 | . | . | . | . | . |
| 70 | 7,0 | . | . | . | . | . |
| 75 | 7,5 | . | . | . | . | . |
| 80 | 8.0 | . | . | . | . | . |
| 85 | 8,5 | . | . | . | . | . |
| 90 | 9,0 | . | . | . | . | . |
| 95 | 9.5 | . | . | . | . | . |
| 100 | 10,0 | . | . | . | . | . |

Francuska skala na cienkie druty i blachy

| Nr. | mm |
|---|---|
| P. 0 | 0,50 |
| P. 1 | 0,46 |
| P. 2 | 0,42 |
| P. 3 | 0,37 |
| P. 4 | 0.34 |
| P. 5 | 0,30 |
| P. 6 | 0,28 |
| P. 7 | 0.27 |
| P. 8 | 0,25 |
| P. 9 | 0,23 |
| P. 10 | 0.22 |
| P. 11 | 0,20 |
| P. 12 | 0,18 |
| P. 13 | 0,17 |
| P. 14 | 0,16 |
| P. 15 | 0,15 |

**Skalę angielską** (B. W. G = Birmingham wire gauge) stosują w Anglii i Niemczech północnych do blachy, drutu i taśmowników—w Niemczech południowych wyłącznie tylko do taśmowników. **Dillengeńska skala** jest w użyciu w hutach Dillingen i Hayange. **Skala francuska** (Jauge de Paris 1857) znajduje zastosowanie w całej Francyi do drutu i druciaków, w Niemczech w ogóle do druciaków, a w Niemczech południowych nadto przeważnie i do drutu.

# A. Żelazo.

(Por. Dział XIII: Kuźniactwo).

## a. Podział i własności.

Spółczynniki sprężystości i wytrzymałości p. T. I, str. 331 i nast., barwy żaru żelaza p. T. I, str. 313; ciężkości właściwe p. str. 10. Chemicznie czyste żelazo nie znajduje zastosowania w technice. Stosownie do sposobu wyrobu, zastosowania i zawartości węgla rozróżnia się:

1. **Surówka** łatwo topliwa, a nie kowalna. Jest to produkt wielkiego pieca (surówka na węglu drzewnym, lub na koksie wytapiana) o zawartości 2,3 do 6% C. Surówka szara, przy 1200 — 1300°, bardzo rzadkopłynna, krzepnąc zaś, rozszerza się, skutkiem czego wypełnia dokładnie formę, a odlew z niej jest miękki, dający się łatwo obrabiać dłutem lub pilnikiem. Węgiel (C) częściowo chemicznie związany, częściowo w postaci grafitu. Surówka biała, przy 1100 do 1200° gęstopłynna, znajduje zastosowanie do dalszej przeróbki w pudlingarniach lub sposobami Bessemer'a, Thomas'a i Martin'a. Jest ona twarda, lecz pęka łatwo, posiada złom krystaliczny, a C jest w niej chemicznie związany. Surówka pstra pośrednia między powyższemi. Surówka połyskliwa zawiera w sobie 10 — 20% Mn, a t. zw. ferromangan 25 — 70% Mn.

Zwykle gutunki surówek mają: $K_z = 1200$ do 1500 kg/cm², wyborowe i droższe mieszaniny, o $K_z = 1750$ do 2060 kg/cm² stosują się na odlewy wymagające osobliwszej wytrzymałości. Skład różnych gatunków surówek podano w dziale XIII, rozdz. II.

2. **Żelazo lane** (żeliwo) przetapia się z surówki szarej (miękkiej) albo pstrej (twardej) w kopulakach, płomieniakach lub tyglakach, a odlewa się w formach otwartych albo w skrzyniowych (kastlach), jako odlew w piasku, glinie lub masie, wreszcie w formach żelaznych, jako odlew hartowany. Dodając łomu stalowego, otrzymujemy t. zw. odlew stalowy, który przez następne, dłuższe wyżarzanie z rudami zasobnemi w tlen, t. j, przez odwęglanie, zamienia się na odlew temperowany albo kowalny (kutolany), a właściwie odwęglony.

Pręty z odlewu hartowanego podług prób „Gruson-Werke" mają $K_b = 3700$ do 4400, $K_z = 2200$ do 2800 kg/cm² *); odlew stalowy Fr. Krupp'a, średnio miękki, na części maszyn zębnice, t. j. drągi uzębione i t. p.: $K_z = 4500$ kg/cm² i $\varphi = 20\%$ rozciągnięcia.

3. **Żelazo spawalne** jest kowalnem i spawalnem, natomiast mało hartownem; otrzymuje się ono z surówki przez spalanie części węgla w niej zawartego, a mianowicie w piecach fryszerskich (dymarkach), albo też w płomieniakach (pudlingarskich) w stanie ciastowatym. Zawartość C: 0,5 do 0,1%; punkt topnienia 1500° do 1600°. Żelazo włókniste, o złomie ciemno-szarawym, długowłóknistym, lub pozrywanym, zawiera mniej C, a drobnoziarniste, o złomie jasnoszarym, drobnoziarnistym, **) zawiera więcej C. Żelazo spawalne,

*) Zeitschr. d. V. d. Ing. 1892, str. 730.

**) J. Riemer, w Zeitschr. d. V. d. Ing. 1895, str. 657, zaprzecza znaczeniu rozróżniania włókna od ziarna dla określenia dobroci żelaza spawalnego.

przez długotrwałe żarzenie z ciałami zasobnemi w węgiel, czyli przez t. zw. cementowanie albo nawęglanie, możemy zewnętrznie nastalić.

Żelazo spawalne przerabia się przeważnie na blachy, drut wyciągany lub walcowany i na kształtowniki. Zmiany wytrzymałości na rozciąganie, przy wzrastających temperaturach, (jeżeli wytrzymałość przy 20° oznaczymy przez 100), podajemy w poniższem zestawieniu:

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Temperatura . . | 20 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800° |
| Zerwanie przy $K_z = 100$ | | 104 | 112 | 116 | 96 | 76 | 42 | 25 | 15. |

4. **Żelazo zlewne** jest kowalne, lecz tylko słabo spawalne i nie hartuje się. Otrzymuje się ono w stanie płynnym, jako żelazo zlewne: besemerowskie, tomasowskie lub martynowskie, w postaci bałwanów (ingotów). Zawartość C: 0,25 do 0,05%, punkt topnienia 1350 do 1450°. Złom jasnoszary, równomiernie drobnoziarnisty. Wytrzymałość zazwyczaj większa niż żelaza spawalnego. Jako zlewy (odlewy z żelaza zlewnego), odlewa się ono w postać ostateczną, pozatem ma takie same zastosowanie, jak żelazo spawalne. Żelazo spawalne i zlewne noszą wspólne miano żelaza **kowalnego**, albo kutego. O wpływie temperatury na wytrzymałość i t. p. żelaza zlewnego p. T. I, str. 332. Z miękkiego żelaza kowalnego, stapianego w tyglach, można otrzymywać wisne odlewy mniejszych rozmiarów.

5. **Stal spawalna**, hartowana, kowalna i spawalna (nawet z żelazem spawalnem) wyrabia się, przez miesienie w stanie ciastowatym na ogniskach dymarek lub płomieniaków, z surówki zawierającej mangan, przyczem następuje częściowe odwęglenie. Naodwrót, z żelaza spawalnego, przez nawęglanie, t. j. dłuższe żarzenie z ciałami zawierającemi C, otrzymujemy stal cementowaną, czyli nawęglaną. Przez snopowanie prętów ze stali powyższych gatunków i następne przekuwanie snopa otrzymujemy stal rafinowaną. Zawartość C w stali 1,6 — 0,5%, punkt topnienia 1300 do 1400°. Stal nagle ochłodzona staje się bardziej drobnoziarnistą, twardą i pękającą, lecz przez ponowne zagrzanie odzyskuje ona, w miarę wzrastania temperatury, pierwotną swą wisność i miękkość, przyczem nalatują na nią następujące barwy (naleciałe):

Przy zagrzaniu do: 220° bladożółta, 232° słomiana, 243° złota, 250° purpurowa, 266° fiołkowa, 278° ciemnopurpurowa, 293° jasnobłękitna, 316° ciemnoniebieska. (Żelazo spawalne nabiera tych samych barw dopiero przy wyższych temperaturach, a surówka szara przy jeszcze wyższych).

Stal spawalna przerabia się na blachy i druty, a nadto używa się ona do nastalania narzędzi żelaznych (stal do nastalania).

6. **Stal zlewna** jest kowalną i hartowną, lecz słabo spawalną, a otrzymujemy ją w postaci bałwanów, jako stal tyglową, besemerską, tomasowską lub martynowską. Zawartość C 1,5 do 0,25%, punkt topnienia 1300 do 1400°. Złom jednolicie miałkoziarnisty, mglistoszary. Na lepsze narzędzia używa się wyłącznie stali tyglowej albo nawolframionej. Wytrzymałość stali zlewnej jest większa niż innych gatunków żelaza, a granica między żelazem zlewnem, a takąż stalą, leży przy ciągnieniu rozrywającem 5000 kg/cm².

Stal spawalna i zlewna noszą wspólne miano **stali**, a dawniejszą nazwę stali lanej zastąpiono dziś nazwą stal tyglowa. Odlewy stalowe wykonują się w postaci wykończonej, jako odlewy ze stali zlewnej, wypadałoby zatem nazwać je zlewami stalowymi.

Żelaza, o zawartości 1,6 do 2,3% C, w technice nie stosują.

**Zanieczyszczenia w żelazie:**

Krzem (0,05 do 0,4%) zmniejsza spawalność żelaza i czyni je nadto suchem (próchnistem), t. zn. łamliwem i na zimno i na gorąco.

Fosfór utwardnia surówkę, czyniąc ją rzadkopłynną; w żelazie kowalnym zwiększa on spawalność, lecz zmniejsza wytrzymałość, a nadto czyni je zimnokruchem, t. zn. kruchem w stanie zimnym.

Surówka zawierająca 0,5 do 1,5% fosforu, lub więcej, dopiero przez przymieszkę lepszych gatunków staje się stosowną do odlewu. Odlewnie dział w Spandawie i Siegburgu przyjmują surówkę dostawianą tylko, o ile nie zawiera w sobie ponad 1% fosforu; tę też granicę możnaby uznać za właściwą dla lepszych odlewów.

Siarka (i miedź) zmniejsza wytrzymałość i płynność surówki, a spawalność żelaza kowalnego, które czyni nadto ogniokruchem, t. zn. kruchem w stanie gorącym.

Mangan w surówce (tworzy surówki: połyskliwą i białopromienistą), podnosząc jej punkt topnienia, czyni ją podatniejszą do pudlingowania. Surówka, podobnie jak i żelazo kowalne, przez domieszkę manganu, staje się twardszą.

## b. Handlowe wyroby z żelaza.

1. **Słupy lanożelazne** odlewa się stojąco. Średnice zewnętrzne wahają się zazwyczaj między: $D = 80$, a 400 mm, grubość ścianek zaś bywa nie mniejsza, niż 10 mm i nie ponad 35 mm, ponajczęściej bywa ona $\delta \geq 0{,}1\,D$. Długość słupów dla zwykłych celów budowlanych nieprzekracza 6 do 7 m. (por. Dział IV, rozdz. II B., i rozdział niniejszy **c. VI)**.

Gdy słupy piętrzą się ponad sobą (w ogólnej wysokości nie przekraczającej 20 m), wypada toczyć ich powierzchnie stykowe, a nadto przez dolane do końcy słupów, a wzajemnie się obejmujące pierścienie zapewnić współosiowe ustawienie słupów. Przekrój takich słupów zwiększa się piętrami z góry w dół, a słup niższego piętra nie powinien nigdy mieć przekroju mniejszego, niż stojący na nim nawet wtenczas, gdy słup górny z powodu większej długości, ze względu na wyboczenie, musi otrzymać względnie wielki przekrój.

Do słupów dolewają się boczne wsporniki, lub też cała płyta głowicowa, dla podparcia belek stropowych, których jednakże nie trzeba szrubami sztywno łączyć z owemi nadlewami słupów, aby nie narażać słupów na branie udziału w drganiach i t. p. drobnych ruchach, lub ugięciach belek stropowych. Dobre rozwiązanie tego zadania przedstawia nadlanie do owych wsporników lub płyt żeber prowadniczych i złączenie stykających się tu belek łubkami obchwytującemi, któreby pozostawiały belkom pewną swobodę ruchu.

Przy wielkiem obciążeniu, gdy podstawa słupa jest większa niż 800·800 mm, lepiej odlać oddzielną płytę podstawową.

Gdzie przebywają ludzie, tam słupy nie powinny mieć średnicy mniejszej niż 150 mm, a grubości ścianek niż 15 mm. Obliczając słup na wytrzymałość złożoną, (na ciśnienie i gięcie p. Dział IV, rozdz. **II F. a)** uwzględniamy najmniej korzystne obciążenie, a więc przypuszczamy, że jedno przęsło jest pełno obciążone, drugie zaś możliwie odciążone, t. j. nieobciążone nawet ciężarem własnym. Starać się powinniśmy, aby belki stropowe przenosiły swe obciążenie na słup możliwie środkowo (po osi słupa, p. Dział **IV**, rozdz. **II B**), a również, aby nadlewy wspornikowe i t. p. nie powodowały miejscowych, nadmiernych naprężeń w materyale szyi słupa.

DYREKCJA OKR. KOLEI PAŃSTW. BIBLIOTEKA OKRĘGOWA

Nieosłonięte słupy lanożelazne, ciśnione 500 kg/cm², załamują się przy zagrzaniu około 800°, nieosłonięte słupy z żelaza spawalnego, ciśnione 1000 kg/cm², natomiast już przy 600°.

2. **Rury lanożelazne** (p. Dział **V**, rozdz. **VII. B. b.** i rozdz. niniejszy **c. VI**).

3. **Podkładki** belek dwuteownikowych, przeważnie lanożelazne. 20 do 30 mm, a z blachy żelaznej 10 do 15 mm grube. Wymiary ich przystosowują się do formatu cegły, wielkość zaś do obciążenia podkładki i bezpiecznego ciśnienia na mur; podkładki takie układają się na zaprawę cementową.

4. **Rury żelazne, spawane** (p. Dział **V**, rozdz. **VII, B. c.** i rozdz. niniejszy **d.** 6.)

5. **Rury manesmanowskie,** walcowane bez szwu, ze stali martynowskiej i tyglowej. $\sigma_p = 4100$ i $K_z = 6200$ kg/cm², a $q = 17$ do $23\%$. *) Zakłady manesmanowskie, oprócz rur, masztów i t. d. (p. Dział **V**, rozdz. **VII, B. d.**), wyrabiają lufy na strzelby i działa, dyszle i t. p. i t. p.

6. **Surowniki** (krągowniki, kratowniki, płaskowniki, kantowniki i t. p.) walcują się lub wykuwają w długościach 3 do 6 m z żelaza spawalnego, rzadziej ze zlewnego, które nie posiada pożądanej spawalności. Co do jakości wypada odróżniać zwykłe żelazo handlowe od wyborowego [Qualitäts-eisen] (p. rozdz. niniejszy **c, II** i **IV**). Płaskowniki są to pręty przekroju prostokątnego 10 do 180 mm szerokie, wyrabiane na walcach miarowanych (kalibrowych). Przy większych szerokościach, do 600 mm (dla większych blachy kosztują taniej), począwszy od grubości 5 mm, (najczęściej 10 do 20 mm) wychodzą one z walców uniwersalnych p. Dział **XIII.** rozdz. **IV, c).** Cienkie płaskowniki, poniżej 5,5 mm grub. i do 250 mm. szer. sprzedawane nie w prętach, lecz w większych długościach i zwijane w snopki, zwą się taśmownikami. Tablice wagi prętów p. str 21 do 25.

7. **Kształtowniki** są to: kątowniki (równo i nierównoramienne). teowniki **T**, dwuteowniki **I**, zetowniki **Z**, ceowniki **C**, ćwierciowniki i pomostowniki, poręczowniki i łebkowniki, sześciokątniki, półkrągowniki, elipsowniki, szczeblinowniki, przymykowniki, rusztowniki itp. W Niemczech wszelakie dźwigarowniki walcują dziś już prawie wyłącznie, pozostałe zaś kształtowniki przeważnie z żelaza zlewnego, a tylko na szczególne żądanie z żelaza spawalnego. W konstrukcyach najdogodniej projektować kształtowniki **normalnych profili niemieckich,** **) podanych na str. 26 do 37, ponieważ i nasze walcownie krajowe się do nich po części już przystosowały, a w handlu znajdują się zawsze zapasy takiego towaru, bądź to krajowego, bądź też zagranicznego.

W tablicach na str. 26 do 38 zestawiono tylko **profile ostateczne,** natomiast **profile przygotowawcze** i niektóre inne można otrzymać bądź to z walcy przygotowawczych, bądź też przez przestawienie walcy wykończających, co jednakże dogodnem bywa tylko przy kątownikach i dwuteownikach (p. str. 26, 28 i 39).

Długościami normalnemi zwiemy takie, dla których obowiązuje dla danego profilu pewna cena zasadnicza (przeważnie 4 do 8 m. a dla twuteowników 4 do

*) Zeitschr. d. V. d Ing. 1892, str. 1360.

**) Deutsches Normalprofilbuch für Walzeisen zu Bau-u. Schiffbauzwecken. 5 wydanie, Akwizgran 1897. Jos. La Ruelle.

Ciąg dalszy na str. 40.

## Wagi kratowników, sześciokątników i krągowników.

1 m³ żelaza walcowanego **(spawalnego)** waży 7800 kg.

| Grubość d mm | Waga w kg/mb. d □ | d ⬡ | d ○ | Grubość d mm | Waga w kg/mb. d □ | d ⬡ | d ○ | Grubość d mm | Waga w kg/mb. d □ | d ⬡ | d ○ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 0,195 | 0,169 | 0,153 | 50 | 19,500 | 16,888 | 15,315 | 180 | 252,720 | 218.862 | 198,486 |
| 6 | 0,281 | 0,243 | 0,221 | 52 | 21,091 | 18,266 | 16,565 | 185 | 266,955 | 231,190 | 209,666 |
| 7 | 0,382 | 0,331 | 0,300 | 54 | 22,745 | 19,698 | 17,864 | 190 | 281,580 | 243,856 | 221,152 |
| 8 | 0,499 | 0,432 | 0,392 | 56 | 24,461 | 21,184 | 19,211 | 195 | 296,595 | 256,859 | 232,945 |
| 9 | 0,632 | 0,547 | 0,496 | 58 | 26.239 | 22,724 | 20.608 | 200 | 312,000 | 270,200 | 245,044 |
| 10 | 0,780 | 0,676 | 0,613 | 60 | 28,080 | 24,318 | 22,054 | 205 | 327.795 | 283,879 | 257,450 |
| 11 | 0,944 | 0,817 | 0,741 | 62 | 29,983 | 25,966 | 23,549 | 210 | 343.980 | 297,896 | 270,161 |
| 12 | 1,123 | 0,973 | 0,882 | 64 | 31 949 | 27,668 | 25,093 | 215 | 360.555 | 312,250 | 283,179 |
| 13 | 1,318 | 1,142 | 1,035 | 66 | 33,977 | 29,425 | 26,685 | 220 | 377,520 | 326,942 | 296,504 |
| 14 | 1,529 | 1,324 | 1,201 | 68 | 36,067 | 31,235 | 28,327 | 225 | 394,875 | 341,972 | 310,134 |
| 15 | 1,755 | 1,520 | 1,378 | 70 | 38,220 | 33,100 | 30,018 | 230 | 412,620 | 357.340 | 324,071 |
| 16 | 1,997 | 1,729 | 1,568 | 72 | 40,435 | 35,018 | 31,758 | 235 | 430.755 | 373,045 | 338,314 |
| 17 | 2,254 | 1,952 | 1,770 | 74 | 42,713 | 36,990 | 33,547 | 240 | 449,280 | 389,088 | 352,864 |
| 18 | 2,527 | 2,189 | 1,985 | 76 | 45,053 | 39,017 | 35,384 | 245 | 468,195 | 405,469 | 367,720 |
| 19 | 2,816 | 2,439 | 2,212 | 78 | 47,455 | 41,097 | 37,271 | 250 | 487,500 | 422,188 | 382,882 |
| 20 | 3,120 | 2,702 | 2,450 | 80 | 49,920 | 43,232 | 39,207 | 255 | 507,195 | 439,244 | 398,350 |
| 21 | 3,440 | 2,979 | 2,702 | 85 | 56,355 | 48,805 | 44,261 | 260 | 527,280 | 456,638 | 414,125 |
| 22 | 3,775 | 3,269 | 2,965 | 90 | 63,180 | 54,716 | 49,621 | 265 | 547,755 | 474,370 | 430,206 |
| 23 | 4,126 | 3,573 | 3,241 | 95 | 70,395 | 60,964 | 55,288 | 270 | 568,620 | 492,440 | 446,593 |
| 24 | 4,493 | 3,891 | 3,529 | 100 | 78,000 | 67,550 | 61,261 | 275 | 589,875 | 510,847 | 463,287 |
| 25 | 4,875 | 4,222 | 3,829 | 105 | 85,995 | 74,474 | 67,540 | 280 | 611,520 | 529.592 | 480,287 |
| 26 | 5,273 | 4,566 | 4,141 | 110 | 94,380 | 81,736 | 74,126 | 285 | 633.555 | 548.675 | 497.593 |
| 27 | 5,686 | 4,924 | 4,466 | 115 | 103,155 | 89,335 | 81,018 | 290 | 655.980 | 568,096 | 515,206 |
| 28 | 6,115 | 5,296 | 4,803 | 120 | 112,320 | 97,272 | 88,216 | 295 | 678,795 | 587,854 | 533,124 |
| 29 | 6,560 | 5,681 | 5,152 | 125 | 121,875 | 105,547 | 95,720 | 300 | 702,000 | 607,950 | 551,350 |
| 30 | 7,020 | 6,080 | 5,513 | 130 | 131,820 | 114,160 | 103,531 | 305 | 725,595 | 628,384 | 569,881 |
| 32 | 7,987 | 6,917 | 6,273 | 135 | 142,155 | 123,110 | 111,648 | 310 | 749,580 | 649,156 | 588,719 |
| 34 | 9,017 | 7,809 | 7,082 | 140 | 152,880 | 132,398 | 120,072 | 315 | 773,955 | 670,265 | 607,863 |
| 36 | 10,109 | 8,754 | 7,939 | 145 | 163,995 | 142,024 | 128.801 | 320 | 798,720 | 691,712 | 627,313 |
| 38 | 11,263 | 9.754 | 8,846 | 150 | 175,500 | 151,988 | 137,837 | 325 | 823,875 | 713,497 | 647,070 |
| 40 | 12,480 | 10,808 | 9,802 | 155 | 187,395 | 162,289 | 147,180 | 330 | 849.420 | 735,620 | 667,133 |
| 42 | 13,759 | 11,916 | 10,806 | 160 | 199,680 | 172,928 | 156,828 | 335 | 875.355 | 758,080 | 687.502 |
| 44 | 15,101 | 13,078 | 11,860 | 165 | 212,355 | 183.905 | 166,783 | 340 | 901,680 | 780,878 | 708,178 |
| 46 | 16,505 | 14,294 | 12,953 | 170 | 225,420 | 195.220 | 177,044 | 345 | 928.395 | 804,014 | 729,160 |
| 48 | 17,971 | 15,564 | 14.115 | 175 | 238,875 | 206.872 | 187,612 | 350 | 955.500 | 827,488 | 750.448 |

**Uwaga.** Grubości kratowników i sześciokątników podano równe średnicom kół wpisanych. Waga sześciokątnika = 0,827 co % wagi krągownika o przekroju koła opisanego.

Dla **żelaza zlewnego,** o ciężkości właśc. 7,85, wagi powyższe trzeba pomnożyć przez 1,0064. Mnożniki dla innych metali podano we wierszu ostatnim na str. 15.

## Wagi płaskowników

**Wagę podano**

1 $m^3$ żelaza walcowanego (spawalnego) waży

| Grubość mm | Szerokość mm | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 10 | 12 | 14 | 15 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 25 | 26 |
| 1 | 0,078 | 0,094 | 0,109 | 0,117 | 0,125 | 0,140 | 0,156 | 0,172 | 0,187 | 0,195 | 0,203 |
| 2 | 0,156 | 0,187 | 0,218 | 0,234 | 0,250 | 0,281 | 0,312 | 0,343 | 0,374 | 0,390 | 0,406 |
| 3 | 0,234 | 0,281 | 0,328 | 0,351 | 0,374 | 0,421 | 0,468 | 0,515 | 0,562 | 0,585 | 0,608 |
| 4 | 0,312 | 0,374 | 0,437 | 0,468 | 0,499 | 0,562 | 0,624 | 0,686 | 0,749 | 0,780 | 0,811 |
| 5 | 0,390 | 0,468 | 0,546 | 0,585 | 0,624 | 0,702 | 0,780 | 0,858 | 0,936 | 0,975 | 1,014 |
| 6 | 0,468 | 0,562 | 0,655 | 0,702 | 0,749 | 0,842 | 0,936 | 1,030 | 1,123 | 1,170 | 1,217 |
| 7 | 0,546 | 0,655 | 0,764 | 0,819 | 0,874 | 0,983 | 1,092 | 1,201 | 1,310 | 1,365 | 1,420 |
| 8 | 0,624 | 0,749 | 0,874 | 0,936 | 0,998 | 1,123 | 1,248 | 1,373 | 1,498 | 1,560 | 1,622 |
| 9 | 0,702 | 0,842 | 0,983 | 1,053 | 1,123 | 1,264 | 1,404 | 1,544 | 1,685 | 1,755 | 1,825 |
| 10 | 0,780 | 0,936 | 1,092 | 1,170 | 1,248 | 1,404 | 1,560 | 1,716 | 1,872 | 1,950 | 2,028 |
| 11 | 0,858 | 1,030 | 1,201 | 1,287 | 1,373 | 1,544 | 1,716 | 1,888 | 2,059 | 2,145 | 2,231 |
| 12 | 0,936 | 1,123 | 1,310 | 1,404 | 1,498 | 1,685 | 1,872 | 2,059 | 2,246 | 2,340 | 2,434 |
| 13 | 1,014 | 1,217 | 1,420 | 1,521 | 1,622 | 1,825 | 2,028 | 2,231 | 2,434 | 2,535 | 2,636 |
| 14 | 1,092 | 1,310 | 1,529 | 1,638 | 1,747 | 1,966 | 2,184 | 2,402 | 2,621 | 2,730 | 2,839 |
| 15 | 1,170 | 1,404 | 1,638 | 1,755 | 1,872 | 2,106 | 2,340 | 2,574 | 2,808 | 2,925 | 3,042 |
| 16 | 1,248 | 1,498 | 1,747 | 1,872 | 1,997 | 2,246 | 2,496 | 2,746 | 2,995 | 3,120 | 3,245 |
| 17 | 1,326 | 1,591 | 1,856 | 1,989 | 2,122 | 2,387 | 2,652 | 2,917 | 3,182 | 3,315 | 3,448 |
| 18 | 1,404 | 1,685 | 1,966 | 2,106 | 2,246 | 2,527 | 2,808 | 3,089 | 3,370 | 3,510 | 3,650 |
| 19 | 1,482 | 1,778 | 2,075 | 2,223 | 2,371 | 2,668 | 2,964 | 3,260 | 3,557 | 3,705 | 3,853 |
| 20 | 1,560 | 1,872 | 2,184 | 2,340 | 2,496 | 2,808 | 3,120 | 3,432 | 3,744 | 3,900 | 4,056 |
| 21 | 1,638 | 1,966 | 2,293 | 2,457 | 2,621 | 2,948 | 3,276 | 3,604 | 3,931 | 4,095 | 4,259 |
| 22 | 1,716 | 2,059 | 2,402 | 2,574 | 2,746 | 3,089 | 3,432 | 3,775 | 4,118 | 4,290 | 4,462 |
| 23 | 1,794 | 2,153 | 2,512 | 2,691 | 2,870 | 3,229 | 3,588 | 3,947 | 4,306 | 4,485 | 4,664 |
| 24 | 1,872 | 2,246 | 2,621 | 2,808 | 2,995 | 3,370 | 3,744 | 4,118 | 4,493 | 4,680 | 4,867 |
| 25 | 1,950 | 2,340 | 2,730 | 2,925 | 3,120 | 3,510 | 3,900 | 4,290 | 4,680 | 4,875 | 5,070 |
| 26 | 2,028 | 2,434 | 2,839 | 3,042 | 3,245 | 3,650 | 4,056 | 4,462 | 4,867 | 5,070 | 5,273 |
| 27 | 2,106 | 2,527 | 2,948 | 3,159 | 3,370 | 3,791 | 4,212 | 4,633 | 5,054 | 5,265 | 5,476 |
| 28 | 2,184 | 2,621 | 3,058 | 3,276 | 3,494 | 3,931 | 4,368 | 4,805 | 5,242 | 5,460 | 5,678 |
| 29 | 2,262 | 2,714 | 3,167 | 3,393 | 3,619 | 4,072 | 4,524 | 4,976 | 5,429 | 5,655 | 5,881 |
| 30 | 2,340 | 2,808 | 3,276 | 3,510 | 3,744 | 4,212 | 4,680 | 5,148 | 5,616 | 5,850 | 6,084 |
| 31 | 2,418 | 2,902 | 3,385 | 3,627 | 3,869 | 4,352 | 4,836 | 5,320 | 5,803 | 6,045 | 6,287 |
| 32 | 2,496 | 2,995 | 3,494 | 3,744 | 3,994 | 4,493 | 4,992 | 5,491 | 5,990 | 6,240 | 6,490 |
| 33 | 2,574 | 3,089 | 3,604 | 3,861 | 4,118 | 4,633 | 5,148 | 5,663 | 6,178 | 6,435 | 6,692 |
| 34 | 2,652 | 3,182 | 3,713 | 3,978 | 4,243 | 4,774 | 5,304 | 5,834 | 6,365 | 6,630 | 6,895 |
| 35 | 2,730 | 3,276 | 3,822 | 4,095 | 4,368 | 4,914 | 5,460 | 6,006 | 6,552 | 6,825 | 7,098 |
| 36 | 2,808 | 3,370 | 3,931 | 4,212 | 4,493 | 5,054 | 5,616 | 6,178 | 6,739 | 7,020 | 7,300 |
| 37 | 2,886 | 3,463 | 4,040 | 4,329 | 4,618 | 5,195 | 5,772 | 6,349 | 6,926 | 7,215 | 7,504 |
| 38 | 2,964 | 3,557 | 4,150 | 4,446 | 4,742 | 5,335 | 5,928 | 6,521 | 7,114 | 7,410 | 7,706 |
| 39 | 3,042 | 3,650 | 4,259 | 4,563 | 4,867 | 5,476 | 6,084 | 6,692 | 7,301 | 7,605 | 7,909 |
| 40 | 3,120 | 3,744 | 4,368 | 4,680 | 4,992 | 5,616 | 6,240 | 6,864 | 7,488 | 7,800 | 8,112 |
| 41 | 3,198 | 3,838 | 4,477 | 4,797 | 5,117 | 5,756 | 6,396 | 7,036 | 7,675 | 7,995 | 8,315 |
| 42 | 3,276 | 3,931 | 4,586 | 4,914 | 5,242 | 5,897 | 6,552 | 7,207 | 7,862 | 8,190 | 8,518 |
| 43 | 3,354 | 4,025 | 4,714 | 5,031 | 5,366 | 6,037 | 6,708 | 7,379 | 8,050 | 8,385 | 8,720 |
| 44 | 3,432 | 4,118 | 4,805 | 5,148 | 5,491 | 6,178 | 6,864 | 7,550 | 8,237 | 8,580 | 8,923 |
| 45 | 3,510 | 4,212 | 4,914 | 5,265 | 5,616 | 6,318 | 7,020 | 7,722 | 8,424 | 8,775 | 9,126 |

**Uwaga.** Podług skali metrycznej związku kuźników niemieckich szerokości 4 mm w granicach od 40 do 70 mm, a od 70 mm szerokości począwszy, zawsze o 10 mm.

**i taśmowników.**

**na 1 mb. w kg.**

7800 kg, p. też ustęp 2-gi dopisku str. 21.

| Szerokość mm | | | | | | | | | | | Grubość mm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 28 | 30 | 32 | 34 | 35 | 36 | 38 | 40 | 42 | 44 | 45 | |
| 0,218 | 0,234 | 0,250 | 0,265 | 0,273 | 0,281 | 0,296 | 0,312 | 0,328 | 0,343 | 0,351 | 1 |
| 0,437 | 0,468 | 0,499 | 0,530 | 0,546 | 0,562 | 0,593 | 0,624 | 0,655 | 0,686 | 0,702 | 2 |
| 0,655 | 0,702 | 0,749 | 0,796 | 0,819 | 0,842 | 0,889 | 0,936 | 0.983 | 1,030 | 1,053 | 3 |
| 0,874 | 0,936 | 0,998 | 1,061 | 1,092 | 1,123 | 1,186 | 1,248 | 1,310 | 1,373 | 1,404 | 4 |
| 1,092 | 1,170 | 1,248 | 1,326 | 1,365 | 1,404 | 1,482 | 1,560 | 1,638 | 1,716 | 1,755 | 5 |
| 1,310 | 1,404 | 1,498 | 1,591 | 1,638 | 1,685 | 1,778 | 1,872 | 1,966 | 2,059 | 2,106 | 6 |
| 1,529 | 1,638 | 1,747 | 1,856 | 1,911 | 1,966 | 2,075 | 2,184 | 2,293 | 2,402 | 2,457 | 7 |
| 1,747 | 1,872 | 1,997 | 2,122 | 2,184 | 2,246 | 2,371 | 2,496 | 2,621 | 2,746 | 2,808 | 8 |
| 1,966 | 2,106 | 2,246 | 2,387 | 2,457 | 2,527 | 2,668 | 2,808 | 2,949 | 3,089 | 3,159 | 9 |
| 2,184 | 2,340 | 2,496 | 2,652 | 2,730 | 2,808 | 2,964 | 3,120 | 3,276 | 3,432 | 3,510 | 10 |
| 2,402 | 2,574 | 2,746 | 2,917 | 3,003 | 3,089 | 3,260 | 3,432 | 3,604 | 3,775 | 3,861 | 11 |
| 2,621 | 2,808 | 2,995 | 3,182 | 3,276 | 3,370 | 3,557 | 3,744 | 3,931 | 4,118 | 4,212 | 12 |
| 2,839 | 3,042 | 3,245 | 3,448 | 3,549 | 3,650 | 3,853 | 4,056 | 4,259 | 4,462 | 4,563 | 13 |
| 3,058 | 3,276 | 3,494 | 3,713 | 3,822 | 3,931 | 4,150 | 4,368 | 4,586 | 4,805 | 4,914 | 14 |
| 3,276 | 3,510 | 3,744 | 3,978 | 4,095 | 4,212 | 4,446 | 4,680 | 4,914 | 5,148 | 5,265 | 15 |
| 3,494 | 3,744 | 3,985 | 4,243 | 4,368 | 4,493 | 4,742 | 4,992 | 5,242 | 5,491 | 5,616 | 16 |
| 3,713 | 3,978 | 4,243 | 4,508 | 4,641 | 4,774 | 5,039 | 5,304 | 5,569 | 5,834 | 5,967 | 17 |
| 3,931 | 4,212 | 4,493 | 4,774 | 4,914 | 5,054 | 5,335 | 5,616 | 5,897 | 6,178 | 6,318 | 18 |
| 4,150 | 4,446 | 4,742 | 5,039 | 5,187 | 5,335 | 5,632 | 5,928 | 6,224 | 6,521 | 6,669 | 19 |
| 4,368 | 4,680 | 4,992 | 5,304 | 5,460 | 5,616 | 5,928 | 6,240 | 6,552 | 6,864 | 7,020 | 20 |
| 4,586 | 4,914 | 5,242 | 5,569 | 5,733 | 5,897 | 6,224 | 6,552 | 6,880 | 7,207 | 7,371 | 21 |
| 4,805 | 5,148 | 5,491 | 5,834 | 6,006 | 6,178 | 6,521 | 6,864 | 7,207 | 7,550 | 7,722 | 21 |
| 5,023 | 5,382 | 5,741 | 6,100 | 6,279 | 6,458 | 6,817 | 7,176 | 7,535 | 7,894 | 8,073 | 23 |
| 5,242 | 5,616 | 5,990 | 6,365 | 6,552 | 6,739 | 7,114 | 7,488 | 7,862 | 8,237 | 8,424 | 24 |
| 5,460 | 5,850 | 6,240 | 6,630 | 6,825 | 7,020 | 7,410 | 7,800 | 8,190 | 8,580 | 8,775 | 25 |
| 5,678 | 6,084 | 6,481 | 6,895 | 7,098 | 7,301 | 7,886 | 8,112 | 8,518 | 8,923 | 9,126 | 26 |
| 5,897 | 6,318 | 6,739 | 7,160 | 7,371 | 7,582 | 8,003 | 8,424 | 8,845 | 9,266 | 9,477 | 27 |
| 6,115 | 6,552 | 6,989 | 7,426 | 7,644 | 7,862 | 8,299 | 8,736 | 9,173 | 9,610 | 9,828 | 28 |
| 6,334 | 6,786 | 7,238 | 7,691 | 7,917 | 8,143 | 8,596 | 9,048 | 9,500 | 9,953 | 10,18 | 29 |
| 6,552 | 7,020 | 7,488 | 7,956 | 8,190 | 8,424 | 8,892 | 9,360 | 9,828 | 10,30 | 10,53 | 30 |
| 6,770 | 7,254 | 7,738 | 8,221 | 8,463 | 8,705 | 9,188 | 9,672 | 10,15 | 10,64 | 10,88 | 31 |
| 6,989 | 7,488 | 7,987 | 8,486 | 8,736 | 8,986 | 9,485 | 9,984 | 10,48 | 10,98 | 11,23 | 32 |
| 7,207 | 7,722 | 8,237 | 8,752 | 9,009 | 9,266 | 9,781 | 10,30 | 10,81 | 11,32 | 11,58 | 33 |
| 7,426 | 7,956 | 8,486 | 9,017 | 9,282 | 9,547 | 10,08 | 10,61 | 11,14 | 11,67 | 11,93 | 34 |
| 7,644 | 8,190 | 8,736 | 9,282 | 9,555 | 9,828 | 10,37 | 10,92 | 11,47 | 12,01 | 12,28 | 35 |
| 7,862 | 8,424 | 8,977 | 9,547 | 9,828 | 10,11 | 10,85 | 11,23 | 11,79 | 12,35 | 12,64 | 36 |
| 8,081 | 8,658 | 9,235 | 9,812 | 10,10 | 10,39 | 10,97 | 11,54 | 12,12 | 12,70 | 12,99 | 37 |
| 8,299 | 8,892 | 9,485 | 10,08 | 10,37 | 10,67 | 11,26 | 11,86 | 12,45 | 13,04 | 13,34 | 38 |
| 8,518 | 9,126 | 9,734 | 10,34 | 10,65 | 10,95 | 11,56 | 12,17 | 12,78 | 13,38 | 13,69 | 39 |
| 8,736 | 9,360 | 9,984 | 10,61 | 10,92 | 11,23 | 11,86 | 12,48 | 13,10 | 13,73 | 14,04 | 40 |
| 8,954 | 9,594 | 10,23 | 10,87 | 11,19 | 11,51 | 12,15 | 12,79 | 13,43 | 14,07 | 14,39 | 41 |
| 9,173 | 9,828 | 10,48 | 11,14 | 11,47 | 11,79 | 12,45 | 13,10 | 13,76 | 14,41 | 14,74 | 42 |
| 9,391 | 10,06 | 10,73 | 11,40 | 11,74 | 12,07 | 12,74 | 13,42 | 14,09 | 14,76 | 15,09 | 43 |
| 9,610 | 10,30 | 10,98 | 11,67 | 12,01 | 12,35 | 13,04 | 13,73 | 14,41 | 15,10 | 15,44 | 44 |
| 9,828 | 10,53 | 11,23 | 11,93 | 12,28 | 12,64 | 13,34 | 14.04 | 14.74 | 15,44 | 15,79 | 45 |

płaskowników zmieniają się zawsze o 2 mm przy szerokościach 14 do 40 mm, o 2 lub
Grubości nie mniejsze niż 3 mm, wzgl. 4,5 i 7 mm.

| Grubość mm. | Szerokość mm | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 46 | 48 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 |
| 1 | 0,359 | 0,374 | 0,390 | 0,429 | 0,468 | 0,507 | 0,546 | 0,585 | 0,624 | 0.663 | 0,702 |
| 2 | 0,718 | 0,749 | 0,780 | 0,858 | 0,936 | 1,014 | 1,092 | 1,170 | 1,248 | 1,326 | 1,404 |
| 3 | 1,076 | 1,123 | 1,170 | 1,287 | 1,404 | 1,521 | 1,638 | 1,755 | 1,872 | 1,989 | 2,106 |
| 4 | 1,435 | 1,498 | 1,560 | 1,716 | 1,872 | 2,028 | 2,184 | 2,340 | 2,496 | 2,652 | 2,808 |
| 5 | 1,794 | 1,872 | 1,950 | 2,145 | 2,340 | 2,535 | 2,730 | 2,925 | 3,120 | 3,315 | 3,510 |
| 6 | 2,153 | 2,246 | 2,340 | 2,574 | 2,808 | 3,042 | 3,276 | 3,510 | 3,744 | 3,978 | 4,212 |
| 7 | 2,512 | 2,621 | 2,730 | 3,003 | 3,276 | 3,549 | 3,822 | 4,095 | 4,368 | 4,641 | 4,914 |
| 8 | 2,870 | 2,995 | 3,120 | 3,432 | 3,744 | 4,056 | 4,368 | 4,680 | 4,992 | 5,304 | 5,616 |
| 9 | 3,229 | 3,370 | 3,510 | 3,861 | 4,212 | 4,563 | 4,914 | 5,265 | 5,616 | 5,967 | 6,318 |
| 10 | 3,588 | 3,744 | 3,900 | 4,290 | 4,680 | 5,070 | 5,460 | 5,850 | 6,240 | 6,630 | 7,020 |
| 11 | 3,947 | 4,118 | 4,290 | 4,719 | 5,148 | 5,577 | 6,006 | 6,435 | 6,864 | 7,293 | 7,722 |
| 12 | 4,306 | 4,493 | 4,680 | 5,148 | 5,616 | 6,084 | 6,552 | 7,020 | 7,488 | 7,956 | 8,424 |
| 13 | 4,664 | 4,867 | 5,070 | 5,577 | 6,084 | 6,591 | 7,098 | 7,605 | 8,112 | 8,619 | 9,126 |
| 14 | 5,023 | 5,242 | 5,460 | 6,006 | 6,552 | 7,098 | 7,644 | 8,190 | 8,736 | 9,282 | 9,828 |
| 15 | 5,382 | 5,616 | 5,850 | 6,435 | 7,020 | 7,605 | 8,190 | 8,775 | 9,360 | 9,945 | 10,53 |
| 16 | 5,741 | 5,990 | 6,240 | 6,864 | 7,488 | 8,112 | 8,736 | 9,360 | 9,984 | 10,61 | 11,23 |
| 17 | 6,100 | 6,365 | 6,630 | 7,293 | 7,956 | 8,619 | 9,282 | 9,945 | 10,61 | 11,27 | 11,93 |
| 18 | 6,458 | 6,739 | 7,020 | 7,722 | 8,424 | 9,126 | 9,828 | 10,53 | 11,23 | 11,93 | 12,64 |
| 19 | 6,817 | 7,114 | 7,410 | 8,131 | 9,092 | 9,633 | 10,37 | 11,11 | 11,86 | 12,60 | 13,34 |
| 20 | 7,176 | 7,488 | 7,800 | 8,580 | 9,360 | 10,14 | 10,92 | 11,70 | 12,48 | 13,26 | 14,04 |
| 21 | 7,535 | 7,862 | 8,190 | 9,009 | 9,828 | 10,65 | 11,47 | 12,28 | 13,10 | 13,92 | 14,72 |
| 22 | 7,894 | 8,237 | 8,580 | 9,438 | 10,30 | 11,15 | 12,01 | 12,87 | 13,73 | 14,59 | 15,44 |
| 23 | 8,252 | 8,611 | 8,970 | 9,867 | 10,76 | 11,66 | 12,56 | 13,45 | 14,35 | 15,25 | 16,15 |
| 24 | 8,611 | 8,986 | 9,360 | 10,30 | 11,23 | 12,17 | 13,10 | 14,04 | 14,98 | 15,91 | 16,85 |
| 25 | 8,970 | 9,360 | 9,750 | 10,72 | 11,70 | 12,67 | 13,65 | 14,62 | 15,60 | 16,57 | 17,55 |
| 26 | 9,329 | 9,734 | 10,14 | 11,15 | 12,17 | 13,18 | 14,20 | 15,21 | 16,22 | 17,24 | 18,25 |
| 27 | 9,688 | 10,11 | 10,53 | 11,58 | 12,64 | 13,69 | 14,74 | 15,79 | 16,85 | 17,90 | 18,95 |
| 28 | 10,05 | 10,48 | 10,92 | 12,01 | 13,10 | 14,20 | 15,29 | 16,38 | 17,47 | 18,56 | 19,66 |
| 29 | 10,40 | 10,86 | 11,31 | 12,42 | 13,77 | 14,70 | 15,83 | 16,96 | 18,10 | 19,23 | 20,36 |
| 30 | 10,76 | 11,23 | 11,70 | 12,87 | 14,04 | 15,21 | 16,38 | 17,55 | 18,72 | 19,89 | 21,06 |
| 31 | 11,12 | 11,61 | 12,09 | 13,30 | 14,51 | 15,72 | 16,93 | 18,13 | 19.34 | 20,55 | 21,76 |
| 32 | 11,48 | 11,98 | 12,48 | 13,73 | 14,98 | 16,22 | 17,47 | 18,72 | 19.97 | 21,22 | 22,46 |
| 33 | 11,84 | 12,35 | 12,87 | 14,16 | 15,44 | 16,73 | 18,02 | 19,30 | 20,59 | 21,88 | 23,17 |
| 34 | 12,20 | 12,73 | 13,26 | 14,59 | 15,91 | 17,24 | 18,56 | 19,89 | 21,22 | 22,54 | 23,87 |
| 35 | 12,56 | 13,10 | 13,65 | 15,01 | 16,38 | 17,74 | 19,11 | 20,47 | 21,84 | 23,20 | 24,57 |
| 36 | 12,92 | 13,48 | 14,04 | 15,44 | 16,85 | 18,25 | 19,66 | 21,06 | 22,46 | 23,87 | 25,27 |
| 37 | 13,27 | 13,85 | 14,43 | 15,87 | 17,32 | 18,76 | 20,20 | 21,64 | 23,09 | 24,53 | 25,97 |
| 38 | 13,63 | 14,23 | 14,82 | 16,30 | 17,78 | 19,27 | 20,75 | 22,23 | 23,71 | 25,19 | 26,68 |
| 39 | 13,99 | 14,60 | 15,21 | 16,71 | 18,45 | 19,77 | 21,29 | 22,81 | 24.34 | 25,86 | 27,38 |
| 40 | 14,35 | 14,98 | 15,60 | 17,16 | 18,72 | 20,28 | 21,84 | 23,40 | 24.96 | 26,52 | 28,08 |
| 41 | 14,71 | 15,35 | 15,99 | 17,59 | 19,19 | 20,79 | 22,39 | 23,98 | 25.58 | 27,18 | 28,78 |
| 42 | 15,07 | 15,72 | 16,38 | 18,02 | 19,66 | 21,29 | 22.93 | 24,57 | 26,21 | 27.85 | 29,48 |
| 43 | 15,43 | 16,10 | 16,77 | 18,45 | 20,12 | 21,80 | 23,48 | 25,15 | 26,83 | 28,51 | 30,19 |
| 44 | 15,79 | 16,47 | 17,16 | 18,88 | 20,59 | 22,31 | 24,02 | 25,74 | 27,46 | 29,17 | 30,89 |
| 45 | 16,15 | 16,85 | 17,55 | 19,30 | 21,06 | 22,81 | 24,57 | 26,32 | 28,08 | 29,83 | 31,59 |

**Uwaga.** Podług skali metrycznej związku kuźników niemieckich szerokości płaskonicach od 40 do 70 mm, a od 70 mm począwszy zawsze o 10 mm. Grubości nie mniej-

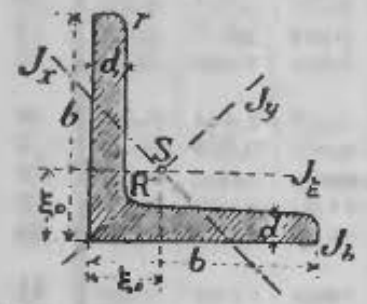
| Szerokość mm. | | | | | | | | | | Grubość mm. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 95 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 | 190 | |
| 0,741 | 0,780 | 0,858 | 0,936 | 1,014 | 1,092 | 1,170 | 1,248 | 1,326 | 1,404 | 1,482 | 1 |
| 1,482 | 1,560 | 1,716 | 1,872 | 2,028 | 2,184 | 2,340 | 2,496 | 2,652 | 2,808 | 2,964 | 2 |
| 2,223 | 2,340 | 2,574 | 2,808 | 3,042 | 3,276 | 3,510 | 3,744 | 3,978 | 4,212 | 4,446 | 3 |
| 2,964 | 3,120 | 3,432 | 3,744 | 4,056 | 4,368 | 4,680 | 4,992 | 5,304 | 5,616 | 5,928 | 4 |
| 3,705 | 3,900 | 4,290 | 4,680 | 5,070 | 5,460 | 5,850 | 6,240 | 6,630 | 7,020 | 7,410 | 5 |
| 4,446 | 4,680 | 5,148 | 5,616 | 6,084 | 6,552 | 7,020 | 7,488 | 7,956 | 8,424 | 8,892 | 6 |
| 5,187 | 5,460 | 6,006 | 6,552 | 7,098 | 7,644 | 8,190 | 8,736 | 9,282 | 9,828 | 10,37 | 7 |
| 5,928 | 6,240 | 6,864 | 7,488 | 8,112 | 8,736 | 9,360 | 9,984 | 10,61 | 11,23 | 11,86 | 8 |
| 6,669 | 7,020 | 7,722 | 8,424 | 9,126 | 9,828 | 10,53 | 11,23 | 11,93 | 12,64 | 13,34 | 9 |
| 7,410 | 7,800 | 8,580 | 9,360 | 10,14 | 10,92 | 11,70 | 12,48 | 13,26 | 14,04 | 14,82 | 10 |
| 8,151 | 8,580 | 9,438 | 10,30 | 11,15 | 12,01 | 12,87 | 13,73 | 14,59 | 15,44 | 16,30 | 11 |
| 8,892 | 9,360 | 10,30 | 11,23 | 12,17 | 13,10 | 14,04 | 14,98 | 15,91 | 16,85 | 17,78 | 12 |
| 9,633 | 10,14 | 11,15 | 12,17 | 13,18 | 14,20 | 15,21 | 16,22 | 17,24 | 18,25 | 19,27 | 13 |
| 10,37 | 10,92 | 12,01 | 13,10 | 14,20 | 15,29 | 16,38 | 17,47 | 18,56 | 19,66 | 20,75 | 14 |
| 11,11 | 11,70 | 12,87 | 14,04 | 15,21 | 16,38 | 17,55 | 18,72 | 19,89 | 21,06 | 22,23 | 15 |
| 11,86 | 12,48 | 13,73 | 14,98 | 16,22 | 17,47 | 18,72 | 19,97 | 21,22 | 22,46 | 23,71 | 16 |
| 12,60 | 13,26 | 14,59 | 15,91 | 17,24 | 18,56 | 19,89 | 21,22 | 22,54 | 23,87 | 25,19 | 17 |
| 13,34 | 14,04 | 15,44 | 16,85 | 18,25 | 19,66 | 21,06 | 22,46 | 23,87 | 25,27 | 26,68 | 18 |
| 14,08 | 14,82 | 16,30 | 17,78 | 19,27 | 20,75 | 22,23 | 23,71 | 25,19 | 26,68 | 28,16 | 19 |
| 14,82 | 15,60 | 17,16 | 18,72 | 20,28 | 21,84 | 23,40 | 24,96 | 26,52 | 28,08 | 29,64 | 20 |
| 15,56 | 16,38 | 18,02 | 19,66 | 21,29 | 22,95 | 24,57 | 26,21 | 27,85 | 29,48 | 31,12 | 21 |
| 16,30 | 17,16 | 18,88 | 20,59 | 22,31 | 24,02 | 25,74 | 27,46 | 29,17 | 30,89 | 32,60 | 22 |
| 17,04 | 17,94 | 19,73 | 21,53 | 23,32 | 25,14 | 26,91 | 28,70 | 30,50 | 32,29 | 34,09 | 23 |
| 17,78 | 18,72 | 20,59 | 22,46 | 24,34 | 26,21 | 28,08 | 29,95 | 31,82 | 33,70 | 35,57 | 24 |
| 18,52 | 19,50 | 21,45 | 23,40 | 25,35 | 27,30 | 29,25 | 31,20 | 33,15 | 35,10 | 37,05 | 25 |
| 19,27 | 20,28 | 22,31 | 24,34 | 26,36 | 28,39 | 30,42 | 32,45 | 34,48 | 36,50 | 38,53 | 26 |
| 20,01 | 21,06 | 23,17 | 25,27 | 27,38 | 29,48 | 31,59 | 33,70 | 35,80 | 37,91 | 40,01 | 27 |
| 20,75 | 21,84 | 24,02 | 26,21 | 28,39 | 30,58 | 32,76 | 34,94 | 37,13 | 39,31 | 41,50 | 28 |
| 21,49 | 22,62 | 24,88 | 27,14 | 29,41 | 31,67 | 33,93 | 36,19 | 38,45 | 40,72 | 42,98 | 29 |
| 22,23 | 23,40 | 25,74 | 28,08 | 30,42 | 32,76 | 35,10 | 37,44 | 39,78 | 42,12 | 44,46 | 30 |
| 22,97 | 24,18 | 26,60 | 29,02 | 31,43 | 33,85 | 36,27 | 38,69 | 41,11 | 43,52 | 45,94 | 31 |
| 23,71 | 24,96 | 27,46 | 29,95 | 32,45 | 34,94 | 37,44 | 39,94 | 42,43 | 44,93 | 47,42 | 32 |
| 24,45 | 25,74 | 28,31 | 30,89 | 33,46 | 36,04 | 38,61 | 41,18 | 43,76 | 46,33 | 48,91 | 33 |
| 25,19 | 26,52 | 29,17 | 31,82 | 34,48 | 37,13 | 39,78 | 42,43 | 45,08 | 47,74 | 50,39 | 34 |
| 25,93 | 27,30 | 30,03 | 32,76 | 35,49 | 38,22 | 40,95 | 43,68 | 46,41 | 49,14 | 51,87 | 35 |
| 26,68 | 28,08 | 30,89 | 33,70 | 36,50 | 39,31 | 42,12 | 44,93 | 47,74 | 50,54 | 53,35 | 36 |
| 27,41 | 28,86 | 31,75 | 34,63 | 37,52 | 40,40 | 43,29 | 46,18 | 49,06 | 51,95 | 54,83 | 37 |
| 28,16 | 29,64 | 32,60 | 35,57 | 38,53 | 41,50 | 44,46 | 47,42 | 50,39 | 53,35 | 56,32 | 38 |
| 28,90 | 30,42 | 33,46 | 36,50 | 39,55 | 42,59 | 45,63 | 48,67 | 51,71 | 54,76 | 57,80 | 39 |
| 29,64 | 31,20 | 34,32 | 37,44 | 40,56 | 43,68 | 46,80 | 49,92 | 53,04 | 56,16 | 59,28 | 40 |
| 30,38 | 31,98 | 35,18 | 38,38 | 41,57 | 44,77 | 47,91 | 51,17 | 54,37 | 57,56 | 60,71 | 41 |
| 31,12 | 32,76 | 36,04 | 39,31 | 42,59 | 45,86 | 49,14 | 52,42 | 55,69 | 58,97 | 62,24 | 42 |
| 31,86 | 33,54 | 36,89 | 40,25 | 43,60 | 46,96 | 50,31 | 53,66 | 57,02 | 60,37 | 63,73 | 43 |
| 32,60 | 34,32 | 37,75 | 41,18 | 44,62 | 48,05 | 51,48 | 54,91 | 58,34 | 61,78 | 65,21 | 44 |
| 33,34 | 35,10 | 38,61 | 42,12 | 45,63 | 49,14 | 52,65 | 56,16 | 59,67 | 63,18 | 66,69 | 45 |

wników zmieniają się o 2 mm przy szerokościach 14 do 40 mm, o 2 lub 4 mm w grasze niż 3 mm, wzgl. 4, 5 i 7 mm.

## Niemieckie profile normalne kształtowników. *)

Uwaga. Wagi na str. 26 do 37 podano dla żelaza **spawalnego** (ciężk. właśc. = 7,8); dla żelaza zlewnego (ciężk. właśc. = 7,85) wagi te trzeba pomnożyć przez 1,0064.

Rys. 819.




### 1. Kątowniki równoramienne.

Długość normalna = 4 do 8 m.
Długość największa = 12 m.
Promień zaokrąglenia krawędzi wklęsłej

$$R = 0{,}5\ (d_{min} + d_{max}).$$

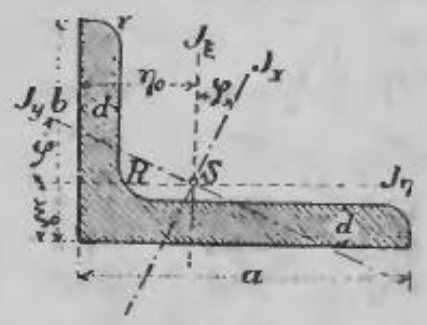
Promień zaokrąglenia krawędzi ramion $r = 0{,}5\ R$ (na połówki mm zaokrąglone).
Odległość środka ciężkości $\xi_0 \sim {}^1/_4\ b + 0{,}36\ d$.
Profile przygotowawcze, o niezmienionej szerokości ramion, z pogrubieniem ich o 1 mm walcują się również.

| Nr. profilu | Szerokość $b$ mm | Grubość $d$ mm | Przekrój cm² | Waga na mb. kg | Odległość środka ciężkości $\xi_0$ mm | Momenty bezwładności $J_b$ cm⁴ | $J_\xi$ cm⁴ | $J_y = \max$ cm⁴ | $J_x = \min$ cm⁴ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1½ | 15 | 3 | 0,82 | 0,64 | 4.8 | 0,33 | 0,15 | 0,24 | 0,06 |
| | | 4 | 1,05 | 0,82 | 5,1 | 0,46 | 0,18 | 0,29 | 0,08 |
| 2 | 20 | 3 | 1,12 | 0,87 | 6,0 | 0,78 | 0,38 | 0,62 | 0,15 |
| | | 4 | 1,45 | 1,13 | 6,4 | 1,07 | 0,48 | 0,77 | 0,19 |
| 2½ | 25 | 3 | 1,42 | 1,11 | 7,3 | 1,53 | 0,79 | 1,27 | 0,31 |
| | | 4 | 1,85 | 1,44 | 7,6 | 2,08 | 1,00 | 1,61 | 0,40 |
| 3 | 30 | 4 | 2,27 | 1,77 | 8,9 | 3,5 | 1,80 | 2,85 | 0,76 |
| | | 6 | 3,27 | 2,55 | 9,6 | 5,5 | 2,48 | 3,91 | 1,06 |
| 3½ | 35 | 4 | 2,67 | 2,08 | 10,0 | 5,6 | 2,96 | 4,68 | 1,24 |
| | | 6 | 3,87 | 3,02 | 10,8 | 8,6 | 4,13 | 6,50 | 1,77 |
| 4 | 40 | 4 | 3,08 | 2,40 | 11,2 | 8,3 | 4,47 | 7,09 | 1,86 |
| | | 6 | 4,48 | 3,49 | 12,0 | 12,8 | 6,35 | 9,98 | 2,67 |
| | | 8 | 5,80 | 4,52 | 12,8 | 17,4 | 7,90 | 12,4 | 3,38 |
| 4½ | 45 | 5 | 4,30 | 3,36 | 12,8 | 14,9 | 7,85 | 12,4 | 3,25 |
| | | 7 | 5,86 | 4,57 | 13,6 | 21,2 | 10,4 | 16,4 | 4,39 |
| | | 9 | 7,34 | 5,73 | 14,4 | 27,8 | 12,6 | 19,8 | 5,40 |
| 5 | 50 | 5 | 4,80 | 3.75 | 14,0 | 20,4 | 11,0 | 17,4 | 4,59 |
| | | 7 | 6,56 | 5,12 | 14,9 | 29,0 | 14,5 | 23,1 | 6,02 |
| | | 9 | 8,24 | 6 43 | 15,6 | 38,0 | 17,9 | 28,1 | 7,67 |
| 5½ | 55 | 6 | 6,31 | 4,92 | 15,6 | 32,8 | 17,3 | 27,4 | 7,24 |
| | | 8 | 8,23 | 6,42 | 16,4 | 44,2 | 22,1 | 34,8 | 9,35 |
| | | 10 | 10,07 | 7,85 | 17,2 | 56,0 | 26,3 | 41,4 | 11,27 |
| 6 | 60 | 6 | 6,91 | 5,39 | 16,9 | 42,5 | 22,7 | 36,1 | 9,43 |
| | | 8 | 9,03 | 7,04 | 17,7 | 57,5 | 29,2 | 46,1 | 12,1 |
| | | 10 | 11,07 | 8,63 | 18,5 | 72,8 | 34,8 | 55,1 | 14,6 |

*) Deutsches Normalprofilbuch für Walzeisen, 5 wyd., Akwizgran 1897, Jos. La Ruelle.

| Nr. profilu | Szerokość $b$ | Grubość $d$ | Przekrój | Waga na mb. | Odległość środka ciężkości $z_0$ | Moment bezwładności | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | $J_b$ | $J_z$ | $J_y = \max.$ | $J_x = \min.$ |
| | mm | mm | cm² | kg | mm | cm⁴ | cm⁴ | cm⁴ | cm⁴ |
| | | 7 | 8,7 | 6,8 | 18,5 | 63 | 33,4 | 53,0 | 13,8 |
| 6½ | 65 | 9 | 11,0 | 8,6 | 19,3 | 82 | 41,3 | 65,4 | 17,2 |
| | | 11 | 13,2 | 10,3 | 20,0 | 101 | 48,7 | 76,8 | 20,7 |
| | | 7 | 9,4 | 7,3 | 19,7 | 79 | 42,3 | 67,1 | 17,6 |
| 7 | 70 | 9 | 11,9 | 9,3 | 20,5 | 102 | 52,5 | 83,1 | 22,0 |
| | | 11 | 14,3 | 11,1 | 21,3 | 126 | 62,0 | 97,6 | 26,0 |
| | | 8 | 11,5 | 8,9 | 21,3 | 111 | 59,0 | 93,3 | 24,4 |
| 7½ | 75 | 10 | 14,1 | 11,0 | 22,1 | 140 | 71,0 | 113 | 29,8 |
| | | 12 | 16,7 | 13,0 | 22,9 | 170 | 82,5 | 130 | 34,7 |
| | | 8 | 12,3 | 9,6 | 22,6 | 135 | 72,0 | 115 | 29,6 |
| 8 | 80 | 10 | 15,1 | 11,8 | 23,4 | 170 | 87,5 | 139 | 35,9 |
| | | 12 | 17,9 | 13,9 | 24,1 | 206 | 102 | 161 | 43,0 |
| | | 9 | 15,5 | 12,1 | 25,4 | 216 | 116 | 184 | 47,8 |
| 9 | 90 | 11 | 18,7 | 14,6 | 26,2 | 266 | 138 | 218 | 57,1 |
| | | 13 | 21,8 | 17,0 | 27,0 | 317 | 158 | 250 | 65,9 |
| | | 10 | 19,2 | 14,9 | 28,2 | 329 | 177 | 280 | 73,3 |
| 10 | 100 | 12 | 22,7 | 17,7 | 29,0 | 398 | 207 | 328 | 86,2 |
| | | 14 | 26,2 | 20,4 | 29,8 | 368 | 235 | 372 | 98,3 |
| | | 10 | 21,2 | 16,5 | 30,7 | 438 | 239 | 379 | 98,6 |
| 11 | 110 | 12 | 25,1 | 19,6 | 31,5 | 529 | 280 | 444 | 116 |
| | | 14 | 29,0 | 22,6 | 32,1 | 621 | 319 | 505 | 133 |
| | | 11 | 25,4 | 19,8 | 33,6 | 626 | 340 | 541 | 140 |
| 12 | 120 | 13 | 29,7 | 23,2 | 34,4 | 745 | 393 | 625 | 162 |
| | | 15 | 33,9 | 26,5 | 35,1 | 864 | 445 | 705 | 186 |
| | | 12 | 30,0 | 23,4 | 36,4 | 869 | 472 | 750 | 194 |
| 13 | 130 | 14 | 34,7 | 27,0 | 37,2 | 1020 | 540 | 857 | 223 |
| | | 16 | 39,3 | 30,6 | 38,0 | 1171 | 604 | 959 | 251 |
| | | 13 | 35,0 | 27,3 | 39,2 | 1175 | 638 | 1014 | 262 |
| 14 | 140 | 15 | 40,0 | 31,2 | 40,0 | 1363 | 723 | 1148 | 298 |
| | | 17 | 45,0 | 35,1 | 40,8 | 1554 | 805 | 1276 | 334 |
| | | 14 | 40,3 | 31,4 | 42 | 1559 | 845 | 1343 | 347 |
| 15 | 150 | 16 | 45,7 | 35,7 | 43 | 1790 | 949 | 1507 | 391 |
| | | 18 | 51,0 | 39,9 | 44 | 2023 | 1052 | 1665 | 438 |
| | | 15 | 46,1 | 35,9 | 45 | 2027 | 1099 | 1745 | 453 |
| 16 | 160 | 17 | 51,8 | 40,4 | 46 | 2308 | 1225 | 1945 | 506 |
| | | 19 | 57,5 | 44,9 | 47 | 2590 | 1348 | 2137 | 558 |

Rys. 820.




## 2. Kątowniki nierównoramienne.

Długość normalna = 4 do 8 m.
Długość największa = 12 m.
Promień zaokrąglenia krawędzi wklęsłej
$R = 0{,}5\ (d_{min} + d_{max})$.
Promień zaokrąglenia krawędzi ramion
$r = 0{,}5\ R$ (na połówki mm zaokrąglony).
Profile przygotowawcze, o niezmiennej szerokości ramion, z pogrubieniem ich o 1 mm walcują się również.

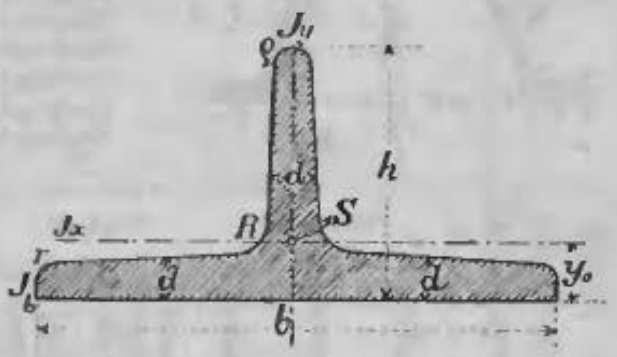
$i$ (w mm) jest odstępem w świetle między dłuższemi ramionami dwóch kątowników nierównoramiennych ⊥, przy którym obydwa momenty bezwładności stają się sobie równe ($= 2 J_\xi$).

| Nr. profilu | Rozmiary mm. | | | Przekrój | Waga na mb | Odległość środka ciężk. | | tg φ. | Momenty bezwładności | | | | $i$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $b$ | $a$ | $d$ | cm² | kg | $\xi_0$ mm | $\eta_0$ mm | | $J_\xi$ cm⁴ | $J_\eta$ cm⁴ | $J_x$ =max cm⁴ | $J_y$ =min cm⁴ | mm |
| **Stosunek ramion 2 : 3.** | | | | | | | | | | | | | |
| **2/3** | 20 | 30 | 3 | 1,42 | 1,11 | 4,9 | 9,9 | 0,4216 | 1,25 | 0,45 | 1,42 | 0,28 | 5,2 |
| | | | 4 | 1,85 | 1,44 | 5,4 | 10,3 | 0,4214 | 1,60 | 0,55 | 1,82 | 0,33 | 4,3 |
| **3/4½** | 30 | 45 | 4 | 2,87 | 2,24 | 7,4 | 14,8 | 0,4334 | 5,77 | 2,05 | 6,63 | 1,19 | 8,0 |
| | | | 5 | 3,53 | 2,75 | 7,8 | 15,2 | 0,4288 | 6,99 | 2,46 | 8,01 | 1,44 | 7,1 |
| **4/6** | 40 | 60 | 5 | 4,79 | 3,74 | 9,7 | 19,5 | 0,4319 | 17,3 | 6,20 | 19,8 | 3,66 | 11,0 |
| | | | 7 | 6,55 | 5,11 | 10,5 | 20,4 | 0,4275 | 22,8 | 8,10 | 26,3 | 4,63 | 9,0 |
| **5/7½** | 50 | 75 | 7 | 8,33 | 6,50 | 12,4 | 24,7 | 0,4304 | 46,3 | 16,4 | 53,1 | 9,58 | 13,1 |
| | | | 9 | 10,5 | 8,20 | 13,2 | 25,6 | 0,4272 | 57,2 | 20,1 | 65,4 | 11,9 | 11,2 |
| **6½/10** | 65 | 100 | 9 | 14,2 | 11,0 | 15,9 | 33,1 | 0,4101 | 140 | 46,6 | 160 | 26,8 | 19,5 |
| | | | 11 | 17,1 | 13,3 | 16,7 | 34,0 | 0,4074 | 167 | 55,3 | 189 | 32,9 | 17,7 |
| **8/12** | 80 | 120 | 10 | 19,1 | 14,9 | 19,5 | 39,2 | 0,4348 | 276 | 97,9 | 317 | 56,8 | 22,1 |
| | | | 12 | 22,7 | 17,7 | 20,2 | 40,0 | 0,4304 | 323 | 115 | 370 | 67,5 | 20,1 |
| **10/15** | 100 | 150 | 12 | 28,7 | 22,4 | 24,2 | 48,9 | 0,4361 | 649 | 232 | 747 | 134 | 27,8 |
| | | | 14 | 33,2 | 25,9 | 25,0 | 49,7 | 0,4339 | 744 | 263 | 854 | 153 | 26,1 |
| **Stosunek ramion 1 : 2.** | | | | | | | | | | | | | |
| **2/4** | 20 | 40 | 3 | 1,72 | 1,34 | 4,4 | 14,3 | 0,2575 | 2,81 | 0,46 | 2,96 | 0,31 | 14,6 |
| | | | 4 | 2,25 | 1,76 | 4,8 | 14,7 | 0,2528 | 3,58 | 0,60 | 3,78 | 0,40 | 13,4 |
| **3/6** | 30 | 60 | 5 | 4,29 | 3,35 | 6,8 | 21,5 | 0,2544 | 15,6 | 2,61 | 16,5 | 1,71 | 21,2 |
| | | | 7 | 5,85 | 4,56 | 7,6 | 22,4 | 0,2479 | 20,6 | 3,42 | 21,8 | 2,28 | 19,1 |
| **4/8** | 40 | 80 | 6 | 6,89 | 5,37 | 8,8 | 28,5 | 0,2568 | 44,9 | 7,66 | 47,6 | 4,99 | 28,9 |
| | | | 8 | 9,01 | 7,03 | 9,6 | 29,4 | 0,2518 | 57,5 | 9,70 | 60,8 | 6,41 | 26,9 |
| **5/10** | 50 | 100 | 8 | 11,5 | 8,93 | 11,2 | 35,9 | 0,2565 | 116 | 19,6 | 123 | 12,8 | 35,5 |
| | | | 10 | 14,1 | 11,0 | 12,0 | 36,7 | 0,2658 | 141 | 23,5 | 150 | 14,6 | 33,7 |
| **6½/13** | 65 | 130 | 10 | 18,6 | 14,5 | 14,5 | 46,5 | 0,2569 | 320 | 54,4 | 339 | 35,4 | 46,6 |
| | | | 12 | 22,1 | 17,2 | 15,3 | 47,5 | 0,2549 | 374 | 62,8 | 395 | 41,3 | 44,4 |
| **8/16** | 80 | 160 | 12 | 27,5 | 21,5 | 17,7 | 57,2 | 0,2586 | 719 | 122 | 762 | 79,4 | 57,8 |
| | | | 14 | 31,8 | 24,8 | 18,5 | 58,1 | 0,2679 | 822 | 139 | 875 | 86,0 | 55,7 |
| **10/20** | 100 | 200 | 14 | 40,3 | 31,4 | 21,8 | 71,2 | 0,2608 | 1654 | 282 | 1754 | 182 | 73,1 |
| | | | 16 | 45,7 | 35,6 | 22,6 | 72,0 | 0,2586 | 1863 | 315 | 1973 | 205 | 71,2 |

## 3. Teowniki.

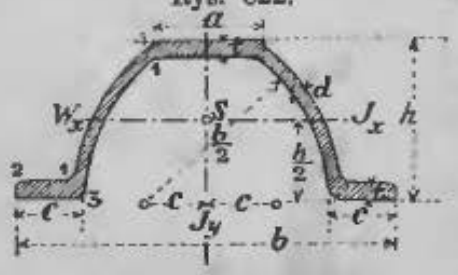
Długość normalna = 4 do 8 m.
Długość największa = 12 m.
Promień zaokrąglenia krawędzi wklęsłych $R = d$.
Promień zaokrąglenia krawędzi pasa $r = 0{,}5\ d$.
Promień zaokrąglenia krawędzi środnika $\varrho = 0{,}25\ d$, lecz $r$ i $\varrho$ zaokrąglone na połowki mm.
Pochyłość przy teownikach szerokopasowych:
Środnik po 4%; pas po 2%.
Pochyłość przy teownikach wysokośrodnikowych: Środnik i pas po 2%.
Grubości $d$ mierzą się w oddaleniu $^1/_2\ h$, wzgl. $^1/_6\ b$, od brzegów.

Rys. 821.




| Nr. profilu | Szerokość $b$ mm | Wysokość $h$ mm | Grubość $d$ mm | Przekrój cm² | Waga na mb. kg | Odległość środka ciężkości $y_o$ mm | Momenty bezwładności $J_b$ cm⁴ | $J_x$ cm⁴ | $J_y$ cm⁴ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Teowniki szerokopasowe. $b : h = 2 : 1$.** | | | | | | | | | |
| **6/3** | 60 | 30 | 5,5 | 4,64 | 3,62 | 6,7 | 4,69 | 2,58 | 8,62 |
| **7/3½** | 70 | 35 | 6 | 5,94 | 4,63 | 7,7 | 8,00 | 4,49 | 15.1 |
| **8/4** | 80 | 40 | 7 | 7,91 | 6,17 | 8,8 | 13,9 | 7,81 | 28.5 |
| **9/4½** | 90 | 45 | 8 | 10,2 | 7,93 | 10,0 | 22,9 | 12,7 | 46.1 |
| **10/5** | 100 | 50 | 8,5 | 12,0 | 9.38 | 10,9 | 33,0 | 18,7 | 67.7 |
| **12/6** | 120 | 60 | 10 | 17,0 | 13,2 | 13,0 | 66.5 | 38,0 | 137 |
| **14/7** | 140 | 70 | 11,5 | 22,8 | 17,8 | 15,1 | 121 | 68.9 | 258 |
| **16/8** | 160 | 80 | 13 | 29.5 | 23,0 | 17,2 | 204 | 117 | 422 |
| **18/9** | 180 | 90 | 14,5 | 37.0 | 28.8 | 19,3 | 323 | 185 | 670 |
| **20/10** | 200 | 100 | 16 | 45,4 | 35,4 | 21.4 | 486 | 277 | 1000 |
| **Teowniki wysokośrodnikowe. $b : h = 1 : 1$.** | | | | | | | | | |
| **2/2** | 20 | 20 | 3 | 1,12 | 0,87 | 5.8 | 0,76 | 0,38 | 0,20 |
| **2½/2½** | 25 | 25 | 3,5 | 1,64 | 1,28 | 7,3 | 1,74 | 0,87 | 0,43 |
| **3/3** | 30 | 30 | 4 | 2.26 | 1,76 | 8,5 | 3,35 | 1,72 | 0.87 |
| **3½/3½** | 35 | 35 | 4.5 | 2,97 | 2,32 | 9.9 | 6.01 | 3.10 | 1,57 |
| **4/4** | 40 | 40 | 5 | 3.77 | 2,94 | 11,2 | 10,0 | 5.28 | 2.58 |
| **4½/4½** | 45 | 45 | 5,5 | 4.67 | 3.64 | 12,6 | 15,5 | 8,13 | 4,01 |
| **5/5** | 50 | 50 | 6 | 5.66 | 4,42 | 13,9 | 23.0 | 12,1 | 6,06 |
| **6/6** | 60 | 60 | 7 | 7,94 | 6,19 | 16,6 | 45,7 | 23,8 | 12,2 |
| **7/7** | 70 | 70 | 8 | 10,6 | 8,27 | 19,4 | 84,4 | 44,5 | 22,1 |
| **8/8** | 80 | 80 | 9 | 13,6 | 10,6 | 22,2 | 141 | 73,7 | 37.0 |
| **9/9** | 90 | 90 | 10 | 17,1 | 13,3 | 24.8 | 224 | 119 | 58,5 |
| **10/10** | 100 | 100 | 11 | 20,9 | 16.3 | 27,4 | 336 | 179 | 88,3 |
| **12/12** | 120 | 120 | 13 | 29,6 | 23,1 | 32.8 | 684 | 366 | 178 |
| **14/14** | 140 | 140 | 15 | 39.9 | 31,1 | 38,0 | 1236 | 660 | 330 |

Rys. 822.

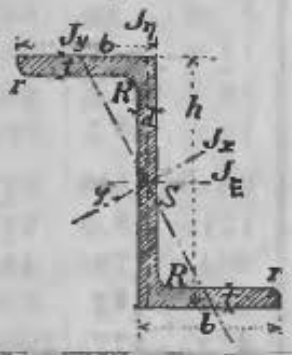



## 4. Żłobowniki spłaszczone.

Długości normalne = 4 do 8 m.
Długości największe = 12 m.
Zaokrąglenia przy 1 promieniem = $t$.
Zaokrąglenia przy 2 promieniem = $d$.
Zaokrąglenia przy 3 promieniem = $d - 0{,}5$ mm.
Zaokrąglenia przy 4 promieniem = $0{,}6\,d + 1{,}3$ mm.

| Nr. profilu | Wysokość $h$ | Szerokość: większa $b$ | Szerokość: mniejsza $a$ | Szerokość: pasków $c$ | Grubość: części zakrzywionych $d$ | Grubość: części prostych $t$ | Przekrój | Waga na mb. | Momenty bezwładności $J_y$ | Momenty bezwładności $J_x$ | Moment wytrzymałości $W_x$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | cm² | kg | cm⁴ | cm⁴ | cm³ |
| 6½ | 50 | 120 | 33 | 21 | 3 | 5 | 6,71 | 5,24 | 86,4 | 23,2 | 9,27 |
| 6 | 60 | 140 | 38 | 24 | 3,5 | 6 | 9,34 | 7,28 | 164 | 47,2 | 15,8 |
| 7½ | 75 | 170 | 45,5 | 28,5 | 4 | 7 | 13,2 | 10,3 | 347 | 105 | 27.9 |
| 9 | 90 | 200 | 53 | 33 | 4,5 | 8 | 17,9 | 14,0 | 651 | 206 | 45,8 |
| 11 | 110 | 240 | 63 | 39 | 5 | 9 | 24,1 | 18,8 | 1272 | 421 | 76,5 |

Rys. 823.




## 5. Zetowniki. *)

Długości normalne = 4 do 8 m.

Długości największe = 12 m.

Promień zaokrąglenia krawędzi wklęsłych $R = t$.

Promień zaokrąglenia krawędzi pasów $r = 0{,}5\,t$ (na połówki mm zaokrąglone).

| Nr. profilu | Wysokość $h$ | Szerokość $b$ | Grubość: środnika $d$ | Grubość: pasów $t$ | Przekrój | Waga na mb. | tg $\varphi$ | Momenty bezwładności $J_\xi$ | $J_\eta$ | $J_x$ = max | $J_y$ = min |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | mm | mm | mm | mm | cm² | kg | | cm⁴ | cm⁴ | cm⁴ | cm⁴ |
| 3 | 30 | 38 | 4 | 4,5 | 4,32 | 3,37 | 1,655 | 5.94 | 13,7 | 18,1 | 1.54 |
| 4 | 40 | 40 | 4,5 | 5 | 5,43 | 4,23 | 1,181 | 13.4 | 17,6 | 28,0 | 3,05 |
| 5 | 50 | 43 | 5 | 5,5 | 6,77 | 5,28 | 0,939 | 25,7 | 24,4 | 44,9 | 5,23 |
| 6 | 60 | 45 | 5 | 6 | 7,91 | 6,17 | 0,779 | 44,0 | 30,8 | 67,2 | 7,60 |
| 8 | 80 | 50 | 6 | 7 | 11,1 | 8,67 | 0,588 | 108 | 48,7 | 142 | 14,7 |
| 10 | 100 | 55 | 6,5 | 8 | 14,5 | 11,3 | 0,492 | 220 | 74,5 | 270 | 24,6 |
| 12 | 120 | 60 | 7 | 9 | 18,2 | 14,2 | 0,433 | 400 | 108 | 470 | 37,7 |
| 14 | 140 | 65 | 8 | 10 | 22,9 | 17,9 | 0,385 | 671 | 154 | 768 | 56,4 |
| 16 | 160 | 70 | 8,5 | 11 | 27,5 | 21,5 | 0,357 | 1055 | 209 | 1184 | 79,5 |
| 18 | 180 | 75 | 9,5 | 12 | 33,3 | 26,0 | 0,329 | 1594 | 275 | 1759 | 110 |
| 20 | 200 | 80 | 10 | 13 | 38,7 | 30,2 | 0,313 | 2289 | 367 | 2509 | 147 |

*) A. Meyerhof, Naprężenia gnące w zetownikach, Zeitschr. d. V. d. Ing. 1891, str. 696, podaje szczegółową tablicę momentów wytrzymałości zetowników względem rozmaitych płaszczyzn przeginania.

## 6. Ceowniki.

Rys. 824.

Długości normalne = 4 do 8 m. Długości największe = 12 m.
Pochyłość wewnętrznych powierzchni pasów = 8%.
Promień zaokrąglenia $R = t$ i $r = 0{,}5\,t$ (na $^1/_2$ mm zaokrągl).
Grubość pasa $t$ mierzy się w odległości $^1/_2\,b$ od krawędzi.
$i$ (w mm) odstęp w świetle dwóch ceowników ⊐⊏, przy którym obydwa główne momenty bezwładności są sobie równe ($= 2\,J_x$).

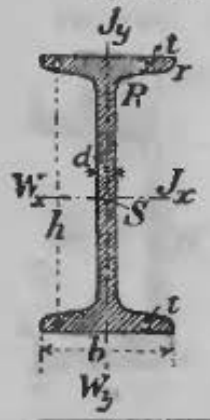
### Nowe ceowniki.

| Nr. profilu | Wysokość $h$ mm | Szerokość $b$ mm | Grubość: środnika $d$ mm | Grubość: pasów $t$ mm | Przekrój cm² | Waga na mb. kg | Odległość środka ciężkości $x_0$ mm | Momenty bezwładności $J_h$ cm⁴ | $J_y$ cm⁴ | $J_x$ cm⁴ | $i$ mm | Moment wytrzymałości $W_x$ cm³ | Nr. profilu |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 30 | 33 | 5 | 7 | 5,44 | 4,24 | 13,1 | 14,7 | 5,33 | 6,39 | . | 4,3 | 3 |
| 4 | 40 | 35 | 5 | 7 | 6,21 | 4,85 | 13,3 | 17,7 | 6,68 | 14,1 | . | 7,1 | 4 |
| 5 | 50 | 38 | 5 | 7 | 7,12 | 5,55 | 13,7 | 22,5 | 9,12 | 26,4 | 3,8 | 10,6 | 5 |
| 6½ | 65 | 42 | 5,5 | 7,5 | 9,03 | 7,05 | 14,2 | 32,3 | 14,1 | 57,5 | 15,4 | 17,7 | 6½ |
| 8 | 80 | 45 | 6 | 8 | 11,0 | 8,60 | 14,5 | 43,2 | 19,4 | 106 | 27,1 | 26,5 | 8 |
| 10 | 100 | 50 | 6 | 8,5 | 13,5 | 10,5 | 15,5 | 61,7 | 29,3 | 206 | 41,4 | 41,1 | 10 |
| 12 | 120 | 55 | 7 | 9 | 17,0 | 13,3 | 16,0 | 86,7 | 43,2 | 364 | 54,9 | 60,7 | 12 |
| 14 | 140 | 60 | 7 | 10 | 20,4 | 15,9 | 17,5 | 125 | 62,7 | 605 | 68,1 | 86,4 | 14 |
| 16 | 160 | 65 | 7,5 | 10,5 | 24,0 | 18,7 | 18,4 | 166 | 85,3 | 925 | 81,5 | 116 | 16 |
| 18 | 180 | 70 | 8 | 11 | 28,0 | 21,8 | 19,2 | 217 | 114 | 1354 | 94,7 | 150 | 18 |
| 20 | 200 | 75 | 8,5 | 11,5 | 32,2 | 25,1 | 20,1 | 278 | 148 | 1911 | 108 | 191 | 20 |
| 22 | 220 | 80 | 9 | 12,5 | 37,4 | 29,2 | 21,4 | 368 | 197 | 2690 | 120 | 245 | 22 |
| 24 | 240 | 85 | 9,5 | 13 | 42,3 | 33,0 | 22,3 | 458 | 248 | 3598 | 133 | 300 | 24 |
| 26 | 260 | 90 | 10 | 14 | 48,3 | 37,7 | 23,6 | 586 | 317 | 4823 | 146 | 371 | 26 |
| 28 | 280 | 95 | 10 | 15 | 53,3 | 41,6 | 25,3 | 740 | 399 | 6276 | 159 | 450 | 28 |
| 30 | 300 | 100 | 10 | 16 | 58,8 | 45,8 | 27,0 | 924 | 495 | 8026 | 172 | 535 | 30 |

### Dawniejsze ceowniki (do budowy wagonów dr. żel.).

| Nr. profilu | Wysokość $h$ mm | Szerokość $b$ mm | Grubość: środnika $d$ mm | Grubość: pasów $t$ mm | Przekrój cm² | Waga na mb. kg | Odległość środka ciężkości $x_0$ mm | Momenty bezwładności $J_h$ cm⁴ | $J_y$ cm⁴ | $J_x$ cm⁴ | $i$ mm | Moment wytrzymałości $W_x$ cm³ | Nr. profilu |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10½ | 105 | 65 | 8 | 8 | 17,3 | 13,5 | 18,8 | 122 | 61,2 | 287 | 34,6 | 54,7 | 10½ |
| 11¾ | 117,5 | 65 | 10 | 10 | 22,6 | 17,6 | 19,1 | 160 | 77,1 | 447 | 42,7 | 76,1 | 11¾ |
| 14½ | 145 | 60 | 8 | 8 | 19,8 | 15,4 | 15,0 | 98,1 | 53,6 | 585 | 73,6 | 80,7 | 14½ |
| 23½ | 235 | 90 | 10 | 12 | 42,4 | 33,1 | 22,8 | 492 | 272 | 3429 | 127 | 292 | 23½ |
| 26 | 260 | 90 | 10 | 10 | 41,6 | 32,5 | 19,7 | 398 | 237 | 3900 | 148 | 300 | 26 |
| 30 | 300 | 75 | 10 | 10 | 42,8 | 33,3 | 15,0 | 241 | 145 | 4925 | 181 | 328 | 30 |

Rys. 825.




## 7. Dwuteowniki.

Długości normalne = 4 do 10 m. Długość największa 14 m.
Pochyłość wewnętrznych powierzchni pasów = 14%.
Promień zaokrąglenia krawędzi wklęsłych $R = d$.
Promień zaokrąglenia krawędzi pasów $r = 0{,}6\,d$.
Grubość pasów $t$ mierzona w odległości $^1/_4\,b$ od krawędzi.
Numera profili złączone z boku nawiasem mają równe nadwyżki cen

| Nr. profilu | Wysokość $h$ | Szerokość $b$ | Grubość: środnika $d$ | Grubość: pasów $t$ | Przekrój | Waga na mb | Momenty bezwładności $J_y$ | Momenty bezwładności $J_x$ | Momenty wytrzymałości $W_y$ | Momenty wytrzymałości $W_x$ | Nr. profilu |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | mm | mm | mm | mm | cm² | kg | cm⁴ | cm⁴ | cm³ | cm³ | |
| 8 | 80 | 42 | 3.9 | 5,9 | 7,57 | 5,9 | 6,3 | 77,7 | 2.99 | 19,4 | 8 |
| 9 | 90 | 46 | 4,2 | 6,3 | 8,99 | 7,0 | 8,8 | 117 | 3,81 | 25,9 | 9 |
| 10 | 100 | 50 | 4,5 | 6,8 | 10,6 | 8,3 | 12,2 | 170 | 4.86 | 34,1 | 10 |
| 11 | 110 | 54 | 4.8 | 7,2 | 12,3 | 9,6 | 16,2 | 238 | 5.99 | 43.3 | 11 |
| 12 | 120 | 58 | 5.1 | 7,7 | 14,2 | 11.1 | 21.4 | 327 | 7,38 | 54,5 | 12 |
| 13 | 130 | 62 | 5,4 | 8.1 | 16,1 | 12,6 | 27.4 | 435 | 8.85 | 67,0 | 13 |
| 14 | 140 | 66 | 5,7 | 8,6 | 18.2 | 14.2 | 35.2 | 572 | 10.7 | 81,7 | 14 |
| 15 | 150 | 70 | 6.0 | 9,0 | 20,4 | 15.9 | 43.7 | 734 | 12.5 | 97.9 | 15 |
| 16 | 160 | 74 | 6,3 | 9.5 | 22,8 | 17,8 | 54,5 | 933 | 14.7 | 117 | 16 |
| 17 | 170 | 78 | 6,6 | 9,9 | 25,2 | 19,7 | 66,5 | 1165 | 17,1 | 137 | 17 |
| 18 | 180 | 82 | 6,9 | 10.4 | 27,9 | 21.7 | 81.3 | 1444 | 19,8 | 161 | 18 |
| 19 | 190 | 86 | 7,2 | 10,8 | 30.5 | 23.8 | 97.2 | 1759 | 22.6 | 185 | 19 |
| 20 | 200 | 90 | 7,5 | 11,3 | 33,4 | 26,1 | 117 | 2139 | 25.9 | 214 | 20 |
| 21 | 210 | 94 | 7,8 | 11,7 | 36,3 | 28,3 | 137 | 2558 | 29,3 | 244 | 21 |
| 22 | 220 | 98 | 8.1 | 12.2 | 39,5 | 30,8 | 163 | 3055 | 33.3 | 278 | 22 |
| 23 | 230 | 102 | 8,4 | 12,6 | 42,6 | 33,3 | 188 | 3605 | 36.9 | 314 | 23 |
| 24 | 240 | 106 | 8,7 | 13.1 | 46,1 | 35,9 | 220 | 4239 | 41.6 | 353 | 24 |
| 25 | 250 | 110 | 9,0 | 13,6 | 49,7 | 38,7 | 255 | 4954 | 46,4 | 396 | 25 |
| 26 | 260 | 113 | 9.4 | 14,1 | 53.3 | 41,6 | 287 | 5735 | 50.6 | 441 | 26 |
| 27 | 270 | 116 | 9,7 | 14.7 | 57,1 | 44.5 | 325 | 6623 | 56.0 | 491 | 27 |
| 28 | 280 | 119 | 10,1 | 15.2 | 61,0 | 47,6 | 363 | 7575 | 60,8 | 541 | 28 |
| 29 | 290 | 122 | 10,4 | 15,7 | 64,8 | 50,6 | 403 | 8619 | 66.1 | 594 | 29 |
| 30 | 300 | 125 | 10,8 | 16,2 | 69,0 | 53,8 | 449 | 9785 | 71,9 | 652 | 30 |
| 32 | 320 | 131 | 11,5 | 17.3 | 77,7 | 60,6 | 554 | 12493 | 84,6 | 781 | 32 |
| 34 | 340 | 137 | 12,2 | 18,3 | 86,7 | 67,6 | 672 | 15670 | 98,1 | 922 | 34 |
| 36 | 360 | 143 | 13,0 | 19,5 | 97,0 | 75,7 | 817 | 19576 | 114 | 1088 | 36 |
| 38 | 380 | 149 | 13,7 | 20,5 | 107 | 83,4 | 972 | 23978 | 131 | 1262 | 38* |
| 40 | 400 | 155 | 14.4 | 21,6 | 118 | 91,8 | 1160 | 29173 | 150 | 1459 | 40 |
| 42½ | 425 | 163 | 15,3 | 23,0 | 132 | 103 | 1433 | 36956 | 176 | 1739 | 42½ |
| 45 | 450 | 170 | 16.2 | 24.3 | 147 | 115 | 1722 | 45888 | 203 | 2040 | 45 |
| 47½ | 475 | 178 | 17,1 | 25,6 | 163 | 127 | 2084 | 56410 | 234 | 2375 | 47½ |
| 50 | 500 | 185 | 18,0 | 27,0 | 179 | 140 | 2470 | 68736 | 267 | 2750 | 50 |
| 55 | 550 | 200 | 19,0 | 30,0 | 212 | 166 | 3486 | 99054 | 349 | 3602 | 55 |

## 8. Ćwierciowniki (słupowniki).

Długości normalne = 4 do 8 m.

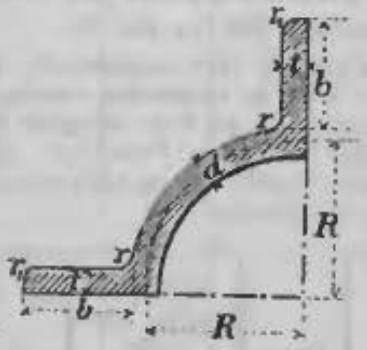
Długość największa = 12 m.

Promień zaokrąglenia $r = 0{,}12\ R$.

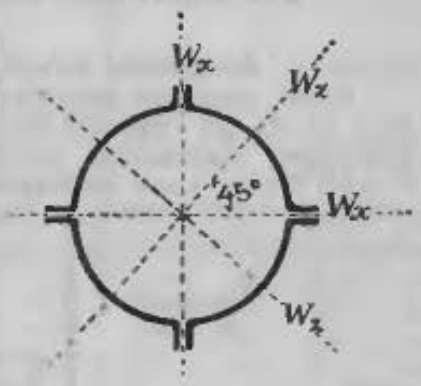
Promień zaokrąglenia $r_1 = 0{,}06\ R$.

Profile przygotowawcze, grubości o 1 mm większej walcują się również.

Rys. 826.




Rys. 827.




| Nr. profilu | Rozmiary w mm. $R$ | $b$ | $d$ | $t$ | Przekrój całej rury cm² | Waga całej rury na mb. kg | Moment bezwładności całej rury cm⁴ | Momenty wytrzymałości całej rury (słupa) $W_z$ = max. cm³ | $W_x$ = min. cm³ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 50 | 35 | 4 | 6 | 29,8 | 23.3 | 576 | 89,3 | 66.2 |
| 6 | 50 | 35 | 8 | 8 | 48.0 | 37,4 | 906 | 135 | 102 |
| 7½ | 75 | 40 | 6 | 8 | 54.9 | 42,8 | 2068 | 237 | 175 |
| 7½ | 75 | 40 | 10 | 10 | 80.2 | 62,5 | 2982 | 331 | 248 |
| 10 | 100 | 45 | 8 | 10 | 88.1 | 68,7 | 5511 | 501 | 370 |
| 10 | 100 | 45 | 12 | 12 | 120 | 94,0 | 7478 | 663 | 495 |
| 12½ | 125 | 50 | 10 | 12 | 129 | 101 | 12161 | 917 | 676 |
| 12½ | 125 | 50 | 14 | 14 | 169 | 132 | 15788 | 1165 | 867 |
| 15 | 150 | 55 | 12 | 14 | 179 | 140 | 23637 | 1515 | 1120 |
| 15 | 150 | 55 | 18 | 17 | 249 | 194 | 32738 | 2051 | 1530 |

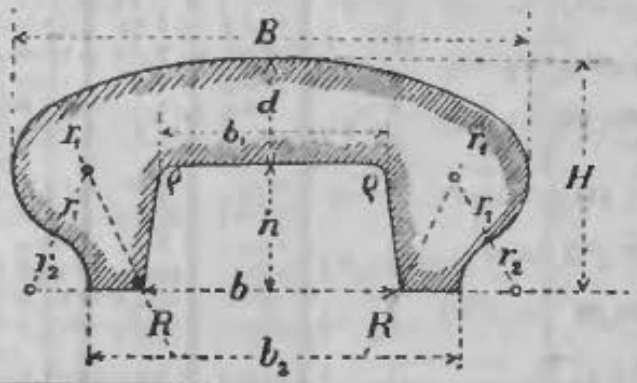
## 9. Poręczownik.

Długości normalne = 4 do 8 m.

Długość największa = 12 m.

Wierzchnie zaokrąglenie promieniem $R = B$.

Rys. 828.




| Nr. profilu | Rozmiary w mm. $B$ | $H$ | $b$ | $h$ | $R$ | $d$ | $r_1$ | $r_2$ | $\varrho$ | $b_1$ | $b_2$ | Przekrój cm² | Waga na mb. kg |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 40 | 18 | 20 | 10 | 40 | 8 | 6 | 4 | 2 | 18 | 30 | 4.20 | 3,28 |
| 6 | 60 | 27 | 30 | 15 | 60 | 12 | 9 | 6 | 3 | 27 | 45 | 9,46 | 7,38 |
| 8 | 80 | 36 | 40 | 20 | 80 | 16 | 12 | 8 | 4 | 36 | 60 | 16,8 | 13,1 |
| 10 | 100 | 45 | 50 | 25 | 100 | 20 | 15 | 10 | 5 | 45 | 75 | 26,3 | 20,5 |
| 12 | 120 | 54 | 60 | 30 | 120 | 24 | 18 | 12 | 6 | 54 | 90 | 37,8 | 29,5 |

## 10. Kątowniki nierównoramienne do budowy okrętów.

(p. rys. 820 na str. 28).

$d$ = grubość normalna ramion przy nastawieniu walcy do 3 mm.

Profile oznaczone gwiazdką (*) co do szerokości ramion zgodne są z profilami tablicy na str. 28. Długości normalne = 4 do 8 m. Długość największa = 12 m. $R$ jest promieniem zaokrąglenia krawędzi wklęsłej. Promienie zaokrągleń krawędzi ramion $r = 0{,}5\,R$ (na $^1/_2$ mm zaokrąglone). Profile przygotowawcze, o równych szerokościach ramion, a 1 mm grubsze walcują się również.

| Nr profilu | Rozmiary w mm | | | | Przekrój | Waga na mb. | Odległość środka ciężkości | | tg φ | Momenty bezwładności | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $b$ | $a$ | $d$ | $R$ | | | $\xi_0$ | $\eta_0$ | | $J_\xi$ | $J_\eta$ | $J_x$ = max. | $J_y$ = min. |
| | | | | | cm² | kg | mm | | | cm⁴ | cm⁴ | cm⁴ | cm⁴ |
| 3/4 | 30 | 40 | 3 | 3.5 | 2,02 | 1,58 | 7.4 | 12,4 | 0,556 | 3,22 | 1,56 | 3,92 | 0,86 |
| *3/4½ | 30 | 45 | 3 | 3.5 | 2,17 | 1.69 | 7,0 | 14.4 | 0,433 | 4,46 | 1,62 | 4,62 | 1,46 |
| *3/6 | 30 | 60 | 3 | 4 | 2,63 | 2,05 | 6,1 | 20,9 | 0,261 | 9.93 | 1,73 | 10,51 | 1,15 |
| 3½ 4½ | 35 | 45 | 3 | 4 | 2,33 | 1,82 | 8,6 | 13.6 | 0,595 | 4,68 | 2,53 | 5.87 | 1,34 |
| 4/5 | 40 | 50 | 3 | 4 | 2.63 | 2,05 | 9,9 | 14.8 | 0,626 | 6,63 | 3.77 | 8,42 | 1,98 |
| *4/6 | 40 | 60 | 4 | 5 | 3.87 | 3.02 | 9,4 | 19,2 | 0.434 | 14,27 | 5,08 | 16.3 | 3,05 |
| *4/8 | 40 | 80 | 4 | 5.5 | 4.67 | 3,64 | 8,1 | 27,8 | 0,262 | 31,23 | 5.44 | 33,0 | 3,67 |
| 4½/5½ | 45 | 55 | 4 | 5 | 3,87 | 3.02 | 11.4 | 16,4 | 0,651 | 11,63 | 7,02 | 15,0 | 3,65 |
| 4½/6½ | 45 | 65 | 4 | 5 | 4,27 | 3,33 | 10,6 | 20,4 | 0,529 | 18,49 | 7,30 | 21,0 | 4,79 |
| 5/6 | 50 | 60 | 5 | 6.5 | 5,29 | 4,13 | 13,0 | 17,9 | 0,670 | 18,58 | 11.71 | 24.1 | 6,19 |
| 5/6½ | 50 | 65 | 5 | 6,5 | 5,54 | 4,32 | 12,5 | 19,9 | 0,584 | 23,22 | 11,99 | 29,0 | 6,21 |
| *5 7½ | 50 | 75 | 5 | 6,5 | 6.04 | 4,71 | 11,7 | 24,0 | 0,415 | 35,40 | 12,43 | 40,0 | 7,83 |
| *5/10 | 50 | 100 | 5 | 7 | 7,28 | 5,68 | 10,1 | 34,8 | 0,261 | 76,31 | 13,42 | 80,9 | 8,83 |
| | | | 7 | | 10,04 | 7,83 | 10,9 | 35,7 | 0,261 | 103,7 | 17,97 | 110 | 11.66 |
| 5½/6½ | 55 | 65 | 5 | 7 | 5,78 | 4,51 | 14,2 | 19.2 | 0.696 | 23.93 | 15,85 | 31,7 | 8.08 |
| | | | 7 | | 7,94 | 6.20 | 15,0 | 19,9 | 0,692 | 32,22 | 21,13 | 42,6 | 10,75 |
| 5½/7½ | 55 | 75 | 5 | 7 | 6,28 | 4,90 | 13,3 | 23,2 | 0,514 | 35.72 | 16,39 | 42,6 | 9,51 |
| | | | 7 | | 8,64 | 6,74 | 14,1 | 24,0 | 0,521 | 48,03 | 21,97 | 57,7 | 12,3 |
| 5½/8½ | 55 | 85 | 5 | 7 | 6,78 | 5,29 | 12,5 | 27,3 | 0,412 | 50,34 | 16,96 | 57,2 | 10,1 |
| | | | 7 | | 9,34 | 7,29 | 13,3 | 28,2 | 0,410 | 68,37 | 22,73 | 77,4 | 13.7 |
| 6½/7½ | 65 | 75 | 6 | 8 | 8.11 | 6.33 | 17,0 | 21,9 | 0,732 | 44,4 | 31.1 | 59,9 | 15,6 |
| | | | 8 | | 10.63 | 8.29 | 17,9 | 22,8 | 0,721 | 57,3 | 39,4 | 76.1 | 20.6 |
| 6½/8½ | 65 | 85 | 6 | 8 | 8,71 | 6,79 | 16,0 | 25.9 | 0,564 | 63.1 | 32,2 | 77,2 | 18,1 |
| | | | 8 | | 11,43 | 8,91 | 16,9 | 26.7 | 0,563 | 81,7 | 40,9 | 99,6 | 23.0 |
| *6½10 | 65 | 100 | 6 | 8 | 9,61 | 7,50 | 14,8 | 32,1 | 0,410 | 98,7 | 33,5 | 112 | 20,2 |
| | | | 8 | | 12,6 | 9,85 | 15,6 | 32,9 | 0,413 | 127.4 | 43,3 | 145 | 25,7 |
| 6½ 11½ | 65 | 115 | 6 | 8 | 10,5 | 8,20 | 13,8 | 38.5 | 0,323 | 144,5 | 35,0 | 158 | 21.5 |
| | | | 8 | | 13.8 | 10,79 | 14,6 | 39,7 | 0.324 | 186,7 | 44.6 | 204 | 27,3 |
| *6½/13 | 65 | 130 | 6 | 8,5 | 11,4 | 8,90 | 12,9 | 45,0 | 0,264 | 202,2 | 35,5 | 214 | 23,7 |
| | | | 8 | | 15,0 | 11,72 | 13,8 | 45,9 | 0,261 | 264,1 | 45,4 | 280 | 29,5 |
| 7½/9 | 75 | 90 | 6 | 8,5 | 9.6 | 7,49 | 18,9 | 26,0 | 0.661 | 78,4 | 48,7 | 101 | 26,1 |
| | | | 8 | | 12,6 | 9,85 | 19,7 | 26,8 | 0,657 | 101,5 | 63,1 | 131 | 33,6 |
| 7½ 10 | 75 | 100 | 7 | 10 | 11,9 | 9,26 | 18,1 | 30,6 | 0,543 | 119,3 | 58,5 | 144 | 33,8 |
| | | | 10 | | 16,6 | 12,95 | 19.5 | 31.9 | 0,539 | 162,2 | 78.9 | 197 | 44,1 |
| 7½ 11 | 75 | 110 | 7 | 10 | 12,6 | 9,8 | 17.5 | 34.7 | 0,452 | 154,6 | 59,4 | 179 | 35,0 |
| | | | 10 | | 17.6 | 13.7 | 18,7 | 36,0 | 0,456 | 209,9 | 81,0 | 244 | 46,9 |
| 7½/12 | 75 | 120 | 8 | 10.5 | 15,1 | 11,8 | 17,1 | 39,3 | 0,382 | 221,6 | 68,3 | 248 | 41,9 |
| | | | 10 | | 18,6 | 14.5 | 17,9 | 40,2 | 0,380 | 270,5 | 82,9. | 303 | 50.4 |
| 7½/13 | 75 | 130 | 9 | 10.5 | 17.7 | 13,8 | 16,9 | 44,0 | 0.334 | 310,7 | 76,9 | 338 | 49.6 |
| | | | 11 | | 21,4 | 16.7 | 17.7 | 44.9 | 0,329 | 367,8 | 91,0 | 401 | 57.8 |
| 7½/14 | 75 | 140 | 9 | 10.5 | 18.6 | 14,5 | 16.3 | 48.4 | 0,293 | 377,7 | 78.1 | 406 | 49,8 |
| | | | 11 | | 22.5 | 17,6 | 17.1 | 49.4 | 0,291 | 451,6 | 92,7 | 484 | 60,3 |

| Nr. profilu | Rozmiary w mm | | | | Przekrój | Waga na mb. | Odległość środka ciężkości | | tg φ | Momenty bezwładności | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | b | a | d | R | | | $\xi_0$ | $\eta_0$ | | $J_\xi$ | $J_\eta$ | $J_x =$ max. | $J_y =$ min. |
| | | | | | cm² | kg | mm | | | cm⁴ | cm⁴ | cm⁴ | cm⁴ |
| 7½/15 | 75 | 150 | 9 | 10,5 | 19,5 | 15,2 | 15,7 | 52,8 | 0,270 | 456,3 | 79,9 | 485 | 51,2 |
| | | | 11 | | 23,6 | 18,4 | 16,5 | 53,8 | 0,257 | 545,7 | 94,8 | 578 | 62,5 |
| 7½/17 | 75 | 170 | 9 | 11,5 | 21,4 | 16,7 | 14,8 | 62,1 | 0,217 | 632,4 | 82,1 | 660 | 54,5 |
| | | | 11 | | 25,9 | 20,2 | 15,6 | 62,7 | 0,209 | 767,9 | 102,0 | 803 | 66,9 |
| *8/12 | 80 | 120 | 9 | 11 | 17,3 | 13,5 | 19,1 | 38,8 | 0,436 | 251,0 | 90,4 | 289 | 52,4 |
| *8/16 | 80 | 160 | 9 | 13 | 21,0 | 16,4 | 16,5 | 55,8 | 0,262 | 554,3 | 94,8 | 588 | 61,1 |
| 9/10 | 90 | 100 | 9 | 12 | 16,4 | 12,8 | 24,2 | 29,1 | 0,797 | 145,6 | 119,0 | 219 | 55,6 |
| | | | 12 | | 21,5 | 16,8 | 25,4 | 30 3 | 0,793 | 199,8 | 152,3 | 280 | 72,1 |
| 9/11 | 90 | 110 | 9 | 12 | 17,3 | 13,5 | 23,2 | 33,0 | 0,654 | 204,3 | 122,4 | 265 | 61.7 |
| | | | 12 | | 22,7 | 17,7 | 24,4 | 34,2 | 0,649 | 262,8 | 156,4 | 339 | 80,2 |
| 9/12 | 90 | 120 | 9 | 12 | 18,2 | 14,2 | 22,2 | 37,0 | 0,524 | 261,0 | 125,8 | 318 | 68.8 |
| | | | 12 | | 23.9 | 18,7 | 23,4 | 38,3 | 0,520 | 334,6 | 161,6 | 409 | 87,2 |
| 9/13 | 90 | 130 | 9 | 12 | 19,1 | 14,9 | 21,4 | 41,1 | 0,467 | 325,7 | 128,5 | 381 | 73.2 |
| | | | 12 | | 25,1 | 19,6 | 22,6 | 42,4 | 0,465 | 419,7 | 164,8 | 491 | 93.5 |
| 9/14 | 90 | 140 | 9 | 12 | 20,0 | 15,6 | 20,6 | 45,3 | 0,409 | 399.1 | 131,1 | 454 | 76,2 |
| | | | 12 | | 26.3 | 20,5 | 21,9 | 46.6 | 0,406 | 517,1 | 167,4 | 586 | 98,5 |
| 9/15 | 90 | 150 | 9 | 12.5 | 20,9 | 16.3 | 19,9 | 49,4 | 0.359 | 482.9 | 132,7 | 535 | 80,6 |
| | | | 11 | | 25,3 | 19,8 | 20,7 | 50,3 | 0,358 | 579.4 | 158,6 | 642 | 96,0 |
| | | | 13 | | 29.7 | 23,1 | 21.5 | 51.2 | 0,357 | 671,1 | 182,2 | 743 | 110,3 |
| 9/16 | 90 | 160 | 9 | 12,5 | 21,8 | 17,0 | 19,3 | 53.7 | 0,322 | 578,0 | 134,3 | 629 | 83.3 |
| | | | 11 | | 26,4 | 20,6 | 20,1 | 54.7 | 0,320 | 693,1 | 160,8 | 754 | 99,9 |
| | | | 13 | | 31,0 | 24.2 | 20,9 | 55,5 | 0.319 | 804.4 | 184,6 | 874 | 115,0 |
| 9/17 | 90 | 170 | 9 | 12,5 | 22,7 | 17.7 | 18,7 | 58,1 | 0,291 | 683,2 | 136.7 | 734 | 85,9 |
| | | | 11 | | 27,5 | 21.5 | 19.5 | 59,0 | 0,288 | 819,6 | 163,4 | 880 | 103 |
| | | | 13 | | 32,3 | 25,2 | 20,3 | 59.9 | 0,300 | 952,1 | 187,9 | 1021 | 119 |
| 9/20 | 90 | 200 | 9 | 12,5 | 25,4 | 19.8 | 17.2 | 71,4 | 0,227 | 1068,9 | 141,4 | 1119 | 91.3 |
| | | | 11 | | 30,8 | 24.1 | 18,0 | 72,4 | 0.220 | 1285,8 | 169,2 | 1342 | 113 |
| | | | 13 | | 36,2 | 28,2 | 18.8 | 73,3 | 0.219 | 1494.9 | 195,1 | 1561 | 129 |
| 9/22½ | 90 | 225 | 9 | 12,5 | 27.7 | 21.6 | 16,3 | 82,8 | 0,186 | 1476,4 | 143,4 | 1523 | 96,8 |
| | | | 11 | | 33,6 | 26,2 | 17,0 | 83,8 | 0,181 | 1775,1 | 172,9 | 1830 | 118 |
| | | | 13 | | 39.4 | 30,8 | 17,8 | 84.7 | 0,181 | 2066,8 | 200,2 | 2131 | 136 |
| 9/25 | 90 | 250 | 9 | 12,5 | 29,9 | 23,4 | 15,3 | 94,4 | 0.156 | 1966,0 | 148,0 | 2011 | 103 |
| | | | 11 | | 36,3 | 28.3 | 16.1 | 95,4 | 0,154 | 2371,6 | 177,4 | 2424 | 125 |
| | | | 13 | | 42,7 | 33,3 | 17,0 | 96,3 | 0.154 | 2759.4 | 203,6 | 2821 | 142 |
| 10/12 | 100 | 120 | 9 | 12 | 19,1 | 14,9 | 25,6 | 35,5 | 0,681 | 270,8 | 170,3 | 354 | 87,1 |
| | | | 12 | | 25,1 | 19,6 | 26.8 | 36.7 | 0.678 | 342,3 | 218,7 | 452 | 109 |
| 10/13 | 100 | 130 | 10 | 13 | 22,1 | 17.3 | 25,0 | 39,7 | 0.577 | 367,3 | 187,9 | 456 | 98.9 |
| | | | 13 | | 28,3 | 22.1 | 26,2 | 41,0 | 0,574 | 462,3 | 236,7 | 574 | 125 |
| 10/14 | 100 | 140 | 10 | 13 | 23,1 | 18,0 | 24,1 | 43,8 | 0,499 | 451,7 | 192,3 | 538 | 106 |
| | | | 13 | | 29,6 | 23,1 | 25,3 | 45,1 | 0,495 | 571,0 | 242,0 | 678 | 135 |
| *10/15 | 100 | 150 | 10 | 13 | 24,1 | 18,8 | 23,3 | 47,9 | 0,437 | 546,8 | 196,2 | 631 | 112 |
| | | | 13 | | 30,9 | 24.1 | 24,5 | 49,2 | 0,435 | 692,0 | 247,0 | 798 | 141 |
| 10/16 | 100 | 160 | 10 | 13 | 25,1 | 19,6 | 22.6 | 52,2 | 0,390 | 656,2 | 198,8 | 738 | 117 |
| | | | 13 | | 32,2 | 25,1 | 23,8 | 53.3 | 0,382 | 836,4 | 250,6 | 937 | 150 |
| *10/20 | 100 | 200 | 10 | 15 | 29,2 | 22,8 | 20,1 | 69,3 | 0,263 | 1202,5 | 210,5 | 1279 | 134 |
| | | | 12 | | 34,8 | 27,1 | 21,0 | 70,3 | 0,261 | 1443,5 | 246,5 | 1530 | 160 |
| 11½/17 | 115 | 170 | 10 | 13,5 | 27,7 | 21,6 | 26,5 | 53,6 | 0,451 | 817,0 | 305,0 | 948 | 174 |
| | | | 12 | | 32,9 | 25,7 | 27,3 | 54,5 | 0,448 | 964,7 | 359,3 | 1117 | 207 |
| | | | 14 | | 38,1 | 29,7 | 28,1 | 55,3 | 0.447 | 1106,8 | 410,2 | 1280 | 237 |

Przynależne tu profile **2/3** ($d = 3$ mm), **2/4** ($d = 3$ mm), **8/12** ($d = 12$ mm), **8/16** ($d = 12$ mm) i **10/20** ($d = 14$ mm) ze str. 28, łącznie z powyższemi przedstawiają ogółem 98 profili kątowników nierównoramiennych, do budowy okrętów.

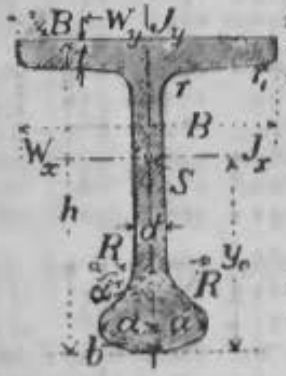
## 11. Zetowniki do budowy okrętów.

(P. rys. 823 na str. 30).

Długości normalne = 4 do 8 m. Długość największa = 12 m. Promienie zaokrągleń krawędzi wklęsłych $R = d$. Promienie zaokrągleń krawędzi pasów $r = 0{,}5\,d$.

| Nr. profilu | Wysokość $h$ mm | Szerokość $b$ mm | Grubość: środnika $d$ mm | Grubość: pasów $t$ mm | Przekrój cm² | Waga na mb. kg | tg $\varphi$ | Momenty bezwładności $J_\xi$ cm⁴ | $J_\eta$ cm⁴ | $J_x$ = max cm⁴ | $J_y$ = min cm⁴ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 90 | 70 | 8 | 9,5 | 19,2 | 15,0 | 0,827 | 242,6 | 179,6 | 379 | 43,2 |
| 10 | 100 | 70 | 8 | 9,5 | 20.0 | 15,6 | 0,705 | 311,7 | 179,9 | 442 | 48,9 |
| 11 | 110 | 75 | 9 | 11 | 24,7 | 19,3 | 0,684 | 461,4 | 253.5 | 645 | 70,2 |
| 12 | 120 | 75 | 9 | 11 | 25,6 | 20,0 | 0,600 | 567,8 | 253,6 | 745 | 76,6 |
| 13 | 130 | 80 | 10 | 12 | 30,1 | 23,5 | 0.584 | 777,8 | 332,9 | 1008 | 103,1 |
| 14 | 140 | 80 | 10 | 12 | 31.1 | 24,3 | 0,522 | 928,4 | 332,9 | 1151 | 110,0 |
| 15 | 150 | 85 | 11 | 13,5 | 36,9 | 28.8 | 0,519 | 1256 | 446,1 | 1555 | 147,3 |
| 16½ | 165 | 85 | 11 | 13,5 | 38.5 | 30,0 | 0,450 | 1578 | 446,3 | 1865 | 158,7 |
| 18 | 180 | 90 | 12 | 15 | 45.5 | 35.5 | 0,433 | 2204 | 585,0 | 2577 | 211,3 |
| 20 | 200 | 90 | 12 | 15 | 47,9 | 37,3 | 0,371 | 2837 | 585,3 | 3196 | 226,8 |

Rys. 829.




Co do odstępstw powyższej tablicy 11 od str. 40 w „Deutsches Normalprofilbuch“ p. A. Meyerhof, Biegungsspannungen der Z-Eisen zu Schiffbauzwecken, Zeitschr. d. V. d Ing. 1899. str. 607.

## 12. Teowniki łebkowe do budowy okrętów.

Długości normalne = 4 do 8 m. Długość największa = 12 m.

Łebek eliptyczny (półosie: $a = 2\,d$, $b = d$) ze stycznemi pod kątem $\alpha = 50°$.

Pochyłość wewnętrznych powierzchni pasów = 8%; $t = 1{,}15\,d$.

Promienie zaokrągleń: $R = 1{,}5\,d$; $r = d$; $r_1 = 0{,}5\,d$.

| Nr. profilu | Wysokość $h$ mm | Szerokość $B$ mm | Grubość: środnika $d$ mm | Grubość: pasów $t$ mm | Przekrój cm² | Waga na mb. kg | Odległość środka ciężkości $y_0$ mm | Momenty bezwładności $J_y$ cm⁴ | $J_x$ cm⁴ | Momenty wytrzymałości $W_y$ cm³ | $W_x$ cm³ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 15 | 150 | 120 | 9,5 | 10,92 | 30,8 | 24,0 | 93 | 138,8 | 940 | 23,1 | 101 |
| 16½ | 160 | 120 | 10 | 11,5 | 34,1 | 26,6 | 101 | 153.3 | 1264 | 25,6 | 125 |
| 18 | 180 | 125 | 10,5 | 12.08 | 38,3 | 29,8 | 109 | 182,4 | 1684 | 29,2 | 154 |
| 20 | 200 | 130 | 11 | 12,65 | 43,1 | 33,6 | 121 | 215.3 | 2340 | 33,1 | 194 |
| 22 | 220 | 135 | 11.5 | 13,22 | 48,2 | 37,6 | 132 | 252,6 | 3159 | 37,4 | 240 |
| 24 | 240 | 140 | 12 | 13,8 | 53,7 | 41.9 | 143 | 294,8 | 4175 | 42,1 | 292 |
| 26 | 260 | 145 | 13 | 14.95 | 62,0 | 48,4 | 154 | 359.1 | 5656 | 49,5 | 368 |
| 28 | 280 | 150 | 14 | 16,1 | 71,0 | 55,4 | 164 | 433,2 | 7447 | 57,8 | 454 |
| 30 | 300 | 160 | 15 | 17,25 | 81,3 | 63.5 | 176 | 563,9 | 9856 | 70,5 | 562 |
| 32½ | 325 | 165 | 16 | 18,4 | 92,3 | 72,0 | 189 | 666,7 | 13099 | 80,8 | 695 |
| 35 | 350 | 170 | 17 | 19,55 | 104 | 81,1 | 202 | 783,0 | 17066 | 92,1 | 847 |
| 37½ | 375 | 175 | 18 | 20.7 | 116 | 90,8 | 214 | 913,3 | 21860 | 104,4 | 1020 |
| 40 | 400 | 180 | 19 | 21,85 | 129 | 101 | 225 | 1059 | 27585 | 117,7 | 1214 |

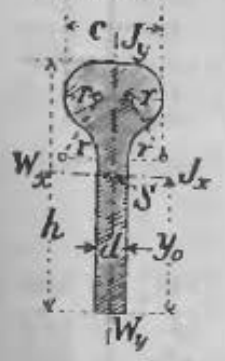
## 13. Łebkowniki do budowy okrętów.

(Rys. 830).

Długości normalne = 4 do 8 m. Długość największa = 12 m. Do profili oznaczonych gwiazdką (*) podano w niemieckiej książce profilowej, na str. 41, jeszcze po dwa dalsze profile, w których rozmiary $c$ i $d$ są o 1 mm mniejsze, albo większe niż w tablicy poniższej. $c = 0.14\,h + d$; $r = 0.07\,h$.

| Nr. profilu | Rozmiary w mm | | | | Przekrój | Waga na mb. | Odległość środka ciężkości $y_0$ | Momenty bezwładności | | Momenty wytrzymałości | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $h$ | $c$ | $d$ | $r$ | cm² | kg | mm | $J_y$ cm⁴ | $J_x$ cm⁴ | $W_y$ cm³ | $W_x$ cm³ |
| *13 | 130 | 26 | 8 | 9,1 | 12,9 | 10,1 | 75,7 | 2,30 | 213 | 1,77 | 27,9 |
| *14 | 140 | 27,5 | 8 | 9,8 | 14,3 | 11,1 | 82,8 | 2,82 | 271 | 2,05 | 32.7 |
| 15 | 150 | 30 | 9 | 10,5 | 17,2 | 13.4 | 88,6 | 4,02 | 372 | 2,68 | 41,9 |
| 16½ | 165 | 33 | 10 | 11,5 | 20.9 | 16,3 | 97,2 | 5,90 | 547 | 3,58 | 56,3 |
| *18 | 180 | 36 | 11 | 12,6 | 24,7 | 19,3 | 105 | 8,43 | 779 | 4,68 | 73.5 |
| *20 | 200 | 40 | 12 | 14,0 | 30,2 | 23,5 | 117 | 12,7 | 1174 | 6,35 | 99,4 |
| *22 | 220 | 44 | 13 | 15,4 | 36,2 | 28,2 | 130 | 18,4 | 1703 | 8,37 | 131 |
| *24 | 240 | 47,5 | 14 | 16,8 | 42.7 | 33,3 | 142 | 25,2 | 2384 | 10,6 | 168 |
| *26 | 260 | 51,5 | 15 | 18,2 | 49,8 | 38,8 | 154 | 34,5 | 3254 | 13,4 | 211 |
| *28 | 280 | 56 | 17 | 19,6 | 59,8 | 46,6 | 165 | 49,1 | 4543 | 17,5 | 275 |
| *30 | 300 | 60 | 18 | 21,0 | 68,1 | 53,1 | 177 | 64,2 | 5943 | 21,4 | 336 |
| 32½ | 325 | 65,4 | 20 | 22,7 | 82,0 | 64,0 | 191 | 91.2 | 8336 | 27,9 | 436 |
| 35 | 350 | 71 | 22 | 24,5 | 96,8 | 75,5 | 206 | 126,3 | 11404 | 35,6 | 554 |
| 37½ | 375 | 75,4 | 23 | 26,2 | 109 | 85,0 | 221 | 161,1 | 14740 | 42,7 | 668 |
| 40 | 400 | 81 | 25 | 28,0 | 126 | 98,2 | 235 | 215,2 | 19368 | 53,1 | 824 |

Rys. 830.




## 14. Kątowniki łebkowe do budowy okrętów.

(Rys. 831).

Długości normalne = 4 do 8 m.

Długość największa = 12 m.

Promień zaokrąglenia $r = 1.12\,d$.

„ „ $r_1 = 0{,}5\,d$.

Rys. 831.

| Nr. profilu | Rozmiary w mm. | | | | | | Przekrój | Waga na mb. | Odległość środka ciężkości | | tg $\varphi$ | Momenty bezwładności | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $h$ | $b$ | $d$ | $R$ | $r$ | $r_1$ | cm² | kg | $\xi_0$ mm | $\eta_0$ mm | | $J_x$ = max. cm⁴ | $J_y$ = min. cm⁴ |
| 13 | 130 | 65 | 9,25 | 13 | 10,36 | 4.62 | 20,9 | 16,3 | 14,8 | 58,0 | 0,145 | 451 | 44,0 |
| 14 | 140 | 65 | 10 | 14 | 11,20 | 5,00 | 23,7 | 18,5 | 14.9 | 63,6 | 0,111 | 586 | 49,1 |
| 15 | 150 | 70 | 10,75 | 15 | 12,04 | 5,37 | 27,4 | 21,3 | 16,0 | 67,9 | 0,122 | 775 | 65.3 |
| 16½ | 165 | 75 | 11,5 | 16 | 12,88 | 5.75 | 31,8 | 24,8 | 16,9 | 74,9 | 0,118 | 1082 | 86.9 |
| 18 | 180 | 80 | 12,25 | 17 | 13,72 | 6.12 | 36,6 | 28,5 | 17,9 | 81,7 | 0,116 | 1479 | 111 |
| 20 | 200 | 85 | 13 | 18 | 14,56 | 6,50 | 42.3 | 33,0 | 18.7 | 91.0 | 0.110 | 2104 | 142 |

## Szczególne dwuteowniki i ceowniki

**walcowni Burbacher Hütte pod Saarbrücken.**

(P. rys. 825 na str. 32, wzgl. rys. 824 na str. 31).

Wagi podano dla żelaza zlewnego (ciężk. właśc. = 7,85).

| (Wydanie 1897) Str. | Nr. profilu | Wysokość $h$ mm | Szerokość $h$ mm | Grubość środnika $d$ mm | Grubość pasów $t$ mm | Przekrój cm² | Waga na mb. kg | Moment bezwładności $J_x$ cm⁴ | Moment wytrzymałości $W_x$ cm³ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | **Dwuteowniki.** | | | | | |
| 1 | 3 | 80 | 80/50 | 8 | 8 | 16,0 | 12,6 | 198 | 35,9 |
| 1 | 4 | 80 | 82/52 | 10 | 8 | 17,6 | 13,8 | 200 | 38,5 |
| 1 | 1 | 78,5 | 78,5 | 6,5 | 8 | 16,8 | 13,2 | 170 | 43,3 |
| 1 | 12,5/7.5 | 125 | 75 | 6 | 8,25 | 19,1 | 15,0 | 476 | 76,2 |
| 2 | 15/8 | 150 | 80 | 7 | 9,5 | 24,6 | 19,3 | 882 | 117,6 |
| 1 | 13/8,5 | 130 | 85 | 8 | 11,5 | 28,4 | 22,3 | 770 | 118,5 |
| 2 | 17,6/9,1 | 176 | 91 | 8,5 | 9,75 | 31,7 | 24,9 | 1480 | 168 |
| 3 | 20/10 | 200 | 100 | 9 | 11 | 38,5 | 30,2 | 2390 | 239 |
| 4 | 23,5/9 | 235 | 90 | 10 | 11,75 | 42,5 | 33,5 | 3426 | 292 |
| 5 | 26,2/9,6 | 262 | 96 | 9,5 | 14 | 49,6 | 38,9 | 5152 | 393 |
| 4 | 25/14 | 250 | 140 | 10 | 14,5 | 64,2 | 50 4 | 6536 | 523 |
| 5 | 25,8/11.2 | 258 | 112 | 14,5 | 17 | 70,7 | 54,9 | 6860 | 532 |
| 4 | 24,7/15 | 247 | 150 | 14 | 18,5 | 81,0 | 62,8 | 8186 | 662 |
| 4 | 24,5/15,8 | 245 | 158 | 14 | 21 | 97,9 | 76,0 | 9618 | 785 |
| | | | | **Ceowniki.** | | | | | |
| 13 | 5,6/1,5 | 56 | 15 | 5 | 8,5 | 4,5 | 3,5 | 17,0 | 6,07 |
| 13 | 6/2.4 | 60 | 24 | 6 | 6,1 | 5,3 | 4,1 | 23,3 | 8,1 |
| 13 | 6/3 | 60 | 30 | 6 | 7,5 | 7,1 | 5,5 | 35,7 | 11,9 |
| 13 | 5,7/3,8 | 57 | 38 | 6,5 | 7,25 | 8,28 | 6,4 | 38,5 | 13,5 |
| 13 | 7,5/3 | 75 | 30 | 7 | 7,1 | 8,6 | 6,7 | 62,4 | 16,6 |
| 13 | 7,5/3,5 | 75 | 35 | 6 | 7,5 | 9,0 | 7,05 | 70,8 | 18,9 |
| 13 | 7,5/4 | 75 | 40 | 9 | 8,25 | 11,95 | 9,3 | 88,9 | 23,7 |
| 13 | 7,5/4,5 a | 75 | 45 | 8 | 8,75 | 12,6 | 9,8 | 99,6 | 26,6 |
| 13 | 7,5/4,5 b | 75 | 45 | 10 | 10 | 14,64 | 11,24 | 110 | 29,3 |
| 13 | 8/4 | 80 | 40 | 6 | 7,75 | 10,18 | 7,9 | 94,6 | 23,7 |
| 14 | 12,2/3,5 | 122 | 35 | 5 | 5,75 | 9,68 | 7,6 | 190 | 31 |
| 14 | 12/6 · 3 | 120 | 60 · 30 | 12 | 11 | 21,7 | 16,9 | · | · |
| 14 | 12/5.8 · 2,8 | 120 | 58 · 28 | 10 | 11 | 19,5 | 15,1 | · | · |
| 14 | 12/6,2 · 4,3 | 120 | 62 · 43 | 15/25/11 | 11,5 | 27,3 | 21,0 | · | · |
| 14 | 12,5/7.2 | 125 | 72 | 9,75 | 11,5 | 26,7 | 20,7 | 621 | 99,4 |
| 15 | 13/4,5 | 130 | 45 | 7 | 8,25 | 15,45 | 12,0 | 361 | 55,5 |
| 15 | 14/4,5 | 140 | 45 | 7 | 10.25 | 17,7 | 13,7 | 489 | 69,8 |
| 15 | 14,4/7,8 | 144 | 78 | 12 | 13,5 | 35,2 | 27,3 | 1060 | 147 |
| 15 | 14,2/8,5 | 142 | 85 | 13 | 14,75 | 40,0 | 31,0 | 1180 | 166 |
| 15 | 15,1/4,2 | 151 | 42 | 9 | 12 | 21,4 | 16,6 | 636 | 84 |
| 16 | 15,3/5,8 | 153 | 58 | 7 | 10,25 | 21,3 | 16,5 | 742 | 97 |
| 16 | 15,1/6,3 | 151 | 63 | 8 | 10,75 | 24,2 | 18,7 | 817 | 108 |
| 16 | 17,5/6 | 175 | 60 | 7 | 10 | 23,2 | 18,2 | 1035 | 118 |
| 16 | 17,6/7,3 | 176 | 73 | 9,75 | 11,5 | 31,9 | 24,7 | 1429 | 162 |
| 16 | 17,5/7,7 | 175 | 77 | 10,75 | 12,5 | 36,0 | 27,9 | 1596 | 183 |
| 16 | 19,6/7,8 | 196 | 78 | 13 | 18 | 49,3 | 38,2 | 2676 | 273 |
| 16 | 21/10 | 210 | 100 | 10 | 13 | 44,5 | 34,5 | 3045 | 290 |
| 17 | 23,5/7 | 235 | 70 | 10 | 12,8 | 39,1 | 30,7 | 2890 | 254 |
| 18 | 25/8 | 250 | 80 | 8 | 10,25 | 35,3 | 37,7 | 3164 | 253 |
| 18 | 25/8,2 | 250 | 82 | 10 | 10,25 | 40,3 | 31,6 | 3424 | 274 |
| 19 | 30/9,8 | 300 | 98 | 12 | 15,25 | 62,6 | 48,6 | 8053 | 537 |
| 19 | 30/7,8 | 300 | 78 | 10,5 | 13 | 49,6 | 38,7 | 5979 | 399 |

## Normalne profile przygotowawcze dwuteowników

**walcowni Union, Akt.-Ges. für Bergbau, Eisen- und Stahl-Industrie w Dortmundzie.**

(Skrót. P. rys. 825 na str. 32).

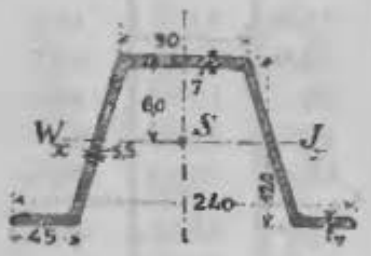
Wagi podano dla żelaza spawalnego (ciężk. właśc. = 7,8).

| Nr. profilu | Wysokość $h$ mm | Szerokość $b$ mm | Grubość środnika $d$ mm | Grubość pasów $t$ mm | Przekrój cm² | Waga na mb. kg | Moment bezwładności $J_x$ cm⁴ | Moment wytrzymałości $J_x$ cm³ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 18 b | 178 | 81,5 | 7,4 | 11,8 | 30,7 | 23,9 | 1558 | 175 |
| 18 c | 176 | 93,5 | 9,0 | 13,8 | 39,2 | 30,5 | 1945 | 221 |
| 19 b | 188,5 | 85,5 | 7,7 | 11,0 | 31,6 | 24,7 | 1780 | 189 |
| 19 c | 187 | 95,5 | 9,0 | 14,3 | 41,6 | 32,4 | 2338 | 250 |
| 20 b | 198 | 89,5 | 8,0 | 13,0 | 37,0 | 28,9 | 2334 | 236 |
| 20 c | 196 | 100,0 | 9,5 | 15,0 | 45,8 | 35,7 | 2825 | 288 |
| 21 b | 208 | 93,0 | 8,3 | 13,0 | 39,3 | 30,6 | 2719 | 261 |
| 21 c | 206 | 102,0 | 9,5 | 15,2 | 47,7 | 37,2 | 3258 | 316 |
| 22 b | 218,5 | 97,5 | 8,7 | 13,2 | 42,4 | 33,1 | 3230 | 296 |
| 22 c | 216 | 107,5 | 9,8 | 14.5 | 49,5 | 38,6 | 3705 | 343 |
| 23 b | 228 | 101,0 | 9.0 | 13,6 | 45,5 | 35.5 | 3769 | 331 |
| 23 c | 226 | 112,0 | 10,5 | 16,0 | 56,2 | 43,8 | 4598 | 467 |
| 24 b | 238,5 | 105,5 | 9,2 | 14,5 | 49.9 | 38,9 | 4548 | 381 |
| 24 c | 235,5 | 112,5 | 10,5 | 16,5 | 58,4 | 45,5 | 5186 | 441 |
| 3 a*) | 250 | 140,0 | 10,0 | 15,0 | 64,0 | 49,9 | 6694 | 536 |
| 3 b**) | 248,5 | 139,0 | 10,5 | 16,25 | 67,9 | 53,0 | 6983 | 562 |
| 3 c**) | 246,5 | 144,0 | 11.5 | 19,25 | 79,4 | 61,9 | 7936 | 652 |
| 26 b | 258,5 | 112,8 | 9,9 | 15,4 | 57,3 | 44,7 | 6114 | 473 |
| 26 c | 256,5 | 121,0 | 11,0 | 17,9 | 67,6 | 52,7 | 7162 | 559 |
| 28 b | 278 | 118,7 | 10,6 | 16,2 | 64,5 | 50,3 | 7907 | 569 |
| 28 c | 276 | 128,0 | 12,0 | 18,2 | 75,3 | 58,8 | 9130 | 662 |
| 30 b | 298 | 122,0 | 10,5 | 18,0 | 71,4 | 55,7 | 9576 | 684 |
| 30 c | 296 | 128,0 | 12,0 | 21,2 | 84,7 | 66,1 | 10452 | 804 |
| 32 b | 318 | 132,0 | 12,5 | 19,0 | 85,2 | 66,5 | 13521 | 850 |
| 32 c | 316 | 142,0 | 14,5 | 22,3 | 102,7 | 80,1 | 16099 | 1019 |
| 34 b | 338 | 136,5 | 12,7 | 19,8 | 91,9 | 71,7 | 16512 | 977 |
| 34 c | 336 | 149,5 | 14,0 | 22,5 | 108,0 | 84,2 | 19433 | 1157 |
| 36 b | 358 | 142,5 | 13,5 | 21,2 | 103,0 | 80,4 | 20693 | 1156 |
| 36 c | 356 | 156,0 | 15,0 | 24,0 | 121,1 | 94,4 | 24323 | 1366 |
| 38 b | 378 | 148,5 | 14.2 | 21,5 | 111,1 | 86,7 | 24762 | 1310 |
| 38 c | 376 | 159,0 | 15,5 | 23,8 | 126,6 | 98,7 | 28081 | 1494 |
| 40 b | 398 | 154,0 | 15,0 | 22,7 | 122,8 | 95,8 | 30129 | 1514 |
| 40 c | 396 | 159,5 | 16,5 | 25,2 | 137,4 | 107,2 | 33350 | 1684 |
| 42½ b | 425 | 164,5 | 16,8 | 23,0 | 139,3 | 108,7 | 38226 | 1799 |
| 4*) | 500 | 176,0 | 18,0 | 26,0 | 176,6 | 137,7 | 64945 | 2598 |

*) Niezwykłe profile wykończone.
**) Niezwykłe profile przygotowawcze.

10 m). Największa długość, na jaką walcują dany profil, dotyczy wyłącznie tylko profili składowych (walcowanych na zapas), t. j. wszystkich podanych w tabl. na str. 28 do 39, za wyjątkiem jedynie profili przygotowawczych **b** i **c** (str. 39), które walcują tylko w takiej długości, jaka pod względem wagi jest równoważną długości największej przynależnego profilu składowego. (Większe długości można otrzymywać za oddzielnem porozumieniem się). Największa zaś długość profili składowych bywa 12 do 16 m, a przy dwuteownikach 14 do 18 m. Długości pośrednie między normalną a największą podlegają nadwyżkom ponad ceny zasadnicze, podobne też dopłaty bywają pobierane za „długość dokładną“ (na ± 1 cm) i za „końce obrabiane“ (z dokładnością ± 0,5 cm), podczas gdy przy zamówieniach zwykłych dozwala się zwyczajowo chybienie w długościach do ± 5 cm.

Rys. 818.




Dość dogodnym będzie nieraz przedstawiany w rys. 818 pomostownik, a mianowicie korytownik rozwarty, Nr. 12/24 Huty Burbach pod Saarbrücken (wydanie 1897, str. 38). Przekrój = 25,1 cm², waga (żel. zlewne) = 19,7 kg/mb, moment bezwładności $J_x = 541$ cm⁴, moment wytrzymałości $W_x = 90$ cm³.

8. **Drut** walcuje się, albo wyciąga z żelaza spawalnego lub zlewnego, jako też ze stali zlewnej, w przekroju kołowym, którego średnicę oznacza się zazwyczaj podług pewnej skali na drut (p. str. 16). Wagi drutów podano na str. 14. Jeżeli przekrój drutu nie jest kołowy, lecz półkołowy, owalny, kwadratowy, kańciasty, gwiaździsty i t. p., to drut taki nazywamy kształtowym. Wytrzymałość drutów na ciągnienie p. T. I. str. 335 i 336. Szczegóły p. w rozdziale niniejszym pod **c. V.**

1000 mb. telegraficznego drutu żelaznego, cynkowanego waży: 6 mm grub. 215 kg; 5 mm gr. 150 kg; 4 mm gr. 100 kg; 3 mm gr. 55 kg; 2 mm gr. (drut do wiązania) 24 kg; 1,7 mm gr. (drut do obwijania) 18 kg.

9. **Blachy gładkie** (blachy czarne) walcują się z bałwanów zlewnych (żelaznych, albo stalowych) lub też z żelaza spawalnego (p. Dział **XIII**, rozdz. **IV**). Do 5,5 mm grubości mianują się blachami cienkiemi, przy większej grubości zaś blachami grubemi, albo kotłowemi. Szczegóły p. rozdz. niniejszy pod **c. II.** i **d.**

## Wagi blach cienkich w kg/m²

podług skali niemieckiej i dillingeńskiej (p. str. 16).

| Grubość mm | Żelazo spawalne | Żelazo zlewne | Stal | Grubość mm | Żelazo spawalne | Żelazo zlewne | Stal | Grubość mm | Żelazo spawalne | Żelazo zlewne | Stal |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,30 | 2,34 | 2,36 | 2,36 | 0,90 | 7,02 | 7,07 | 7,07 | 2,00 | 15,6 | 15,7 | 15,7 |
| 0,375 | 2,93 | 2,94 | 2,95 | 1,00 | 7,80 | 7,85 | 7,86 | 2,25 | 17,6 | 17,7 | 17,7 |
| 0,40 | 3,12 | 3,14 | 3,14 | 1,10 | 8,58 | 8,64 | 8,65 | 2,50 | 19,5 | 19,6 | 19,7 |
| 0,438 | 3,42 | 3,44 | 3,44 | 1,125 | 8,78 | 8,83 | 8,84 | 2,75 | 21,5 | 21,6 | 21,6 |
| 0,50 | 3,90 | 3,93 | 3,93 | 1,25 | 9,75 | 9,81 | 9,83 | 3,00 | 23,4 | 23,6 | 23,6 |
| 0,562 | 4,38 | 4,41 | 4,42 | 1,30 | 10,1 | 10,2 | 10,2 | 3,25 | 25,4 | 25,5 | 25,5 |
| 0,60 | 4,68 | 4,71 | 4,72 | 1,375 | 10,7 | 10,8 | 10,8 | 3,50 | 27,3 | 27,5 | 27,5 |
| 0,625 | 4,88 | 4,91 | 4,91 | 1,40 | 10,9 | 11,0 | 11,0 | 3,75 | 29,3 | 29,4 | 29,5 |
| 0,68 | 5,30 | 5,34 | 5,34 | 1,50 | 11,7 | 11,8 | 11,8 | 4,00 | 31,2 | 31,4 | 31,4 |
| 0,70 | 5,46 | 5,50 | 5,50 | 1,55 | 12,1 | 12,2 | 12,2 | 4,25 | 33,2 | 33,4 | 33,4 |
| 0,75 | 5,85 | 5,89 | 5,90 | 1,70 | 13,3 | 13,3 | 13,4 | 4,50 | 35,1 | 35,3 | 35,4 |
| 0,80 | 6,24 | 6,28 | 6,29 | 1,75 | 13,7 | 13,7 | 13,8 | 5,00 | 39,0 | 39,3 | 39,3 |
| 0,875 | 6,83 | 6,87 | 6,88 | 1,85 | 14,4 | 14,5 | 14,5 | 5,50 | 42,9 | 43,2 | 43,2 |

**Blachy cienkie.** Grubość oznacza się podług jednej ze skal podanych na str. 16. Wagi podano w tablicy powyższej. Blachy cienkie, w arkuszach prostokątnych, z dozwolonem uchybieniem w szerokości do 50 mm, a w długości do 150 mm, dostarczają walcownie niemieckie w poniższych wymiarach handlowych:

Nr. 1 do 15 skali niemieckiej, długość = 2500 mm, szerokość = 1250 mm,
„ 16 „ 22 „ „ „ = 2000 „ „ = 1000 „
„ 23 „ 27 „ „ „ = 1600 „ „ = 800 „

Cena zasadnicza zależy od numeru blachy. Nadwyżkom ceny zasadniczej podlegają blachy o wymiarach większych, albo przycięte prostokątnie na inne, oznaczone długości i szerokości, albo też przycięte do żądanego kształtu, np. kręgi, półkręgi i t. p., wreszcie blachy wyborowego gatunku. Blachy wiązkowe, czyli centnarowe sprzedają się wiązkami ważącemi po 50 kg w arkuszach: 470 · 630, 470 · 790, 630 · 790 i 630 · 940 mm. Wiązka zawiera w sobie, stosownie do wielkości arkuszy i numeru blachy, od 3 do 60-ciu arkuszy.

Blachy składowe **Huty Bankowej:**

Blachy cienkie liczy Huta od Nr. 22 (0,7 mm) do Nr. 11 (3,0 mm) skali angielskiej, grube zaś od Nr 10 (3,3 mm) do Nr. 8 (4,0 mm), dalej wyrabia grubości; $^3/_{16}''$ (4,7 mm), $^7/_{32}''$ (5,5 mm), $^1/_4''$ (6,2 mm), $^9/_{32}''$ (7,0 mm), $^5/_{16}''$ (8 mm), $^3/_8''$ (9,5 mm), $^7/_{16}''$ (11 mm), $^1/_2''$ (12,7 mm). Nieskładowe blachy walcuje w grubościach dowolnych, aż do 38 mm ($1^1/_2''$) włącznie.

Formaty blach składowych są następujące:

| | | |
|---|---|---|
| 712 · 1424 mm | (1 · 2 arsz.) | od Nr. 22 (0,7 mm) do $^1/_2''$ (12,7 mm) grubości. |
| 762 · 1524 „ | ($2^1/_2 \cdot 5'$) | |
| 914 · 1829 „ | ($3' \cdot 6'$) | od Nr. 20 (0,9 mm) do $^1/_2''$ (12,7 mm) grubości. |
| 1068 · 2136 „ | ($1^1/_2 \cdot 3$ arsz.) | |
| 1220 · 1829 „ | ($4' \cdot 6'$) | od Nr. 19 (1,0 mm) do $^1/_2''$ (12,7 mm) grubości. |
| 1220 · 2438 „ | ($4' \cdot 8'$) | |
| 1424 · 2136 „ | (2 · 3 arsz.) | od Nr. 18 (1,2 mm) do $^1/_2''$ (12,7 mm) grubości. |
| 1424 · 2848 „ | (2 · 4 arsz.) | |
| 1220 · 3658 „ | ($4' \cdot 12'$) | od Nr. 11 (3,0 mm) do $^1/_2''$ (12,7 mm) grubości. |
| 1524 · 3048 „ | ($5' \cdot 10'$) | |
| 1424 · 3560 „ | (2 · 5 arsz.) | |
| 1424 · 4272 „ | (2 · 6 arsz.) | od Nr. 10 (3,3 mm) do $^1/_2''$ (12,7 mm) grub. |

**Blachy dziurkowane,** są to blachy cienkie, z dziurami okrągłemi, kwadratowemi, prostokątnemi, sześciokątnemi, trójkątnemi, wydłużonemi i t. p., a można je otrzymać we wszystkich numerach blach cienkich, w szerokościach do 2500 mm i długościach do 6000 mm. Służą one do wszelakiego rodzaju przesiewania i przecedzania. Dziurki okrągłe, od 0,5 do 100 mm średnicy. **Blachy wzorzyste,** dziurkowane, wytłaczane, wreszcie równocześnie i dziurkowane i wytłaczane w przeróżne wzory używają się na opony pieców (zwłaszcza parowych i wodnych) na kratki wentylacyjne, osłony przyrządów elektrotechnicznych, do wypełniania otworów i t. p. Blachy dziurkowane wyrabiają też i cynkowane, ołowione i przeróżnie galwanizowane.

**Blachy grube (zbiornikowe i kotłowe).** Szerokość arkuszy prostokątnych, grubości ponad 12 mm, stosownie do długości i wagi, dochodzi do 3000 mm i więcej, średnica blach okrągłych do 2800 mm i wyżej. Grubość do 40 mm (p. Dział **VII,** rozd. **IV.** p. **C. I.** i rozdz. niniejszy p. **III** i **d. 2.***) Blachy przycięte podług rysunku obliczają się jak prosto-

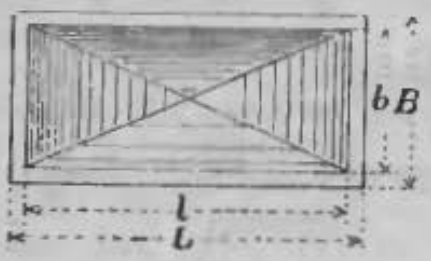
*) Fried. Krupp z Essen wystawił w r. 1893 w Chicago blachę kotłową ze spawalnego żelaza zlewnego, martynowskiego, długości 20 m, szerokości 3,3 m, grubości 32 mm, a ważącą 16200 kg, oraz dno kotłowe, płaskie, z martynowskiego żelaza zlewnego, 3,9 m średnicy, przy 38 mm grubości, ważące 3440 kg.

kątne, z którychby je można wyciąć, z potrąceniem wartości surowego materyału (łomu) odcinków. Blachy po nad 26 mm grubości (ramy parowozów, blachy mostowe i okrętowe) podlegają oddzielnym umowom o ceny: wyrabiają je z żelaza spawalnego i zlewnego.

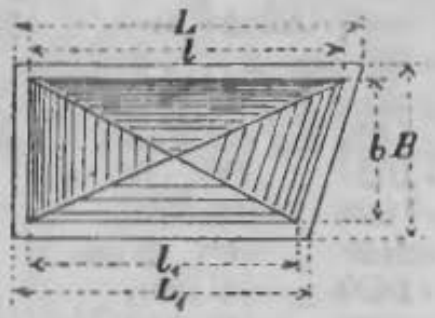
Huta Bankowa rozróżnia 3 gatunki jakościowe: 1) blachy zbiornikowe, z materyału zwykłego, na zbiorniki wodne i t. p.; 2) blachy kotłowe, zwykłe, *BB*, miękkie, kowalne na gorąco i na zimno, na kotły, zwłaszcza na płaszcze i t. p.; 3) blachy kotłowe, przewyborne, *BBB*, bardzo miękkie i bardzo łatwo kowalne na zimno i na gorąco, na dna kotłowe z wyginanemi kołnierzami i t. p. Materyał wszystkich tych blach: żelazo zlewne.

10) **Płyty nieckowate (wypuklaste)** p. rozdz. niniejszy, **II.**, 1., wytłaczają się z żelaza spawalnego, lub lepiej zlewnego, w postaci sklepienia klasztornego, o strzałce $^1/_{10}$ do $^1/_{15}$, z płaskim brzegiem wokoło, szerokim 60 do 80 mm. Rozmiary dowolne, w granicach od 500 do 2000 mm długości boków, a kształt kwadratowy, prostokątny lub trapezowy. Służą one przeważnie na pomosty mostowe, a nośność ich najlepiej oznaczać przez obciążenie próbne.

Rys. 832.




Rys. 833.




Jeżeli strzałkę wypukłości oznaczymy przez $h$, to powierzchnia miarodajna do obliczenia wagi będzie:

dla płyty prostokątnej (rys. 832):

$$F = LB + 2\frac{l^2 + b^2}{lb}h^2,$$

dla płyty kwadratowej, gdy $L = B$ i $l = b$:

$$F = L^2 + 4h^2,$$

dla płyty trapezowej (rys. 833):

$$F = \frac{L + L_1}{2}B + \frac{(l + l_1)(l^2 + l_1^2 + 2b^2)}{2ll_1b}h^2.$$

11. **Blachy gładkie, sklepieniaste** (p. rozdz. niniejszy, **II.** 1.,) (lukowe) na pomosty mostowe, w postaci sklepień kolebkowych, o strzałce $^1/_8$ do $^1/_{12}$, z płaskimi brzegami szerokimi na 60 do 80 mm po dłuższych bokach prostych. Wyrabiają je z żelaza spawalnego lub zlewnego, w dowolnych wymiarach, w granicach: długości 500 do 3000 mm, szerokości 500 do 2000 mm, przy planie prostokątnym i grubości 5 do 10 mm. Wagę oznaczamy z długości i przekroju. Brzegi płaskie

przytwierdzają się do dźwigarów nitami 16 mm średnicy, w odstępach 100 do 110 mm.

12. **Blachy karbowane** z żelaza spawalnego lub zlewnego, gatunku handlowego (p. powyżej). Karby przechodzą ukośnie na krzyż, pozostawiając między sobą 1,5 do 3 mm wysokie, a 4 do 5 mm szerokie ukośniki (romby); naodwrót zaś blachy **na krzyż żeberkowane** (waflaste) mają podobnie ukośnie się krzyżujące żebra wystające, między któremi pozostają zagłębienia w postaci ukośników. Stosunek przekątni ukośników tych bywa zazwyczaj jak 2 : 3. Blachy takie walcują w grubościach 4 do 25 mm (nie licząc wysokości żeberek), szerokości do 1350 mm i do długości odpowiadającej wadze arkusza 450 kg. Stosujemy blachy te na pomosty, posadzki, pokrycia rynsztoków, na stopnie schodów i t. p.

13. Do rozmaitych zastosowań powleka się cienka blacha czarna trudniej utleniającą się warstwą innego metalu, a więc cynuje się blachę, cynkuje, ołowi, nikluje lub wreszcie powleka się ją warstwą miedzi, bądź to na gorąco, bądź też sposobem galwanicznym. Powłoka taka powinna zupełnie i równomiernie pokrywać żelazo i trwale z niem się zespolić.

**Blacha biała** jest równo grubo pocynowaną blachą czarną, wyborowego gatunku. Arkusze 380 · 265 mm dla blach cieńszych, a 430 · 330 mm dla grubszych, albo też arkusze podwójnej szerokości i długości, pakują się w skrzynie. Grubość blach: 0,4 do 2,5 mm, lecz gatunki cieńsze są więcej w użyciu.

**Blachy cynkowane i ołowione** w dowolnych rozmiarach używanych dla blach cienkich; na obustronną powłokę jednego $m^2$ blachy liczy się średnio 0,5 kg cynku, a 0,8 do 1,0 kg ołowiu.

**Blachy powleczone miedzią** galwanicznie, jedno lub obustronnie. Waga powłoki: 0,5 do 0,1 wagi żelaza; długość arkuszy do 1,0 m, szerokość do 0,6 m.

**Blachy poniklone:** *) Na jedną lub na obydwie strony blachy żelaznej nakłada się cieniutkie blachy niklowe i spawa je z blachą żelazną, a całość przechodzi jeszcze przez walce. Powłoka niklowa wynosi 5 do 10% wagi żelaza.

14. **Blachy faliste**. Kształty przekrojów, momenty bezwładności i wytrzymałości dla jednej fali podano w tomie I, str. 365 Nr. 28 i 29. Chcąc otrzymać (wszystko w cm, $cm^2$, $cm^3$, $cm^4$) $J$ i $W$ pasa 100 cm szerokiego, wypada podane tam wzory pomnożyć przez 100: $B$.

Jeżeli zaś dla wzorów powyżej wspomnianych mamy $H$, $B$ i $\delta$ w mm, to otrzymamy przybliżone wartości dla pasa 1 m szerokiego:

$$J = 0{,}1\ [0{,}103 + 0{,}186\ (H : B)]\ H^2\ \delta \text{ w } cm^4, \text{ oraz}$$
$$W = [0{,}196 + 0{,}354\ (H : B)]\ H\ \delta \text{ w } cm^3,$$

p. też Dział **X.**, rozdz. **III. B. b. 3.**

*) Blachy powyższe nazywamy poniklonemi, przedmioty zaś galwanicznie powleczone niklem zwać będziemy niklowanemi, albo poniklowanemi, stopy zaś o małej domieszce niklu, naniklonemi, np. stal naniklona, wreszcie gdyby nikiel stanowił zasadniczą, stosunkowo znaczną część jakiego stopu, np. bronzu, bronz taki musielibyśmy nazwać: bronzem niklowym.

Falują przeważnie cienkie blachy żelazne, zlewne, wszelkich wielkości arkuszy, a blacha sfalowana idzie w handel, bądź to jako czarna, bądź też jako powleczona, a mianowicie: malowana, ołowiona, ponajczęściej jednak cynkowana. Obustronne pocynkowanie zwiększa wagę blachy średnio o $z = 0{,}6$ kg/m² blachy płaskiej (w rozwinięciu). Jeżeli zatem 1 m² gotowej blachy falistej, niecynkowanej, o grubości $n$ mm, waży $w$ kg, to ocynkowanie jej będzie ważyło: $z\ (w : 7{,}85)$ kg/m² gotowej blachy falistej. W zależności od stosunku wysokości fali $H$ do jej szerokości $B$ rozróżniamy:

$\alpha$) Blachę falistą na żaluzye: $H : B \leqq 0{,}5$, a $B = 25$ do 60 mm.

$\beta$) Blachę płytkofalistą: $H : B \leqq 0{,}5$, lecz $B = 60$ do 300 mm.

$\gamma$) Blachę głębokofalistą (dźwigarową) $H : B > 0{,}5$, a $B = 60$ do 180 mm.

$\alpha$) **Blacha falista na żaluzye** wyrabia się z blachy zlewnej (żelaznej lub stalowej) Nr. 19 do 26 niemieckiej skali blach cienkich (p. str. 16). Sposób obliczenia patrz poniżej pod $\beta$). Wymiary używane zestawiamy w tablicy poniższej:

| Szerokość fali $B$ | Głębokość fali $H$ | Przekrój | Waga | Moment wytrzymałości |
|---|---|---|---|---|
| | | na 1 m szerokości i 1 mm grubości blachy | | |
| mm | mm | cm² | kg | cm³ |
| 25 | 10 | 13,8 | 10,8 | 3,4 |
| 30 | 15 | 15,7 | 12,3 | 5.7 |
| 40 | 20 | 15,7 | 12,3 | 7.6 |
| 50 | 20 | 13,8 | 10,8 | 6.9 |
| 50 | 25 | 15,7 | 12,3 | 9,5 |

$\beta$) **Blacha płytkofalista** faluje się z blach cienkich, Nr. 17 do 24 podług skali niemieckiej (p. str. 16). Szerokość blach gotowych (0,65 do 0,95 m przy długości 2 do 3 m) zależy od szerokości arkusza blachy surowej.

Profile bardziej używane zestawiamy w poniższej tablicy, nadmieniając, że przekroje, wagi i momenty wytrzymałości blach dowolnej grubości w mm otrzymamy, mnożąc odpowiednie liczby tablicy przez grubość $\delta$ wyrażoną w mm; dokładniejszy wynik obliczenia momentu wytrzymałości otrzymamy, mnożąc nie przez $\delta$, lecz przez iloczyn $\delta\ H : (H + \delta)$. Wagi w tablicy podano dla blachy czarnej, zlewno-żelaznej, niczem niepowleczonej.

## Blachy płytkofaliste.

| Szerokość fali $B$ | Głębokość fali $H$ | Przekrój | Waga | Moment wytrzymałości | Szerokość fali $B$ | Głębokość fali $H$ | Przekrój | Waga | Moment wytrzymałości |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | na 1 m szerokości i 1 mm grubości blachy | | | | | na 1 m szerokości i 1 mm grubości blachy | | |
| mm | mm | cm² | kg | cm³ | mm | mm | cm² | kg | cm³ |
| 60 | 30 | 15,7 | 12,3 | 11,4 | 70 | 35 | 15,7 | 12,3 | 13.3 |
| 60 | 25 | 14,1 | 11,1 | 8,9 | 75 | 30 | 13,8 | 10,8 | 10.3 |

(Ciąg dalszy na str. 45).

| Szerokość fali $B$ | Głębokość fali $H$ | Przekrój | Waga | Moment wytrzymałości | Szerokość fali $B$ | Głębokość fali $H$ | Przekrój | Waga | Moment wytrzymałości |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | na 1 m szerokości i 1 mm grubości blachy | | | | | na 1 m szerokości i 1 mm grubości blachy | | |
| mm | mm | cm² | kg | cm³ | mm | mm | cm² | kg | cm³ |
| 80 | 40 | 15,7 | 12,3 | 15,2 | 150 | 75 | 15,7 | 12,3 | 28,6 |
| 85 | 35 | 14,0 | 11,0 | 12,4 | 160 | 65 | 13,9 | 10,9 | 22,6 |
| 90 | 45 | 15.7 | 12,3 | 17,1 | 160 | 80 | 15,7 | 12,3 | 30,5 |
| 100 | 40 | 13,8 | 10,8 | 13,8 | 170 | 85 | 15,7 | 12,3 | 32,4 |
| 100 | 50 | 15,7 | 12,3 | 19,0 | 175 | 70 | 13,8 | 10,8 | 24,0 |
| 110 | 45 | 14,0 | 11,0 | 15,8 | 180 | 90 | 15,7 | 12,3 | 34,4 |
| 110 | 55 | 15,7 | 12,3 | 20,9 | 185 | 75 | 13,9 | 10,9 | 26,1 |
| 120 | 60 | 15,7 | 12,3 | 22,9 | 190 | 95 | 15,7 | 12,3 | 36,3 |
| 125 | 50 | 13,8 | 10,8 | 17,2 | 200 | 80 | 13,8 | 10,8 | 27,5 |
| 130 | 65 | 15,7 | 12,3 | 24,8 | 200 | 100 | 15,7 | 12,3 | 38,2 |
| 135 | 55 | 13,9 | 10.9 | 19,2 | 220 | 110 | 15,7 | 12,3 | 42,0 |
| 140 | 70 | 15,7 | 12,3 | 26,7 | 240 | 120 | 15,7 | 12,3 | 45,8 |
| 150 | 60 | 13,8 | 10,8 | 20,6 | 250 | 100 | 13,8 | 10,8 | 34,4 |

Przykład. Blacha płytkofalista dachu żelaznego wspiera się końcami na płatwiach z kątowników, odległych od siebie na 2 m w planie. Obciążenie pełne (t. j. ciężar własny, śniegu i parcie wiatru razem wzięte) niechaj będzie 135 kg/m² planu, czyli na pas blachy falistej, szerokości 1 m, będzie ono: $2{,}0 \cdot 135 = 270$ kg. Potrzeba zatem:

$$W = \frac{270 \cdot 200}{8 \cdot 750} = 9{,}0 \text{ cm}^3.$$

Podług tablicy powyższej starczy blacha: $B = 75$ mm, $H = 30$ mm, dla której $W = 10{,}3$ cm³. Grubość $\delta = 1$ mm będzie również dostateczną tembardziej, ponieważ blacha falista jest w danym razie tylko pokryciem dachu.

γ) **Blacha głębokofalista,** czyli **dźwigarowa,** faluje się przeważnie z blach zlewnożelaznych, Nr. 2 do 19 niemieckiej skali dla blach cienkich (p. str. 16). Używa się na dachy, stropy, pomosty mostowe i t. p., jako blacha prosta, albo też w kierunku fali wygięta (sklepieniasta). Blacha falista, sklepieniasta, ze strzałką $^1/_{12}$ do $^1/_{10}$ posiada dla równomiernie rozłożonego obciążenia spokojnego nośność 8 do 10-cio krotną, a dla obciążeń jednostronnych i ruchomych nośność 4 do 6-cio krotną w porównaniu z blachą falistą prostą, niewygiętą.

Zwykłe długości blach bywają 3 do 4 m, największe 6 m, szerokość natomiast zależy od profilu i szerokości arkusza surowego i bywa 0,45 do 0,90 m. Użytkowa szerokość blachy falistej równa się jej szerokości istotnej, zmniejszonej o szerokość półfali. Uwzględniając zakładki na stykach w kierunku tak długości, jako też i szerokości, wypada, stosownie do obranego profilu, doliczać po 7 do 9%, a łącznie z materyałem do przytwierdzenia blachy na dźwigarach itp. 12% wagi. (P. Dział **X.**, rozdz. **III, B. b. 3.**) Co do obliczeń podług tablicy poniższej porównaj uwagi pod β).

## Blachy głębokofaliste (dźwigarowe).

| Szerokość fali $B$ | Głębokość fali $H$ | Przekrój | Waga | Moment wytrzymałości | Szerokość fali $B$ | Głębokość fali $H$ | Przekrój | Waga | Moment wytrzymałości |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | na 1 m szerokości i 1 mm grubości blachy | | | | | na 1 m szerokości i 1 mm grubości blachy | | |
| mm | mm | $cm^2$ | kg | $cm^3$ | mm | mm | $cm^2$ | kg | $cm^3$ |
| 60 | 40 | 19,0 | 14,9 | 18,0 | 100 | 100 | 25,7 | 20,2 | 56.0 |
| 60 | 60 | 25,7 | 20,2 | 34,6 | 100 | 120 | 29,7 | 23,3 | 78.5 |
| 70 | 70 | 25,7 | 20,2 | 40,4 | 105 | 70 | 19,0 | 14,9 | 31,7 |
| 75 | 50 | 19,0 | 14,9 | 22,6 | 110 | 110 | 25,7 | 20,2 | 62.9 |
| 75 | 75 | 25,7 | 20,2 | 43,2 | 120 | 80 | 19,0 | 14,9 | 36,3 |
| 75 | 90 | 29,7 | 23.3 | 58,9 | 120 | 120 | 25,7 | 20,2 | 69,7 |
| 80 | 80 | 25,7 | 20,2 | 46,3 | 135 | 90 | 19,0 | 14.9 | 40,8 |
| 90 | 60 | 19,0 | 14,9 | 27,2 | 150 | 100 | 19,0 | 14,9 | 45.3 |
| 90 | 90 | 25,7 | 20,2 | 52,2 | 165 | 110 | 19,0 | 14,9 | 49,9 |
| 90 | 110 | 30,2 | 23,7 | 72,6 | 180 | 120 | 19,0 | 14.9 | 54,4 |

Przykład. Blacha falista dźwigarowa pod balkonem niechaj ma rozpiętość 1,35 m, a łącznie z ciężarem użytkowym i własnym, z nadmurowaniem, posadzką i podbiciem od spodu, niechaj znosi obciążenie pełne 750 $kg/m^2$, przyczem ciężar kutej poręczy żelaznej zaniedbujemy. Obciążenie pasa szerokości 1 m będzie zatem: $1{,}35 \cdot 750 = 1000$ kg. Potrzeba więc:

$$W = \frac{1000 \cdot 135}{8 \cdot 750} = 22{,}5 \text{ cm}^3.$$

Z tablicy powyższej dla $B = 75$ mm i $H = 50$ mm mamy $W = 22{,}6$ $cm^3$. Na zerdzewienie przepisy berlińskie wymagają pogrubienia blach falistych dźwigarowych o 1 mm, stosując się zatem do tego przepisu, wypadałoby użyć blachy 2 mm grubej.

15. **Stal narzędziowa.** Do zwykłych narzędzi używa się stali besemerowskiej lub martynowskiej, do lepszych stali tygłowej, a do nastalania wreszcie stali spawalnej. Stal nawolframiona, t. j. stal tygłowa z domieszką wolframu, jest bardzo twarda, lecz droga i nie łatwo się obrabia. Stal narzędziowa powinna być silnie spoista i jednolita, a przez hartowanie nabierać twardości szkła, mimo to nie powinna podlegać rysowaniu się. Przez powrotne, a ostrożne zagrzanie, aż do pojawienia się pożądanej barwy naleciałej (p. str. 18), stal taka powinna nabrać dostatecznej wisności. Stosownie do przeznaczenia hart i wisność bywają rozmaite, a zależą od zawartości węgla; stosownie też do danego przeznaczenia zamawia się pręty stalowe, potrzebnego profilu i wymiarów.

| Nr. | Przeznaczenie na: | Profil | Wymiary mm | Stopień twardości i rodzaj ziarna | Zawartość węgla % | Dozwolony stopień zagrzania (barwa) | Barwa nalepianej kartki firmowej z oznaczeniem przeznaczenia |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | noże tokarskie i heblarskie. | kwadratowy. | 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50. | bardzo twarda i bardzo miałkoziarnista. | 1,3 | ciemnowiśniowa. | jasnożółta. |

(Ciąg dalszy na str. 47).

| Nr. | Przeznaczenie na: | Profil | Wymiary mm | Stopień twardości i rodzaj ziarna. | Zawartość węgla % | Dozwolony stopień zagrzania (barwa) | Barwa nalepianej kartki firmowej z oznaczeniem przeznaczenia |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2. | gwintniki o miękkim rdzeniu | okrągły. | 10, 12, 15, 18, 20, 23, 25, 28, 30, 35, 40, 45, 50. | twarda i drobnoziarnista, wewnątrz miękka. | 1,2 | wiśniowa. | jasnobłękitna. |
| 3. | świdry, wiertła, frezy | okrągły. | 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50. | twarda i drobnoziarnista. | 1,2 | wiśniowa. | ciemnożółta. |
| 4. | dłuta i doszczelniaki (ślusarskie) | płaski, z krawędziami zaokrąglonemi. | 13 · 25, 15 · 30. | średniotwarda. | 1,0 | jaskrawo-wiśniowa. | karminowa. |
| 5. | przecinaki (kowalskie) | kwadratowy, krawędzie ścięte. | 30, 35, 40, 45, 50, 55. | miękka i niezbyt drobnoziarnista. | 0,9 | jaskrawo-wiśniowa. | jasnofiołkowa. |
| 6. | młoty, babki i pobijaki. | ośmiokąt prawidłowy. | 30, 35, 40, 45, 50, 55. | miękka i gruboziarnista. | 0,8 | ciemnopomarańczowa. | ciemnoniebieska. |
| 7. | Spawalna stal tyglowa. | według potrzeby. | | bardzo miękka i gruboziarnista. | 0,7 | zar potrzebny do spawania. | — |

Uwaga: Dla zahartowania zanurza się stal rozżarzona w czystą wodę studzienną lub źródlaną i odpuszcza potem do koloru odpowiedniego twardości obrabianego materyału, t. j. między kolorem żółtym a niebieskim. Twardą stal zagrzewa się powoli, zaostrza ostrożnie.

16. **Materyały dróg żelaznych;** p. str. 48 i nast.

## c. Przepisy dotyczące dostaw żelaza i stali.

### α) Przepisy przyjęte przez Związek hutników niemieckich, z 17 marca 1889, zmienione w lutym 1893.

(Streszczenie).

$K_B$ = naprężenie rozrywające, czyli w skróceniu rozerwanie w kg cm$^2$, } p. T. I.
$\varphi$ = rozciągnięcie aż do chwili rozerwania w % długości pierwotnej, } str. 328.

Rodzaje prób. Do sprawdzenia przydatności materyałów żelaznych i stalowych stosują się próby następujące:

A. Próby z całą sztuką przeznaczoną do użytku:

Próby na zimno: 1. Oględziny zewnętrzne, 2. uderzenia, 3. przeginanie.

B. Próby z kawałkami wyciętemi z całości:

a) Próby na zimno: 1. Wygięcie zwykłe, 2. powtarzające się przeginanie w obydwie strony, 3. przebijanie, 4. rozłamanie, 5. rozerwanie, 6. skręcenie i ukręcenie.

b) Próby na gorąco: 1. Wygięcie, 2. hartowanie i wygięcie (tylko dla żel. zlewnego), 3) przebijanie, 4. rozkuwanie, 5. spęczanie (stachowanie).

Postępowanie przy próbach. Prętów próbnych, które już na oko okazują się wadliwemi, do prób używać nie wolno.

Próbki na **rozerwanie** odcinają się z całego przedmiotu na zimno i obrabiają też na zimno. Skutki spowodowane cięciem nożyc, przebijaniem lub wycinaniem (rysy i t. p.) trzeba usunąć starannie. Wyżarzać próbek nie trzeba, jeżeli sam przedmiot nie ma być wyżarzany przed użyciem.

Naskórek walcowniany pozostawia się wedle możności na próbce. Próbki powinnyby mieć długość pomiarową 200 mm, przy przekroju 200 do 500 mm². Przy próbkach okrągłych, cieńszych niż 20 mm, długość pomiarowa powinna równać się 10-cio krotnej średnicy. *)

Poza długością pomiarową, w obydwie strony, jeszcze na 10 mm posiadają pręty próbne (okrągłe lub płaskie) ten sam przekrój.

O ileby próbka rozerwała się poza środkową, trzecią częścią długości pomiarowej, a rozciągnięcie przytem okazać się miało niedostatecznem, to wypada powtórzyć doświadczenie.

Dokładność maszyn rozrywających powinna dawać się sprawdzać ściśle i bez trudu.

Do prób na wygięcie biorą się paski 30 do 50 mm szerokie, albo pręty okrągłe, grubości przystosowanej do przeznaczenia materyału. Próbki odcinają się i obrabiają na zimno, a ich krawędzie zaokrąglają.

# I. Materyały kolejowe. **)

Zamawiający przesyła walcowni miarodajne wzorniki (szablony) profili szyn, podkładów, łubek, podkładek i obręczy. Próby i odbiór ostateczny materyałów odbywa się w walcowni.

## 1. Szyny zlewne (żelazne lub stalowe).

Profil. Dozwala się uchybienie w szerokości podstawy do $\pm$ 1 mm, w pozostałych zaś wymiarach, niewyłączając wysokości, do $\pm$ 0,5 mm

Uwaga. Szyny ważące do 2% poniżej normy lub do 3% ponad normę przyjmują się. Wagę normalną oznaczamy, przeważając 50 dokładnie wywalcowanych szyn i biorąc ich wagę średnią.

Waga średnia metra bież., albo jednej szyny, oznacza się po odbiorze całej dostawy z wagi ogólnej wszystkich szyn. O ileby ta waga średnia przekraczała normę na więcej niż 1%, to płaci się tylko za 1% nadwagi.

Długość. Warunki dostawy określają długość normalną, co do której dozwalają się uchybienia $\pm$ 2 mm przy szynach długości normalnej do 7,5 m, a $\pm$ 3 mm przy szynach dłuższych. Do 5% całej ilości wolno dostarczyć szyn o 1 m krótszych niż normalne.

Dziury. Dziury na śruby łubkowe wiercą się podług rysunku, a uchybienia do $\pm$ 1 mm w położeniu i rozmiarach dziur dozwalają się.

---

*) Postanowienie to opiera się na prawie **Barby i Kick'a**, stwierdzonem licznemi doświaczeniami, a streszczającem się w sposób następujący:

Ciała geometrycznie podobne i z tego samego materyału, podlegając równym naprężeniom w równych warunkach, ulegają też odkształceniom geometrycznie podobnym; a zatem dwie próbki rozrywane, wycięte z tego samego pręta, będą tylko wtedy miały równe rozciągnienia procentowe przy równych naprężeniach, gdy wszystkie ich wymiary wśród długości pomiarowych i poza niemi, jako też i same te długości będą nawzajem sobie proporcyonalne.

Biorąc zatem za podstawę pręt normalny (międzynarodowy), 20 mm średnicy, 200 mm długości pomiarowej, a 220 mm długości użytkowej, i polegając na doświadczeniach, które wykazały bezwpływowość kształtu przekroju, otrzymujemy z prawa powyższego dla przekrojów innej wielkości:

$$\text{długość pomiarową: } l = 11.3 \sqrt{F} \quad \text{i} \quad \text{długość użytkową: } l_g = 12{,}5 \sqrt{F},$$

jeżeli przez $F$ oznaczymy przekrój próbki. Dobrawszy takie wymiary, otrzymamy te same liczby na rozciągnięcie procentowe, jak przy próbce normalnej.

Wśród długości pomiarowych dowolne, lecz podobnie położone kresy dwóch próbek wykażą nam w przybliżeniu równe rozciągnięcia procentowe, jeżeli podziałki tych długości dobierzemy proporcyonalne do $\sqrt{F}$.

**) Warunki dostawy podkładów, łubek, podkładek i obręczy (bandaży) z **żelaza spawalnego i stali spawalnej** podlegają oddzielnemu porozumieniu się.

Prostość. Uchybienia od prostej do ± 3 mm na 9 m długości są dozwolone tak w kierunku pionowym, jako i poziomym, natomiast można odrzucić szyny wichrowate, o ile skręcenie przekracza ± 1,5 mm.

Wygląd zewnętrzny. Drobne usterki zewnętrzne, niezmniejszające trwałości, nie mogą być powodem odrzucenia szyn, a dozwala się też odcinanie zader i odłuszczeń (łuszczy).

Próby. Odbiorca ma prawo żądać na próbki do $^1/_2$ % całej ilości szyn dostarczanych, powinien jednak wedle możności zużywać na ten cel krótsze odcinki pozostające przy przycinaniu szyn na miarę.

Próbki na rozerwanie obrabiają się na średnicę 20 mm i na prostą długość pomiarową 200 mm, a próby powinny wykazać $K_z$ nie mniejsze niż 4500 kg/cm².

Próby na uderzenia uskuteczuia się na kawałkach nie ponad 2 m długich i nieosłabionych ani dziurami, ani nacięciami, z pomocą przyrządów (kafarów) wzorcowanych, bijących w szynę ułożoną na 1 m rozpiętości. Praca rozpędu pierwszego uderzenia ma wynosić, dla szyn nie niższych niż:

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 130 | mm | i | nie | ważących | mniej | niż | 30 kg/mb: | 3000 kgm. |
| 120 | „ | „ | „ | „ | „ | | 27.5 „ | 2000 „ |
| 110 | „ | „ | „ | „ | „ | | 23 „ | 1500 „ |
| 100 | „ | „ | „ | „ | „ | | 20 „ | 1200 „ |

poczem powinny następować uderzenia o pracy rozpędu 1200 kgm tak długo, dopóki ugięcie szyn 130 mm wysokich nie dosięgnie 110 mm. Ostateczne to ugięcie przy szynach innej wysokości ma być ustosunkowane odwrotnie do tychże wysokości. Jeżeli szyna, przed dosięgnięciem powyżej oznaczonego ugięcia, wygnie się w bok na tyle, że doświadczenia nie możnaby uważać za prawidłowo przeprowadzone, to wypada je przerwać zawczasu.

Dla **szyn tramwajowych** przepisy powyższe ulegają pewnym zmianom, a mianowicie:

Profil. Dozwolone uchybienia w wymiarach profilu, przy szynach o podstawie nie szerszej niż 125 mm, takie same jak powyżej; przy szynach o podstawie szerszej, dwa razy większe.

Waga. Przyjmują się jeszcze szyny ważące do 3% niżej normy, lub do 4% ponad normę.

## 2. Podkłady z żelaza zlewnego.

Profil. Dozwalają się uchybienia w grubościach do ± 0,5 mm, a w szerokości i wysokości do ± 2 mm.

Waga. Przyjmują się jeszcze podkłady chybiające co do wagi na ± 3%. Płaci się podług wagi rzeczywistej, lecz nie więcej niż za 2% ponad wagę normalną, określoną w sposób podobny jak dla szyn.

Długości mogą chybiać do ± 25 mm.

Jeżeli się końce podkładów zamykają przez zagięcie w dół, to długości tych ścianek wygiętych mogą chybiać przy podkładach zwykłych do + 20 mm, wzgl. — 5 mm, a przy podkładach wytłaczanych do + 50 mm, wzgl. — 5 mm.

Prostość. Podkłady podłużne mogą chybiać do ± 3 mm tak w kierunku poziomym jak i pionowym na całą swą długość. Wichrowate podkłady, których skręcenie przekracza 1.5 mm, można odrzucać.

Dziury wykonują się podług rysunku, uchybienia w ich położeniu do ± 1 mm i w wielkości do 0,5 mm uważają się za dozwolone.

Wygląd zewnętrzny jak przy szynach.

Próby. Materyał do prób jak przy szynach: rozrywają się pręty płaskie, proste, 200 mm długości pomiarowej, a $K_z \geq 4000$ kg/cm².

Przy próbie na wygięcie spłaszcza się nasamprzód podkład lekkiemi uderzeniami młota parowego i wygina potem (przez grzbiet) tak, aby średnica łuku krzywości (koła) w zagięciu nie przekraczała 75 mm, przyczem jeszcze podkład nie powinien się nadłamywać lub pękać. Do prób tych można brać tylko kawałki nie dziurowane i nie nacinane.

## 3. Łubki z żelaza zlewnego.

Profil. Dozwalają się uchybienia wymiarów: w powierzchniach przylegania do ± 0,25 mm, w grubościach do ± 0,5 mm, w pozostałych wymiarach do ± 1 mm. Oznaczenie wagi jak dla podkładów (p. powyżej).

Długości mogą chybiać do ± 3 mm.

Dostawca może przycinać łubki na długość według własnego uznania, na zimno lub gorąco, piłą lub nożycami, przyczem jednakże nie powinny powstawać szkodliwe zmiany kształtu, a cięcia powinny być możliwie prostopadłe do osi podłużnej.

Dziury w łubkach mogą chybiać w swem położeniu do $\pm$ 1 mm, a co do wielkości do + 1 mm, wzgl. — 0,5 mm. Wypukliny powstające przy dziurowaniu, zwłaszcza przebijaniu, nie mają przekraczać 1 mm.

Wręby w łubkach mogą chybiać co do położenia do $\pm$ 2 mm, a co do wielkości do $\pm$ 1 mm.

Wygląd zewnętrzny jak przy szynach (p. str. 49).

Próby. Materyał do prób, próby rozerwania (płaskie pręty próbne) i $K_z$ jak przy podkładach, p. powyżej pod **2.**

Próby na wygięcie wykonywamy z łubkami gotowemi w ten sposób, aby miejsce zagięcia wypadało w pośrodku pomiędzy dziurami. Łubki płaskie wyginają się pod tłocznią na płask o 45°, a z łubek kątowych i zetowatych odcina się na zimno pas płaski i poddaje go takiej samej próbie na wygięcie. Przy próbach tych materyał nie powinien okazać żadnych pęknięć.

## 4. Podkładki z żelaza zlewnego.

Profil. Grubość i szerokość między wyskokami mogą chybiać do $\pm$ 0.5 mm, pozostałe wymiary profilu do $\pm$ 1 mm. Oznaczenie wagi jak dla podkładów (p. powyżej). Długość może chybiać do $\pm$ 3 mm.

Dziury. Uchybienia dozwolone jak dla łubek, a wypukliny powstające przy przebijaniu dziur nie powinny przekraczać 2 mm.

Wygląd zewnętrzny jak dla szyn (p. powyżej).

Próby. Próbki wycinają się z podkładek już wywalcowanych, lecz niepociętych jeszcze na długość. Ilość próbek, rozrywanie (płaskich prętów) i $K_z$ jak przy podkładach (p. powyżej). Próba na wygięcie do 45° pod tłocznią bez nadłamań lub rysów.

## 5. Obręcze (bandaże) zlewne (żelazne lub stalowe).

Profil. Szerokość może chybiać do + 2 mm, wzgl. do — 1,5 mm, grubość zaś do + 3 mm, wewnętrzna średnica wreszcie do + 1.5 mm, wzgl. — 2 mm.

Waga. Uchybienia wagi, w granicach powyżej określonych odstępstw od wymiarów zamówionych, są dozwolone, a wagi takie opłacają się w całości, bez potrąceń.

Wygląd zewnętrzny jak przy szynach (p. powyżej).

Do prób zamawiający może zużyć materyału w granicach do 1% całego zamówienia.

Rozrywa się na próbę pręty okrągłe 20 mm średnicy i 200 mm długości pomiarowej, a wyniki powinny być:

dla obręczy parowozowych . . . . . $K_z \geqq 6000$ kg/cm²,
„ „ wagonowych i brankardowych $K_z \geqq 4500$ kg/cm².

Do próby na uderzenia bierze się całe obręcze, bez widocznych wadliwości zewnętrznych, i kafarem wzorcowanem bije się w obręcz uderzeniami o pracy rozpędu, równej 3000 kgm, dopóki wgięcie się obręczy nie dosięgnie 12% pierwotnej średnicy wewnętrznej. Aż do przekroczenia tej granicy materyał nie powinien się zarysować.

## 6. Osie ze stali zlewnej.

Czopy osiowe trzeba czysto wygładzić i wyszmerglować, a w pośrodku płaszczyzn końcowych wtoczyć stożkowate nakiełki (kiernery), w celu ułatwienia współśrodkowego zakładania osi na kły (kiernery) tokarni.

Do prób zamawiający może zużyć do 1% materyału całego zamówienia.

Rozrywają się pręty próbne 20 mm średnicy, 200 mm długości pomiarowej, a wynik próby powinien być $K_z \geqq 5000$ kg/cm².

Do prób na uderzenia bierze się osie surowo odkute, nie mające widocznych wadliwości. Kafarem wzorcowanym bije się w oś podpartą na rozpiętość 1,5 m uderzeniami o 3000 kgm pracy rozpędu tak długo, dopóki się oś średnicy 130 mm nie ugnie na 200 mm, mierząc ugięcie tylko na rozpiętości 1.5 m między podporami.

Dla osi innych średnic ugięcia mają być odwrotnie ustosunkowane do średnic.

# II. Żelazo mostowe.

Żelazem mostowem nazywamy żelazo spawalne i zlewne, przeznaczone do budowy mostów i t. p. większych budowli żelaznych, za wyłączeniem belek budowlanych, które zaliczają się do żelaza handlowego. Odbiór ostateczny odbywa się w walcowni.

Postanowienia ogólne p. str. 48.

## 1. Spawalne żelazo mostowe.

Własności zewnętrzne. Żelazo powinno być zbite, dawać się spawać i pęczyć i nie powinno być ani zimno, ani ognio-kruche, ani też łupliwe; powinno ono mieć gładkie powierzchnie, bez rysów na krawędziach lub na szwach, bez dziur lub wgłębień.

Ilość prób i zasady ogólne. Z każdej setki sztuk można wziąć 3 próbki (wedle możności z odcinków) i jeżeli wyniki prób są prawidłowe, to setkę tę uznaje się za przyjętą. Gdy jedna z tych trzech prób da wyniki niedostateczne, natenczas bierze się z tego samego materyału jeszcze dwie próbki, a jeżeli się jedna z nich okaże nie odpowiadającą warunkom, to można materyał odrzucić.

A. Próby zrywania i rozciągnięcia powinny wykazać przynajmniej poniższe wyniki:

1. Kształtowniki mostowe, za wyłączeniem pomostowników, a więc płaskowniki, kątowniki, krągowniki, kratowniki i dźwigarowniki, jako to: dwuteowniki, ceowniki, zetowniki, teowniki i t. p. a nadto także blachy, które podlegają właściwie tylko naprężeniom w kierunku swej długości, powinny wykazać, przy grubościach:

| | | |
|---|---|---|
| do 10 mm włącznie . . . . . | $K_z = 3600$ kg/cm², | a rozciągnięcie procentowe $\varphi = 12\%$. |
| wyżej 10 mm do 15 mm włącznie . . . . | $K_z = 3500$ „ | |
| „ 15 „ „ 20 „ „ . . . . | $K_z = 3400$ „ | |

Ze względu na sposób walcowania dźwigarowników tylko pasy ich muszą dać wyniki powyższe, a środniki (t. j. części łączące te pasy ze sobą, oraz żebra teowników) mogą mieć $K_z$ o 100 kg/cm², a $\varphi$ o 2% mniejsze niż wymagane w pasach.

2. Blachy o wydatnem kierunku długościowym, narażone przeważnie na gięcie, np. środniki (blachy pionowe) blachownic, powinny wykazać przynajmniej:

w kierunku długości: $K_z = 3500$ kg/cm², $\varphi = 10\%$,
„ „ poprzecznym: $K_z = 2800$ „ $\varphi = 8\%$.

3. Blachy bez wydatnego kierunku długościowego, mające znosić naprężenia w różnych kierunkach, np. podwęźlą (gusety, blachy węzłowe), powinny wykazać:

w głównym kierunku walcowania: $K_z = 3500$ kg/cm², $\varphi = 10\%$,
w kierunku poprzecznym: $K_z = 3000$ „ $\varphi = 4\%$.

4. Żelazo na nity, śruby i t. p. w kierunku długości:

do 25 mm średnicy włącznie . . . $K_z = 3800$ kg/cm², $\varphi = 18\%$,
ponad 25 mm, do 40 mm średn. włącznie $K_z = 3600$ „ $\varphi = 15\%$.

5. Pomostowniki: $K_z = 3300$ kg/cm², $\varphi = 6\%$.

B. Inne próby.

1. Kształtowniki, niewyłączając płaskowników, i blachy.

a) Wygięcie: Paski podłużne wygina się o pewien kąt $\alpha$ tak, aby zagięcie miało promień krzywości 13 mm, a materyał nie powinien się rysować.

Na zimno: przy grubościach 8 do 11 mm $\alpha = 50°$,
„ „ 12 do 15 mm $\alpha = 35°$,
„ „ 16 do 20 mm $\alpha = 25°$,
„ „ 21 do 25 mm $\alpha = 15°$.
Na gorąco: przy grubościach do 25 mm $\alpha_1 = 120°$, } żar ciemno-wiśniowy.
„ „ nad 25 mm $\alpha_1 = 90°$, }

b) Rozkuwanie. Wycięty na zimno pasek 30 do 50 mm szeroki (z kątownika, płaskownika lub blachy) zagrzewa się do czerwoności, poczem ostrzem młota, zaokrąglonem jednak w promieniu 15 mm, uderza się próbkę równolegle do włókien i rozkuwa ją w ten sposób do $1^1/_2$ krotnej szerokości, przyczem się nie powinny okazać najmniejsze ślady rozspojenia żelaza.

2) Żelazo na nity.

a) Wygięcie. Pręt okrągły zbijamy młotem na zimno w pętlicę o średnicy w świetle, równającej się połowie grubości pręta, który przytem nie powinien okazać nawet śladów rozspojenia żelaza.

b) Pęczenie. Kawałek pręta, długości podwójnej średnicy, zagrzany do żaru, jaki się ma stosować przy nitowaniu, powinien dozwolić się spęczyć do $^1/_3$ pierwotnej długości bez wykazania rysów.

C) Dozwolone uchybienia w wymiarach i wadze. W zamówieniach na dokładną miarę dozwala się:

a) przy płaskownikach, kątownikach, krągownikach i kratownikach nadwyżkę długości do 20 mm,

b) przy blachach nadwyżki długości i szerokości do 20 mm,

c) przy dźwigarownikach nadwyżkę długości do 50 mm.

Wagi normalne oblicza się z wymiarów i ciężkości właściwej, a od tej wagi normalnej dozwala się uchybienia następujące:

ad a) nadwyżka ogólna do 3%, pręty poszczególne zaś mogą przeważać do 5%, a niedoważać do 3%,

ad b) blachy ogółem $\mp$ 3%, oddzielne arkusze $\mp$ 5%,

ad c) dźwigarowniki $\mp$ 6%, jednakże zamawiając większe ilości jednego profilu, można wymówić sobie większą dokładność.

Przekroczenie powyżej określonych granic uchybień jest dostatecznym powodem do odrzucenia sztuk przekraczających owe granice.

## 2. Zlewne żelazo mostowe.

Żelazo zlewne powinno posiadać gładką powierzchnię, bez zader, bąbli, pęcherzy, rysów w krawędziach i wogóle miejsc niewypełnionych.

Ilość prób i zasady ogólne. Jeżeli umówiono odbiór partyami, to każda sztuka powinna być naznaczona numerem partyi, do której należy. Z każdej partyi urzędnik może wybrać do prób poniżej opisanych 3 sztuki, nie więcej jednak, niż po jednej sztuce z każdej dwudziestki, przyczem dwudziestka rozpoczęta liczy się za całą.

Jeżeli zaś nie wymówiono sobie odbioru partyami, to z każdej setki można wybrać 5 sztuk do prób poniżej opisanych, nie więcej jednak, niż po jednej na każde 2000 kg tego samego profilu, licząc znów rozpoczęte 2000 kg za całe.

W obydwóch przypadkach wypada brać na próbki wedle możności odcinki.

Gdy wszystkie próbki dadzą wyniki prawidłowe, to materyał odnośny uważa się za odebrany. Za każdą próbkę o wynikach niedostatecznych można wziąć dwie nowe próbki, a jeżeli jedna z nich znów zawiedzie, to można cały materyał odrzucić.

Postanowienia poniższe obowiązują tylko dla wyrobów grubości 7 do 28 mm, a przy grubościach odmiennych trzeba się umówić o warunki szczegółowe.

A. Zerwanie i rozciągnięcie powinny wykazać:

w kierunku walcowania: 3700 kg/cm² $\leqq K_z \leqq$ 4000 kg/cm², $\varphi \geqq 20\%$;

w kierunku poprzecznym: 3600 kg/cm² $\leqq K_z \leqq$ 4500 kg/cm², $\varphi \geqq 17\%$;

na nity i śruby: 3600 kg/cm² $\leqq K_z \geqq$ 4200 kg/cm², $\varphi \geqq 22\%$.

B. Inne próby.

1. Płaskowniki i inne kształtowniki, oraz blachy.

a) Wygięcie. Paski wycięte wzdłuż i wpoprzek kierunku walcowania zagrzewają się do jasnej czerwoności i zanurzają w wodzie około 28° C, poczem się każdy pasek zwija w pętlicę średnicy w świetle równającej się grubości paska podłużnego, a podwójnej grubości paska poprzecznego. Paski podłużne niepowinny okazać wogóle żadnych rysów, paski poprzeczne zaś tylko co najwyżej mało znaczące rysy powierzchowne.

b) Próba ogniokruchości. Odkuwamy z danego materyału pasek 6 mm gruby, a około 40 mm szeroki i w stanie żaru czerwonego przebijamy w nim dziurę 20 mm średnicy przebijakiem 80 mm długim, o średnicy w dolnym końcu 20 mm, a w górnym 30 mm, poczem przebitą dziurę rozszerzamy do 30 mm: pasek próbny nie powinien się ani zadrzeć, ani zarysować.

2. Materyał na nity i śruby.

a) Wygięcie. Pręt okrągły zagrzewa się do jasnej czerwoności, zanurza w wodzie około 28° C, poczem się z niego wygina pętlicę średnicy w świetle równającej się połowie grubości pręta: żadne rysy nie powinny się pojawić.

b) Pęczenie. Jak dla żelaza spawalnego na nity i śruby, por. powyżej pod **1.**

C) Dozwolone uchybienia w wymiarach i wagach dokładnie jak dla żelaza spawalnego, por. powyżej pod **1.**

# III Blachy.

## Uwagi ogólne.

Dozwolone uchybienia w wymiarach i wadze blach grubych, t. j. wyżej 5 mm grubości, por. Dział VII, rozdz. IV, C. I. a. 3. Dla blach cienkich, t. j. niżej 5 mm grubości, dozwala się uchybienia w grubości i wadze do ∓ 5% dla blach od 5 do 2 mm grubych, do ∓ 7% dla blach 2 do 1 mm grubych, wreszcie do ∓ 9% dla blach 1 do 0,5 grubych, o ile długości i szerokości arkuszy nie przekroczą granic poniżej zakreślonych.

| Największa szerokość mm | przy grubości: mm | i przy szerokości: mm | Długość największa będzie: mm |
|---|---|---|---|
| 1000 | od 0.5 do 0,75 włącznie. | niżej 800 | 2000 |
| | | od 800 do 1000 | 1800 |
| 1150 | „ 0,875 „ 1,0 „ | niżej 900 | 2500 |
| | | „ 900 do 1150 | 2250 |
| 1400 | „ 1,125 „ 1,375 „ | niżej 1000 | 3000 |
| | | „ 1000 do 1250 | 2600 |
| | | „ 1250 do 1400 | 2300 |
| 1500 | „ 1,5 „ 2,0 „ | niżej 1000 | 3800 |
| | | „ 1000 do 1300 | 2800 |
| | | „ 1300 do 1500 | 2500 |
| 1700 | „ 2,25 „ 3,0 „ | niżej 1000 | 4000 |
| | | „ 1000 do 1250 | 3500 |
| | | „ 1250 do 1400 | 3200 |
| | | „ 1400 do 1700 | 2800 |
| 1700 | „ 3.25 „ 4-9 „ | dowolnej do 1700 | 4000 |

Przy wymiarach większych, niż oznaczono w tablicy powyższej trzeba blachy brać jak wypadną, jeżeli tylko miejsce najcieńsze stosuje się z grubością zamówioną. Grubość blach mierzy się skalą mikrometryczną w oddaleniu nie mniejszem, niż 40 mm od brzegu i niż 100 mm od rogu.

Próby. By ocenić przydatność blachy z żelaza zlewnego lub spawalnego, robią się próby następujące: 1. Zerwanie i rozciągnięcie, 2. wygięcie zwykłe i po uprzedniem twardzeniu, 3. rozkuwanie i przebijanie.

Przyrządzenie próbek. Paski, które mają podlegać zerwaniu, rozciągnięciu lub wygięciu, należy wyprostować na gorąco i ostrożnie wyżarzyć. Tylko paski bez skaz nadają się do prób. Bierzemy paski około 400 mm długie, a w surowym stanie przynajmniej 50 mm szerokie. Brzegi i krawędzie pasków próbnych obrabia się maszynowo lub ręcznie tak, aby doszczętnie usunąć szkodliwy wpływ cięć nożycami, przebijań, wycinań i t. p. Naskórek walcowniany powinien koniecznie pozostać na próbce. Paski, mające się rozrywać, wypada obrobić czysto w krawędziach, na długość pomiarową 200 mm i na taką szerokość, aby przekrój rozrywany wynosił 300 do 600 mm². Paski przeznaczone na wygięcie zaokrąglają się nieco w krawędziach, a przy wyginaniu nie powinny szerokością swą wystawać poza wałek, około którego się wyginają.

Odbiór. Blachy powinny być wywalcowane bez wad i bez uszkodzeń miejscowych. Należy obejrzeć je w walcowni w stanie nieobciętym i wybrać próbki od brzegów. Odbiorca ma prawo wyboru sztuk, z których się próbki mają wyciąć. Jeżeli po dokonanej próbie okażą się miejsca wadliwe, których uprzednio tylko nie dostrzeżono, to wyniki takich próbek nie biorą się wcale w rachubę przy ocenie, czy dotrzymano warunków dostawy. Rozciągnięcie $\varphi$ w % oznacza się na podstawie długości pomiarowej 200 mm. Kąt wygięcia mierzy się w stopniach. Próbka wygięta uważa się za złamaną, jeżeli na zgięciu, po stronie wypukłej okaże się widoczne pęknięcie lub zerwanie.

Na gorąco wygina się próbki rozżarzone do wiśniowej czerwoności, opierając je na podporze o krawędzi ściętej, przyczem materyał nie powinien ani się złamać, ani pękać, ani też strzępić.

Na zimno wygina się próbkę naokoło wałka 25 mm średnicy, z blach grubszych niż 25 mm, około wałka o średnicy równającej się grubości blachy.

Przy wyginaniu z uprzedniem twardzeniem (żelaza zlewnego) wycina się paski w kierunku walcowania i wpoprzek, zagrzewa je do ciemno wiśniowego żaru, ochładza w wodzie 28° C. i wygina naokoło wałka oznaczonej średnicy.

## 1. Blachy z żelaza spawalnego.

### α) Blachy okrętowe.

Rozróżniamy blachy dwojakiej jakości, które oznaczają jako gatunek I i II. Przy zrywaniu powinno być:

| | Gatunek I | Gatunek II |
|---|---|---|
| Wzdłuż włókien: . . . . . | $K_z = 3500$ kg/cm², $\varphi = 7\%$; | $K_z = 3150$ kg/cm², $\varphi = 5\%$; |
| Wpoprzek włókien: . . . | $K_z = 2850$ „ $\varphi = 5\%$; | $K_z = 2750$ „ $\varphi = 3\%$. |

Przy wygięciu na gorąco próbki, zanim się złamią, powinny znieść wygięcie o kąt:

wzdłuż włókien: $\alpha = 125°$ dla gat. I i $\alpha = 90°$ dla gat. II;
wpoprzek włókien: $\alpha = 90°$ „ „ I i $\alpha = 60°$ „ „ II.

Przy wygięciu na zimno kąty te powinny być:

| Przy grubości blachy mm | Gatunek I wzdłuż | Gatunek I wpoprzek | Gatunek II wzdłuż | Gatunek II wpoprzek | Przy grubości blachy mm | Gatunek I wzdłuż | Gatunek I wpoprzek | Gatunek II wzdłuż | Gatunek II wpoprzek |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Od 5 w dół | 90° | 40° | 75° | 30° | od 17 do 19 | 25° | 10° | 20° | 5° |
| „ 6 do 8 | 70 | 30 | 55 | 20 | „ 20 „ 22 | 20 | 5 | 15 | — |
| „ 9 „ 11 | 50 | 20 | 45 | 15 | „ 23 „ 25 | 15 | 5 | 10 | — |
| „ 12 „ 16 | 35 | 15 | 30 | 10 | | | | | |

### β) Blachy kotłowe.

Wyrabiają je w trzech gatunkach: 1. blacha ogniowa, 2. blacha wywijalna, 3. blacha płaszczowa.

Z blachy ogniowej powinny się wyrabiać wszystkie części ścianek kotłowych, wystawione na pierwszy, bezpośredni żar promieniujący paleniska; dalsze części rur płomiennych i wszystkie części, których brzegi trzeba wywijać, albo które same trzeba wytłaczać lub wypuklać, jak dna kotłowe, zbiorniki pary, odnogi i t. p. robią się z blachy wywijalnej; pozostałe zaś części kotła można wykonywać z blach płaszczowych.

Zrywanie i rozciągnięcie próbne. Dla wszystkich trzech gatunków $K_z$ nie powinno przekraczać 40 kg/mm². Próby z blachami do 25 mm grubości powinny dać wyniki nie mniejsze niż:

| Gatunek blachy: | ogniowa | | wywijalna | | płaszczowa | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Kierunek włókien | wzdłuż | wpoprzek | wzdłuż | wpoprzek | wzdłuż | wpoprzek |
| $K_z$ . . . . w kg/mm² | 36 | 34 | 35 | 33 | 33 | 30 |
| $\varphi$ . . . . . w % | 18 | 12 | 12 | 8 | 7 | 5 |

Każda z liczb powyższych (zerwania lub rozciągnięcia) może być mniejsza, o ile przynależna druga liczba będzie równocześnie przynajmniej o tyleż większą, z warunkiem jednakże, aby zmniejszanie to nie przekraczało jednostki (kg/mm², wzgl. %).

Dla blach grubszych niż 25 mm, na każdą przewyżkę grubości o 2 mm, podane powyżej wartości najmniejsze na $K_z$ mogą się zmniejszać o 0,5 kg/mm² (np. blacha płaszczowa, 26 do 28 mm gruba, może mieć, wzdłuż $K_z = 32{,}5$ kg/mm²; wpoprzek $K_z = 29{,}5$ kg/mm²). Stosując zatem takie blachy, trzeba obniżkę wytrzymałości zrównoważyć bądźto dobraniem lepszego gatunku, bądź też stosownem pogrubieniem blachy.

Wygięcie. Paski blachy powinny dać się wygiąć (na zimno, wzgl. na gorąco) o kąty poniżej podane:

| Rodzaj próby | Grubość blachy mm | Gatunek blach: ogniowe wzdłuż | ogniowe wpoprzek | wywijalne wzdłuż | wywijalne wpoprzek | płaszczowe wzdłuż | płaszczowe wpoprzek |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Na zimno | 6 do 8 | 130° | 110° | 110° | 90° | 70° | 45° |
| | 8 „ 10 | 120 | 100 | 100 | 80 | 65 | 40 |
| | 10 „ 12 | 110 | 90 | 90 | 70 | 60 | 35 |
| | 12 „ 14 | 100 | 80 | 80 | 60 | 55 | 30 |
| | 14 „ 16 | 90 | 70 | 70 | 50 | 50 | 25 |
| | 16 „ 18 | 80 | 60 | 60 | 40 | 45 | 20 |

| Rodzaj próby | Grubość blachy ● mm | Gatunek blach: ogniowe wzdłuż | ogniowe wpoprzek | wywijalne wzdłuż | wywijalne wpoprzek | płaszczowe wzdłuż | płaszczowe wpoprzek |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| na zimno | 18 do 20 | 70° | 50° | 55° | 30° | 40° | 17° |
| | 20 „ 22 | 60 | 40 | 50 | 25 | 35 | 15 |
| | 22 „ 24 | 55 | 30 | 45 | 20 | 30 | 12 |
| | 24 „ 26 | 50 | 20 | 40 | 15 | 25 | 10 |
| na gorąco | dowolnej grubości | 180 | 180 | 180 | 150 | 150 | 100 |

Rozkuwanie i przebijanie. Paski około 100 mm szerokie, zagrzane do czerwoności, powinny uderzeniami zaokrąglonego ostrza młota dać się rozszerzyć (w kierunku poprzek włókien) do $1^1/_2$ krotnej szerokości, bez zarysowania się. Paski takiejże temperatury muszą znieść (bez rysów i pęknięć) przebicie przebijarką dziury, między którą a brzegiem paska pozostaje się tylko szerokość żelaza, równa połowie grubości blachy. *)

γ) **Blachy cienkie i inne** (oprócz powyżej wyszczególnionych).

Z powodu przeróżnego przeznaczenia tych blach, niełatwo byłoby opracować dla nich warunki ogólnie obowiązujące. Dla blach cienkich wypadałoby w każdym razie wykluczyć próby na zerwanie.

## 2. Blachy z żelaza zlewnego.

α. **Blachy okrętowe.** Jeden tylko gatunek: $K_z = 3500$ do $4500$ kg/cm², $\varphi \geq 20\%$.

β. **Blachy kotłowe.** Na kotły parowe rozróżniamy tylko 2 gatunki blachy zlewnożelaznej: 1. blachy ogniowe, 2. blachy płaszczowe. **)

Wszystkie części będące w styczności z gazami spalenia, jako też części, których brzegi podlegają wywijaniu, wytłaczaniu wypukłości i t. p. (jako to: dna, odnogi i t. d.) powinny się wykonywać z blachy ogniowej, pozostałe zaś części ścianek kotła można wykonywać z blachy płaszczowej.

Rozerwanie powinno dać wyniki w obydwu kierunkach, t. j. wzdłuż i wpoprzek kierunku walcowania,

dla blach ogniowych: $K_z = 34$ do $40$ kg/mm², a $\varphi \geq 25\%$;

„ „ płaszczowych: $K_z = 36$ „ $42$ „ a $\varphi \geq 20\%$.

Wygięcie. Na zimno kąt wygięcia ma być 180°; na gorąco zaś paski, wygięte o 180°, muszą się pozwolić zbić zupełnie na siebie, nie okazując rysów. Próbę wygięcia z poprzedniem twardzeniem wykonywamy, nawijając paski blach ogniowych na wałek dwa razy grubszy niż blacha, blach płaszczowych zaś na wałek trzy razy grubszy niż blacha, i wyginając w obydwóch razach paski próbne o 180°.

Próba rozkuwania i przebijania taka sama, jak dla spawalnych blach kotłowych (p. str. 54).

γ. Blachy cienkie i inne, jak z żelaza spawalnego, p. str. 54.

# IV. Żelazo handlowe.

## 1. Żelazo spawalne.

Dane poniższe na wytrzymałość i rozciągnięcie stosują się tylko do płaskowników i kątowników, których grubość nie przekracza 16 mm, a do krągowników i kwadratowników grubych nie ponad 25 mm. Jeżeli się wymaga prób dla prętowników grubszych,

*) Nie wskazano tu średnicy dziury, której wielkość nie pozostaje bez wpływu na przerwanie się wązkiego paseczka blachy, między dziurą a brzegiem. Jako normę możnaby uważać średnicę dziury równą podwójnej grubości blachy.

**) Normy wyrcburg'skie rozróżniają trzy gatunki, p. str. 64.

to wypada przez kucie lub walcowanie doprowadzić je do grubości powyższych. Wartości $K_z$ i $\varphi$ podano minimalne. Spostrzeżeń nad rozciągnięciem trzeba dokonywać na podstawie długości pomiarowej 200 mm.

Rozróżniamy trzy gatunki: 1. gatunek żelaza na nity (wyborny, **best-best**), 2. gatunek żelaza na podkowy (przedni, **best**). 3. zwykły gatunek handlowy i belki żelazne.

1. **Gatunek wyborny** (na nity) wymaga $K_z = 3700$ kg/cm², $\varphi = 15\%$.

Kawałki 30 do 50 mm szerokie, a nie grubsze niż 16 mm, wycięte z płaskowników lub kątowników, oraz krągowniki i kratowniki do 25 mm grubości, po zaokrągleniu krawędzi pilnikiem, powinny dać się wygiąć na zimno w pętlicę o średnicy równającej się grubości próbki, nie okazując śladów pęknięć.

Na gorąco takie same próbki powinny się dać wygiąć o 180° i złożyć zupełnie na siebie; okrągły kawałek o długości równającej się podwójnej średnicy powinien dać się spęczyć na połowę pierwotnej długości, bez okazania rysów.

2. **Gatunek przedni** (na podkowy) wymaga $K_z = 3600$ kg/cm². $\varphi = 12\%$.

Próby wykonywamy w sposób podobny jak pod 1., jednakże średnica pętlicy równa się podwójnej grubości paska przy wygięciu na zimno, a na gorąco wyginamy pasek również w pętlicę, lecz średnicy równającej się grubości blachy

3. **Zwykłe żelazo handlowe i belki żelazne.** Próby i gwarancya dla tego gatunku nie są w zwyczaju i byłyby też zbyteczne.

## 2. Żelazo zlewne.

1. **Gatunek przedni** (na nity i na podkowy). Żelazo powinno być gładko walcowane, bez łuszczy i pęcherzy, nie powinno mieć ani rysów ani też miejsc niewypełnionych. Wymaga się: $K_z = 3400$ do 4400 kg/cm², $\varphi = 20\%$.

2. **Zwykłe żelazo handlowe i belki żelazne.** Jak powyżej dla żelaza spawalnego.

# V. Drut.

Wobec najróżnorodniejszego przeznaczenia drutów, nie byłoby ani możliwem, ani też celowem ustanawiać warunki jakościowe dla wszelkich drutów z żelaza spawalnego i ze zlewnego żelaza lub stali.

1. **Druty wyciągane, na wyrób druciaków, na ogrodzenia i t. p.** Ścisłość: Drut ma być bez rysów podłużnych i bez zader. Miękkość lub twardość pożądana zależy od przeznaczenia. Grubość: dozwala się uchybienie do $\mp 2{,}5\%$.

2. **Wyżarzony, cynkowany drut telegraficzny (żel. zlewne).***) (Drutów niecynkowanych używa się już tylko rzadko na przewodniki telegraficzne). Wymaga się: $K_z \geq 4000$ kg/cm² przy powolnem obciążaniu i 15-tu cm swobodnej długości zrywania.

Próba ukręcenia. Przy długości swobodnej 15 cm próbuje się drut na ukręcenie w stosownym przyrządzie, przyczem:

| drut średnicy | 6 | 5 | 4 | 3 | 2,5 | 2 | 1,7 mm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ma wytrzymać | 16 | 19 | 23 | 28 | 30 | 32 | 38 skrętów. |

Próba przeginania. W stosownym przyrządzie, zakleszczywszy drut w imadełko o szczękach zaokrąglonych promieniem 10 wzgl. 5 mm, zapomocą dźwigni przeginamy go wielokrotnie w jednę i drugą stronę, za każdym razem o 180°, aż do złamania. Za jedno przegięcie o 180° uważamy wygięcie drutu o 90° w jednę stronę i powrót w położenie pierwotne.

| Drut średnicy | 6 | 5 | 4 | 3 | 2.5 | 2 | 1,7 | mm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ma wytrzymać | 6 | 7 | 8 | 8 | 11 | 14 | 16 | przegięć, |
| w szczękach o | | 10 | | | 5 | | | mm promienia. |

Próby cynkowania p. str. 67. Dozwolony opór przewodników p. Dział **XVI** rozdz. **1, c. 2.**

3. **Cynkowany drut telefoniczny, ze stali zlewnej.** (Do celów telefonicznych właściwszym jest drut bronzowy p. str. 67). Wymaga się: $K_z = 13000$ do 14000 kg/cm², $\varphi = 5\%$ przy swobodnej długości rozrywania 500 mm.

Próba przeginania jak powyżej pod 2. w szczękach o promieniu 5 mm:

| Drut średnicy | 2,5 | 2,2 | 2 | 1,8 | 1,6 mm |
|---|---|---|---|---|---|
| ma wytrzymać | 4 | 6 | 7 | 8 | 10 przegięć. |

*) Podług warunków niemieckiego Zarządu Poczt i Telegrafów.

# VI. Żelazo lane.

Przepisy te obowiązują dla odlewów budowlanych, maszynowych i dla rur.

O ile wyraźnie nie żądano odlewu twardzonego lub odmiennych gatunków surówki, to odlewy powinny być z miękkiej surówki szarej, a odlane czysto i bez wad. Odlew ma być tak miękki, aby uderzenie młotka w krawędź prostokątną odlewu mogło ją przytępić, nieodkruszając jej. Żelazo na rury powinno być drobnoziarniste i wisne i dać się łatwo obrabiać dłutem i pilnikiem.

Wymaga się $K_z \geq 1200$ kg/cm². Nieobrobiony pręt kwadratowy, 30 · 30 mm przekroju, wsparty na dwóch podporach w odległości 1 m, przy powolnie wzrastającem obciążeniu, powinien, zanim się złamie, znieść w pośrodku swej rozpiętości ciężar 450 kg, co odpowiada wartości $K_b \geq 2500$ kg/cm².

1. **Słupy.** Uchybienie w grubości ścianek słupów do 400 mm średnicy zewnętrznej i do 4 m wysokości ma nie przekraczać 5 mm z warunkiem jednakże, aby całe pole przekroju nie było mniejsze od żądanego. Przy słupach dłuższych lub większej średnicy uchybienie może wzrastać o 0,5 mm na każdy m zwiększenia długości i na każde 100 mm zwiększenia średnicy.

Ścianka nigdzie nie powinna być cieńszą niż 10 mm.

Jeżeli słupy mają odlewać się pionowo, to trzeba sobie wyraźnie to wymówić.

2. **Rury.** Lanożelazne rury mufowe i kołnierzowe odlewają się zgodnie z niemieckiemi normami na rury lane (p. Dział V, rozdz. VII B. b. Tamże podano też normy dla wag rur i kształtek rurowych). Uchybienia w wadze prostych rur normalnych, zamiast przewidzianych w normach $\pm 3\%$, dozwala się jednak do $\pm 5\%$. Proste rury normalne powinny się odlewać stojąco, w formach wysuszonych, bez podpinek rdzenia; kształtki przynależne można natomiast lać w sposób zwykły.

# VII. Odlewy zlewne (stalowe).

Odlewy stalowe, zlewne powinny odlewać się w formach ogniotrwałych, czysto, jednolicie ścisło, a złom ich ma być zupełnie równomierny.

Do sztuk, mających podlegać próbom, dodaje się nadlewy, z których, po odcięciu i wyżarzeniu, obrabia się pręty próbne i poddaje rozerwaniu. Próbki nieprzekuwane powinny dać wyniki: $K_z = 4500$ do $6000$ kg/cm² i $\varphi = 8$ do $10\%$.

Uchybienia w wadze mogą dosięgać $\pm 5\%$. W miejscach przeznaczonych do obróbki dodaje się przy odlewach lżejszych 5 mm, przy cięższych sztukach 10 mm grubości.

## β) Przepisy rosyjskie.

Uwaga: W rozdziale niniejszym i następnym **naprężenia** wyrażono w **kg/mm²**.

### 1. Warunki techniczne

**na wyrób i dostawę materyałów na wierzchnią budowę i mosty Dróg Żelaznych.** *)

(Streszczenie).

I. **Warunki te obowiązują wszystkie rosyjskie drogi żelazne,** tak rządowe jak i prywatne, pozostające w zarządzie Minist. dr. i kom., a odstępstwo od nich dozwala się jedynie za oddzielnem pozwoleniem.

Próbki wycinane nożycami, przebijane na przebijarkach i t. p. należy na krawędziach opiłować przed poddaniem ich próbie.

II. **Warunki czasowe na dostawy szyn stalowych.** Z szyny gotowej, wychodzącej z walców, odcina się przynajmniej 0,76 m ($2^1/_2$ st.) z końca odpowiadającego wierzchniej stronie bałwana, a 0,23 m ($^3/_4$ st.) z drugiego końca.

Wymiary. Szyny walcują się podług zatwierdzonych wzorników profili, a uchybienia w rozmiarach profili nie powinny przekraczać 0,5 mm, jedynie szerokość podstawy może chybiać do 1 mm; względem pionowej osi symetryi uchybienia w każdą stro-

*) Zebranie rozporządzeń Ministeryum Dróg i Komunikacyi, dotyczące służby drogowej dróg żelaznych. Tom III str. 15 i nast. Petersburg 1900, w drukarni A. G. Farbera. Dalsze przepisy rosyjskie, dotyczące żelaza i stali, zaczerpnięto z tego samego źródła.

nę mogą wynosić tylko połowę granic powyższych. Dla profili niesymetrycznych ustanawiają się granice te dla każdego profilu oddzielnie. Końce szyny powinny być obcięte prostopadle do osi, a profil całej szyny ma być równomierny. Dziury na sworznie mają być wiercone z krawędziami bez zader, a uchybienia w średnicach dziur, oraz ich odstępach wzajemnych, jako też od końcy szyny nie powinny przekraczać 1 mm. Długość szyn do 8,54 m (28 st.) może chybiać na 3 mm, a od 8,54 do 10,68 m (28 — 35 st.) na 4 mm. Pochylenie płaszczyzn stykających się z łubkami powinno być zachowane z pełną dokładnością.

Waga normalna oznacza się przez przeważenie 50 sztuk szyn możliwie dokładnie walcowanych, waga każdego tysiąca sztuk przez ważenie przynajmniej 20 sztuk, a uchybienie wag względem normalnej nie ma przekraczać $\pm 2{,}5\%$.

Nazwa walcowni, rok i miesiąc wyrobu mają być wywalcowane na szynie wypukłemi literami 20 mm ($^3/_4$ cala) wysokości, wystającemi na 1 mm ponad powierzchnię.

Wygląd zewnętrzny. Szyna ma być prosta, gładka, bez rysów, zędry, łuszczeń i t. p.; spiłowanie miejscowych wypukłości dozwala się tylko na zimno i za zgodą odbierającego.

Próby. Z każdej partyi 250-ciu sztuk bierze się jedna do próby, rozcina na 5 kawałków: 4 nie krótsze niż 1,53 m (5 st.), z końca zaś bierze się próbka na rozerwanie *).

Wygięcie obciążeniem spokojnem, $A$, zawieszonem w pośrodku rozpiętości 1,07 m ($3^1/_2$ st.) szyny nie krótszej niż 1,53 m (5 st.), a spoczywającej na dwóch podporach. Po 5-ciu minutach odciąża się szynę, która nie powinna zatrzymać dostrzegalnego wygięcia. Powtórnie obciążamy szynę o 75% więcej i przez dalsze, powolne powiększanie obciążenia jeszcze o 25%, doprowadzamy ją do złamania. Przy próbach mierzymy ugięcia (czasowe) i wygięcia (trwałe), które jednak nie stanowią o odrzuceniu szyn. Wielkość obciążenia $A$ podano w tablicy poniższej dla różnych profili szyn:

| Profil: Waga szyny: | | Wysokość | Moment wytrzymałości | Moment bezwładności | Spokojne obciążenie $A$**) | | Uderzenia babą z wysokości $H$**) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| kg/mb | funt/stop. b. | cm | cm³ | cm⁴ | kg | pud. | m | st. |
| 24,2 | 18 | 10,7 | 87,39 | 468,6 | 11466 | 700 | 4,27 | 14 |
| 26,9 | 20 | 10,8 | 95,80 | 528,9 | 12613 | 770 | 4,57 | 15 |
| 29,1 | $21^2/_3$ | 11,4 | 109,25 | 626,0 | 14333 | 875 | 4,88 | 16 |
| 30,2 | $22^1/_2$ | 11,925 | 118,11 | 707,0 | 15479 | 945 | 5,18 | 17 |
| 32,3 | 24 | 11,925 | 119,13 | 736,5 | 15643 | 955 | 5,18 | 17 |
| 32,3 | 24 | 12,4 | 124,80 | 793,5 | 16380 | 1000 | 5,18 | 17 |
| 32,9 | $24^1/_2$ | 12,7 | 137,19 | 884,8 | 18018 | 1100 | 5,49 | 18 |
| 32,9 | $24^1/_2$ | 12,7 | 140,25 | 906,5 | 18428 | 1125 | 5,79 | 19 |

Próby uderzeniowe. Baba ważąca 491,4 kg (30 pudów), spadając na kawałek szyny (ułożonej jak dla próby poprzedniej) może ją wygiąć, lecz uderzenie nie powinno spowodować żadnych znaków nadłamania się szyny. Wysokości spadu baby dla różnych profili szyn zestawiono w tablicy powyższej. Konstrukcya taranu podług rysunków zatwierdzonych przez ministeryum. Lanożelazna podpora szyny ma ważyć przynajmniej 12285 kg (750 pud.) i spoczywać na podmurowaniu zagłębionem na 1,42 m ($^2/_3$ sążenia) w ziemię.

Rozrywanie. Z łebka szyny wycina się próbkę około 20 mm średnicy i obrabia podług normalnego wzoru próbek. Ciągnienie zrywające $K_z$ kg/mm², wraz z podwójnem rozciągnięciem procentowem $2\varphi$, wyraża liczbę jakości $K_z + 2\varphi$, która ma być $\geq 82$, oddzielnie zaś $K_z \geq 65$ kg/mm², $\varphi \geq 6\%$.

Ogólne zasady odbioru. Jeżeli jakiekolwiek dwie próby z pewnej partyi (250 szt.) wypadły niepomyślnie, to partyę tę dzieli się na 2 połowy, (po 125 szt.) a z każdej poddaje próbom jednę szynę. Gdy chociaż jedna z tych prób powtórnych da wyniki niedostateczne, to odnośna połowa partyi (125 szt.) odrzuca się ostatecznie. Jeżeli zaś z całej partyi (250 szt.) tylko jedna próba była niepomyślną, to poddaje się takiejże próbie 5-ty kawałek tejże szyny, jaki pozostał swobodnym po dokonaniu prób;

*) Szyny krótsze niż 4,88 m (16 st.) próbują się podług oddzielnych przepisów.

**) Dla profili nieobjętych tablicą powyższą ministeryum określa za każdym razem wielkości $A$ i $H$.

gdy próba ta okaże się pomyślną, cała partya się przyjmuje, w przeciwnym razie dzieli się partyę na dwie połowy i postępuje jak powyżej wskazano.

Szyny pocięte przy próbach nie zaliczają się do dostawy, a szyny przyjęte stempluje odbiorca; z szyn odrzuconych zaś robotnicy pod dozorem odbiorcy usuwają ze wszystkich stempli oznaczenie miesiąca walcowania.

Chemiczny rozbiór ilościowy (na zawartość węgla, krzemu, manganu, fosforu i siarki) każdej przyjętej partyi z 2000 sztuk (mniejsza liczy się za całą) dostarcza walcownia nie później niż w miesiąc po spisaniu aktu przyjęcia. Wynik tego rozbioru pozostaje bez wpływu na odbiór partyi.

## 2. Normalne warunki techniczne na wyrób i dostawę śrub, naśrubków (muter) i wkrętów (tirefond) szynowych.

Wygląd zewnętrzny i wymiary. Śruby i wkręty mogą chybiać w długości co najwyżej 3 mm, w pozostałych zaś wymiarach 0,5 mm. Łby nie powinny być przyspawane, lecz wykuwane lub wytłaczane z pełnego sworznia. Gwint śrub i naśrubków prawy, Whitworth'a, gwint wkrętów podług rysunku, a krawędzie gwintów czysto obrobione. Gwinty powinny być współosiowe z osią sworznia względnie naśrubka, którego oś ma być prostopadła do spodniej płaszczyzny. Gwinty śruby i naśrubka mają być ze sobą zgodne: naśrubek powinien się lekko, bez zacinania dać wkręcać kluczem na dowolną śrubę do samego końca gwintu śruby, a naśrubek nakręcony na 6 nitek śruby powinien na niej siedzieć już mocno. Gotowe śruby, naśrubki i wkręty mają się niezwłocznie zanurzać w łój roztopiony lub t. p. w celu ochrony od rdzewienia.

Z każdej partyi mierzy się i ogląda przynajmniej 10% sztuka w sztukę, a jeżeli przytem ilość wybrakowanych nie przekroczy 2% ilości sztuk badanych, to partya (po usunięciu owych 2%) podlega dalszym próbom; jeżeli natomiast ilość wybrakowana wyniesie więcej niż 2%, lecz nie więcej niż 10%, to fabryka może przebrać partyę i ponownie przedstawić do przyjęcia: gdy wreszcie braki wynoszą przeszło 10%, cała partya się odrzuca.

Próby. Oddzielne gatunki dzielą się na partye, a mianowicie: pierwsze 10000 na 5, w przybliżeniu równych partyi, następne do 100000 na partye około pięciotysięczne, dalsze zaś na partye około osmiotysięczne. Reszta stanowi partyę oddzielną. Z każdej partyi bierze się po 3 próbki (t. j. po 3 śruby, 3 naśrubki, 3 wkręty). Śruby i wkręty poddają się przed nagwintowaniem wyginaniu na zimno i niepowinny okazać uszkodzeń metalu przy wygięciu na kowadle o krawędzi zaokrągłonej: dla żelaza spawalnego o 90°, zlewnego o 60°, a jeśli próba odbywa się już po nagwintowaniu o 45°. Naśrubki pod młotem powinny rozszerzyć o 20% swe średnice, bez oznak pęknięć w żelazie.

Gdy z danej partyi chociaż jedna próbka nie wytrzyma proby, dzieli się tę partyę na 4 części, które próbujemy jak oddzielne partye, odrzucając każdą z tych części, z której chociażby jedna próbka dała wyniki niezadawalniające.

Wagę normalną oznacza odbiorca na początku wyrobu, wybierając 200 sztuk, możliwie zbliżonych do normy w swych wymiarach, których uchybienia, rozumie się, nie mogą przekraczać granic dozwolonych. Po przyjęciu co najwyżej każdych 10000-cy sztuk jednego gatunku, oznacza się ponownie wagę normalną.

Wagę istotną oznacza się dla każdej partyi do 3000 sztuk jednego gatunku przez wyważenie przynajmniej $^2/_3$% danej partyi. Uchybienie w wadze tej nienia przekraczać $\pm 2$% względnie do wagi normalnej; wagę zaś, mającą stanowić podstawę obrachunku wzajemnego, określa się w umowie.

## 3. Normalne warunki techniczne na dostawę haków (żabek).

Wymiary. Długość może chybiać do $\pm 3$ mm, szerokość i grubość do $\pm 0{,}5$ mm; w górnym końcu, na długości 10 mm, pogrubienie może przekraczać nawet 0,5 mm. Pozostałe wymiary mogą być większe, lecz nie mniejsze od normalnych, a powierzchnia podbródka, dotykająca szyny, ma być zupełnie dokładnie odrobiona i sprawdza się zapomocą wzornika.

Wygląd zewnętrzny. Łby mają być odkuwane z jednej sztuki z pozostałą częścią, cały hak (żabka) ma być czysty, bez zgdy, łuszczeń, przerdzewień lub pęcherzy, lecz ostrość krawędzi nie jest nieodzowna, podobnie też powierzchowne tylko fałdy pode łbem, nie sięgające wgłąb, nie są jeszcze wadliwością. Haki zlewne powinny się ochładzać powoli; po odkuciu należy je zatem składać we większe stosy.

Odbiór. Rozdział na partye, sposób przebierania, procenty wybrakowań przy przebieraniu i wyniki jego zupełnie jak powyżej pod **2.** dla śrub i t. p. Z 3-ch próbek

DYREKCJA OKR. KOLEI PAŃSTW. BIBLIOTEKA OKRĘGOWA

każdej partyi dwie wyginają się na zimno, a mianowicie: z żelaza spawalnego o 45° i z powrotem, z żelaza zlewnego zwija się hak w kabłąk, dopóki bródka nie dotknie trzona. Trzeci hak (żabka) próbny wbija się 6 razy w podkład dębowy. Przy tych próbach nie powinny się pojawić żadne oznaki rysów i t. p. Dalsze postępowanie i skutki prób, a również sposoby oznaczenia wag normalnych i istotnych, oraz podlegających zapłacie dokładnie jak opisano powyżej pod **2.** dla śrub, naśrubków i wkrętów, z tą tylko różnicą, że już dwie próbki niedostateczne od razu powodują odrzucenie całej partyi.

## 4. Normalne warunki techniczne na wyrób i dostawę łubek i podkładek kolejowych.

Wymiary. Uchybienia dozwolone w łubkach: długość $\pm 2$ mm, oddalenia dziur $\pm 1$ mm, średnica dziur i inne wymiary do $\pm 0{,}5$ mm; w podkładkach: długość i szerokość $\pm 2$ mm, grubość podkładki, oraz oddalenia i rozmiary dziur $\pm 0{,}5$ mm.

Wygląd zewnętrzny ma być czysty, bez pęcherzy, rysów, zędry i t. p., a wad takich usuwać przez poprawki nie dozwala się, wolno tylko na zimno ścinać lub spiłowywać nieznaczne wypukłości na powierzchni. Powierzchnie boczne wyskoków, przylegające do boków podstawy szyn, powinny posiadać dokładne pochylenia przepisane. Podkładki powinny być obcięte prostopadle do osi podłużnej, a dziury mają być prostopadłe do krawędzi wyskoków.

Odbiór. Sposób przebierania, procenty wybrakowań przy przebieraniu i wyniki jego zupełnie te same jak powyżej podano pod **2.** dla śrub i t. d. Podobnie też dzielą się łubki na partye do prób, partye podkładek są jednak ilościowo 3 razy większe.

Z każdej takiej partyi wybiera się po 3 łubki z żelaza spawalnego, względnie po 5 z żelaza zlewnego, po 3 też podkładki z każdej partyi podkładek, poczem po 3 łubki z żelaza spawalnego, lub 3 podkładki, wygina się na zimno, tłoczeniem stopniowo wzrastającem, a mianowicie: podkładki tak zlewne, jak i spawalne o 90°, łubki spawalne o 60°. Łubki kątowe rozcina się wzdłuż i próbuje jak płaskie, po opiłowaniu krawędzi: Żelazo spawalne wygina się w kierunku włókien, w którym jest najwytrzymalsze. Zgięcie nie powinno przechodzić przez dziurę.

Rozrywanie. Jedna łubka zlewna przed jej dziurowaniem podlega rozerwaniu, w którym to celu wycina się z niej próbka wzdłuż, szerokości około 30 mm, grubości samej łubki, a wynik powinien być: $K_z \geqq 42$ kg/mm². a $K_z + 2\varphi \geqq 75$.

Z pozostałych dwóch par łubek (4 sztuki i dwóch par odcinków szynowych, długich po 0.91 m (3 st), wytwarzamy dwa normalne złączenia szynowe, mocno skręcone śrubami. Każdą parę tak złączonych odcinków próbujemy osobno, układając ją na podporach w rozpiętości 1,07 m ($3^1/_2$ st.) i uderzając ją dwukrotnie babą ważącą 491,4 kg, (30 pudów) z wysokości $\frac{H}{2}$, t. j. z połowy wysokości określonej dla szyn w tabl. na str. 58, o ile umowa nie określa oddzielnej wysokości uderzenia dla próby łubek. Skutki prób niedostatecznych i dalsze postępowanie dokładnie takie same, jak pod **3.** dla haków (żabek).

Uwaga: Podkładki spawalne wygina się wpoprzek włókien, a jeżeli wyskoki stają temu na przeszkodzie, to można je ściąć. Podkładki wygina się wogóle w stanie wykończonym, a więc z przebitemi już dziurami. U próbek podkładek zlewnych krawędzie powinno się przed próbą starannie opiłować.

Waga normalna wyważa się ze 100 łubek, wzgl. 200-tu podkładek wybranych w sposób podobny, jak opisano dla śrub i t. p. pod **2.** Oznaczanie tej wagi powtarza się przynajmniej po przyjęciu każdych 10000 pudów.

Waga istotna oznacza się przez przeważanie co najmniej $2^0/_0$ każdej partyi niezawierającej ponad 1000 sztuk jednego gatunku. Uchybienie w wadze dozwala się do $\pm 2^0/_0$. Płaci się zaś za wagę określoną warunkami umowy.

## 5. Normalne warunki techniczne na wyrób i dostawę żelaza zlewnego i lanego, oraz stali na mosty.

**Żelazo zlewne.** Wygląd zewnętrzny czysty, bez rysów i skaz, zędry, łuszczeń i miejsc niewypełnionych, mogących szkodzić trwałości lub wytrzymałości: krawędzie powinny być całe. Żelazo po wyjściu z walców ma się ochładzać powoli.

Wymiary: Grubości do 13 mm mogą chybiać na $\pm 0{,}5$ mm, większe do $\pm 1$ mm, szerokości do $\pm 3$ mm, a długości $\pm 10$ mm i więcej, stosownie do umowy tak jednak, aby waga sztuki nie chybiała więcej niż $\pm 5^0/_0$.

Wymiary: Pręty 9 do 20 mm powinny bez rysów i pęknięć dać się zbić młotem na zimno we dwoje, o 180° tak, aby jedna połowa leżała wprost na drugiej; przy grubościach niżej 9 mm i od 20 do 30 mm obie połowy mogą odstawać od siebie o odstęp równy ich grubości — a przy grubościach ponad 30 mm odstęp ten równa się podwójnej grubości. Żelazo nie powinno być hartownem: po zagrzaniu do barwy wiśniowo-czerwonej i ochłodzeniu w zimnej wodzie ma się ono zatem dać wyginać tak samo, jak powyżej opisano.

Rozrywanie: $K_g = 35$ do 45 kg/mm², $\varphi \geq 20\%$, $K_g + 2\varphi \geq 85$ przy grubościach 8 mm i wyżej. Natomiast dla prętów cieńszych, $K_g$ jak wyżej $= 35$ do 45 kg/mm² a $\varphi \geq 18\%$ przy grubości 7 mm; 17% przy 6 mm; 16% przy 5 mm; 15% przy 4 mm grubości — cieńsze pręty nie podlegają próbie rozrywania. Gdy próba wykaże $34 < K_g < 35$, to z tej samej sztuki wykrawa się drugą próbkę i jeżeli $K_g > 35$, to wynik taki uznaje się za dostateczny.

Odbiór: Dostawa dzieli się na partye (blachy, płaskowniki, kątowniki i t. p. w oddzielne partye) sztuk nieróżniących się od siebie w grubości na więcej niż 2,5 mm, w szerokości niż 25 mm (blachy do 75 mm). Do 300 sztuk każda partya po 100 sztuk dalsze ilości w partyach nieprzekraczających 300 sztuk.

Gdy chociaż jedna próba okaże się niezadawalniającą, bierze się z danej partyi jeszcze dwie sztuki, powtarza na nich te rodzaje prób, które poprzednio okazały się nieudatnemi i jeśli chociaż jedna z nich znów zawiedzie, to odrzuca się całą partyę.

Próbki biorą się z odcinków, z obydwu końcy, a o ile szerokość pozwala, i z boków sztuk mających pracować wpoprzek kierunku walcowania. Ilość pozostawionych odcinków przynajmniej 5% ilości sztuk danej partyi, odbiorca ma jednak prawo brać próbki ze sztuk gotowych (patrz powyżej). Próbki wycinają się na zimno wierceniem, nożem heblarki i t. p. bez zginania, uderzeń lub przecinan nożycami.

Rozbiory chemiczne na zawartość węgla, fosforu i siarki, przy stosowaniu tych samych gatunków surowki z każdego 10-go naboju — a przy zmiennej surówce z każdego 5-go — dostarcza kuźnica, chociaż wynik rozbioru na odbiór nie wpływa.

**Żelazo lane** (żeliwo) na poduszki mostowe i t. p. ma być z kopułaka (żeliwiaka) miękkie, o złomie drobnoziarnistym, bez wszelakich pęcherzy i dziurek i t. p., zmniejszających wytrzymałość. Krawędź odlewu pod uderzeniem młotka ma się stępić, lecz nie wykruszyć.

Rozrywanie. $K_g \geq 10$ kg mm². Próbka 20 mm średnicy, 200 mm długa, z łbami normalnymi jak dla żelaznych próbek okrągłych. Próbki odlewają się z tego samego naboju, 1 m długie, 32 mm średnicy, z dwóch lejów rozłożonych w oddaleniach po $^1/_3$ od końców.

**Stal** stosowana w podporach mostów ma być drobnoziarnista, bez pęcherzy i t. p. z powierzchnią zupełnie gładką po otoczeniu. Stal kuta: $K_g = 50$ do 60 kg/mm², $\varphi \geq 12\%$; odlewy stalowe zaś: $K_g \geq 45$ kg/mm², $\varphi \geq 8\%$. Próbki przyspasabiają się jak dla żelaza lanego.

**Ciężkość właściwa:** żelaza zlewnego i stali ma być 7,85, a żelaza lanego 7,2; te też ciężkości są podstawą do obliczeń wagi.

## 6. Normalne warunki techniczne na wyrób i dostawę żelaza spawalnego, lanego i stali na mosty.

**Żelazo spawalne** ma być spoiste i miękkie na zimno i gorąco, w złomie włókniste, a naprężać się powinno możliwie w kierunku włókien (walcowania). Powierzchnie mają być gładkie i czyste, bez niedostatków mogących szkodzić wytrzymałości. Uchybienia wymiarów jak dla żelaza zlewnego, p. pow. pod 5.

Wygięcie. Blachy na zimno mają dać się wygiąć bez rysów (na wałku średnicy 25 mm) przy grubości 20 do 16 mm o kąt 25° wzdłuż, a 10° wpoprzek włókien: przy grubości 15 do 12 mm o 35°, wzgl. 15°; przy grubości 11 do 7 mm o 50°, wzgl. 20°. Dziury 20 do 25 mm średnicy ($^3/_4$ do 1 cala) wybite na zimno w blasze tak, aby oddalenie krawędzi dziury równało się średnicy dziury, nie powinny powodować rysów, a krążki wypadające mają być całe i z boku gładkie, niewłókniste. Kształtowniki próbują się na wygięcie jak blachy w kierunku włókien, przyczem kątowniki i t. p. przecina się wzdłuż. Rozżarzone do barwy ciemno-czerwonej próbki te powinny dać się składać we dwoje, a mianowicie: do 20 mm grube, jedna połówka na drugą, grubsze zaś naokoło wałka tejże samej grubości, co próbka. Żelazo powinno spawać się należycie, a dla próbek wykazujących $K_g > 41$, przy $\varphi \backsim 12\%$, dokonywa się obowiązkowo

próba spawania: w razie jej niedatności cała partya podlega ponownym próbom, które, gdy znów wykażą wyniki niewłaściwe, stanowią o ostatecznem odrzuceniu partyi.

Rozrywanie: $K_z \geqq 34$ kg/mm² wzdłuż. a $\geqq 28$ kg/mm² wpoprzek włókien, $\varphi \geqq 12\%$ względnie $2^1/_2\%$ jednakże części pomostowe, oraz pasów i węzłów, jakoteż przekątni muszą mieć wpoprzek włókien $\varphi \geqq 3\%$. Płyty gwiaździste łączące krzyżujące się przekątnie powinny w obydwu kierunkach posiadać. $K_z \geqq 34$ kg/mm² i $\varphi \geqq 12\%$.

Odbiór: Jak dla żelaza zlewnego (p. pod 5) dozwala się jednak partye do 500 sztuk, a różnica w szerokościach blach jednej partyi może dochodzić do 150 mm.

**Żelazo lane i stal** dokładnie jak pod 5 (p. powyżej).

**Ciężkość właściwa:** żelaza spawalnego 7,7, lanego 7,2, stali 7,85.

## 7. Normalne warunki techniczne na wyrób i dostawę kształtowników.

Uchybienia wymiarów dozwalają się dla płaskowników grubości do 18 mm: 15 mm na długości i 10 mm na szerokości, dla grubszych zaś 25 wzgl. 20 mm. Grubości mogą chybiać na 0,25 mm, 0,5 mm i 1 mm przy grubościach płaskowników: do 7 mm. względnie od 7 do 13 mm, wzgl. 13 mm i więcej. Grubość mierzy się w oddaleniu 40 mm od brzegu i nie bliżej niż 100 mm od narożnika, a płaskowniki niżej 7 mm grubości uważa się za prawidłowe, jeżeli jeden brzeg posiada grubość niechybiającą na więcej niż na $\mp$ 0,25 mm. Krągowniki i kratowniki grubości do 18 mm mogą chybiać w długości do $\mp$ 10 mm, w rozmiarach przekroju do $\mp$ 0,5 mm, grubsze zaś $\mp$ 25 mm w długości, a $\mp$ 1 mm w rozmiarach poprzecznych. Pozostałe kształtowniki przy szerokości pasów do 70 mm wyłącznie: $\mp$ 10 mm na długości, $\mp$ 0,5 mm na szerokości i $\mp$ 0,25 na grubości. Przy większej grubości pasów dozwolone uchybienia są: na długości $\mp$ 50 mm, szerokość $\mp$ 3 mm, a na grubości $\mp$ 1,5 mm. Sztuki, które na wygląd okazały się odpowiedniemi, dzielą się na partye po 100 sztuk. Przy dostawach większych, wyżej 300, odbiorca może dzielić dostawę naprzód na 3 partye po 100 sztuk, resztę zaś na partye po 300 do 500 sztuk. Dla każdego rodzaju kształtowników wytwarzają się oddzielne partye ze sztuk rożniących się między sobą w szerokości nie ponad 25 mm, w grubości zaś nie ponad 5 mm. Wszystko powyższe stosuje się tak do żelaza zlewnego, jak i do spawalnego.

Z każdej partyi żelaza zlewnego odbiorca bierze 4 próbki, które powinny dać przynajmniej wyniki poniższe:

Kształtowniki 4 do 20 mm grube: $K_z \geqq 33$ kg/mm², $\varphi \geqq 20\%$, $K_z + 2\varphi \geqq 76$; na zimno próbki powinny dać się owinąć o 180° na wałku średnicy równej grubości próbki, na gorąco zaś dać się złożyć wpół i zbić zupełnie na siebie. Kształtowniki od 20 do 35 mm grube (krągowniki i kratowniki nawet do 100 mm grubości) mają mieć: $K_z \geqq 31$ kg/mm², $\varphi \geqq 16\%$, $K_z + 2\varphi \geqq 66$, na zimno mają dać się wygiąć o 120°, na gorąco zaś owinąć o 180° około wałka średnicy równej grubości próbki. Wszystkie próbki zaś, zagrzane do wiśniowego żaru i ochłodzone w wodzie, powinny bez zarysowania wytrzymać te same wygięcia, jak powyżej na zimno.

Dla żelaza spawalnego: do 30 mm gr. włącznie: I gatunek $K_z \geqq 36$ kg/mm², $\varphi \geqq 18\%$; II gatunek: $K_z \geqq 34$ kg/mm², $\varphi \geqq 12\%$. Grubsze niż 30 mm: I gatunek: $K_z \geqq 34$ kg/mm², $\varphi \geqq 14\%$; II gatunek: $K_z \geqq 32$ kg/mm², $\varphi \geqq 10\%$. Wygięcie na zimno: I gatunek do 18 mm grub. ma się dać złożyć wpół i zbić na siebie, od 18 do 43 mm grub. obwinąć o 180° około wałka równej grubości; przy grubościach wyżej 43 mm, oraz II i III gatunek wszelkiej grubości, około wałka podwójnej grubości. Na gorąco: I gatunek do 13 i wyżej 38 mm grubości składa się we dwoje i zbija połówki na siebie, II i III gatunek dowolnej grubości owija się o 180° około wałka równej grubości. W próbkach I gatunku, od 13 do 38 mm grubych, rozżarzonych do jasno-czerwonej barwy, roztłacza się na osi paska stożkowatym przebijakiem dwie dziury o średnicy równej połowie szerokości paska. Krawędź pierwszej dziury 25 mm od końca paska, a 13 mm od krawędzi drugiej dziury. Przeciąwszy po osi koniec paska aż do pierwszej dziury, odwijamy (w płaszczyźnie paska) obydwie połówki, zaginając każdą z nich 2 razy po 90°, t. j. tak daleko, aby każda z dwóch bocznych ścianek paska złożyła się we dwoje prawie na siebie, t. j. w kształt litery T (z drugą dziurą w pośrodku). Żelazo spawalne wszystkich trzech gatunków powinno spawać się należycie. Jeżeli $K_z$ okaże się mniejszem niż powyżej oznaczone, lecz nie mniejszem niż 33 kg/mm² przy grubości do 30 mm, lub niż 32 kg/mm² przy większej grubości żelaza I gatunku, a dla

II gatunku nie mniejsze niż 31, względnie 30 kg/mm², a równocześnie $\varphi$ okaże się większem niż norma najmniejsza, to można każdą nadmierną jednostkę ilości $\varphi$ uważać za równowartą 0,5 kg/mm² dla powiększenia ilości $K_z$.

Dla obydwóch rodzajów żelaza (z l e w n e g o i s p a w a l n e g o) zrywanie wykonywa się podług wydanej instrukcyi ogólnej. Profile zbyt grube można rozkuć lub rozwalcować do grubości nie mniejszej niż 30 mm, albo rozdzielić na zimno i wyginać zgodnie z normami dla grubych profili. Kątowniki i t. p. przecinamy wzdłuż na paski płaskie i te poddajemy próbom.

Jeżeli chociaż jedna próba z danej partyi da wynik nienależyty, to powtarzamy wszystkie próby z podwójną ilością próbek, przyczem partye ponad 300 rozdzielają się na części, próbowane jak oddzielne partye. Gdy i próba powtórna nie da wyników bez zarzutu, partya odrzuca się ostatecznie. Kształtowniki płaci się podług wagi rzeczywistej.

## 8. Warunki techniczne dla krągowników na nity mostowe.

Żelazo zlewne, czy spawalne powinno być miękkie, wyborowe, a średnica może być do 5% mniejszą, co najwyżej jednak o 1 mm, od zamówionej, nie powinna jednak być większą. Krągowniki dzielą się na partye po 100 sztuk (prętów), a różnice średnic w jednej partyi nie mają przekraczać 3 mm. Z każdej partyi wybiera się pręt i odcina z niego 4 próbki, lecz niezależnie od ilości partyi, liczba prętów, z których odcina się próbki, nie ma być mniejsza niż 3. W y g i ę c i e na zimno o 180° tak, aby połówki próbki były do siebie równoległe, a odstęp między niemi równał się grubości próbki; na gorąco zaś obydwie połówki powinny dać się zupełnie złożyć na siebie. Łeb nita wyrobiony powinien być czysty i gładki, a wszystkie te próby nie powinny spowodować najmniejszych rysów.

Rozerwanie żelaza spawalnego powinno wykazać: $K_z \geq 36$ kg/mm² i $\varphi \geq 18\%$, zlewnego natomiast: $K_z = 34$ do 40 kg/mm² i $\varphi \geq 25\%$, a $K_z + 2\varphi \geq 90$. Jeżeli walcownia dostarcza tylko krągowniki, a inna fabryka wyrabia z nich nity, to w walcowni robią się próby materyału, w fabryce zaś próby nitów wykończonych.

Gdy chociaż jedna próba zawiedzie, to z danej partyi wybiera się 2 pręty i powtarza próby w ilości zdwojonej, a cała partya odrzuca się, jeżeli chociażby jedna z tych prób powtórnych miała wypaść nienależycie.

## d. Zasady prób materyałów na kotły.

**(Zmienione normy wyrcburg'skie,** przyjęte przez Międzynarodowy Związek Towarzystw Kotłowych 25 czerwca 1881, a zmienione 27 czerwca 1895 w Kilonii.)

[Skrócenie.]

### 1. Zasady ogólne.

Sposób p r z y r z ą d z a n i a p r ó b e k i d o k o n y w a n i a p r ó b zgodny z podanym na str. 53, a próby rur kotłowych opisano pod 6. str. 66.

Ustroju m a s z y n d o p r ó b nie określono, ustanowiono jednak poniższe warunki:

Obciążenie próbki przy zrywaniu, rozciąganiu i wyginaniu powinno bez uderzeń wzrastać powoli i ciągle, a tem wolniej, im bliżej końca próby.

Sprawdzenie prawidłowego działania maszyn ma być łatwe. Jeżeli zaś odbiorca nie miałby możności prędkiego, a łatwego jej sprawdzenia, to maszynę taką powinien sprawdzać szczegółowo specyalista, przynajmniej co 3 miesiące: świadectwa przez niego wystawiane powinny przedstawiać się na żądanie odbierającemu.

Jakość materyału oznacza się l i c z b ą j a k o ś c i, która jest sumą dwóch wartości, t. j. wytrzymałości na zerwanie $K_z$ w kg/mm² i rozciągnięcia $\varphi$ w %. Każda z tych dwóch wartości, oddzielnie wzięta, może być mniejsza, od swej normy (lecz co najwyżej o 1), jeżeli równocześnie druga zwiększy się przynajmniej o tę samą ilość ponad swą normę tak, aby suma ich zawsze była przynajmniej równa ustanowionej liczbie jakości.

### 2. Blachy kotłowe z żelaza spawalnego.

Rozróżniamy 3 gatunki: 1. Blachy ogniowe, 2. blachy wywijalne, 3. blachy płaszczowe, jak opisano na str. 54 i 55. Walcownia oprócz swej firmy powinna blachy stemplować znakami: SI (ogniowe), SII (wywijalne) i SIII (płaszczowe). Kształt i wielkość

stempla jakościowego są przepisane. (Litery 7 mm wysokie w obwódce eliptycznej, 15 mm szerokiej, 12,5 mm wysokiej).

Odbiór: Zasady zgodne z podanemi na str. 54, nadto postanowiono:

Każdy arkusz przy odbiorze ma się stemplować w dwóch miejscach, w oddaleniu około 200 mm od brzegu, stemplem odbiorcy z numerem bieżącym.

Z blach zamówionych biorą się próbki: 1. z wszystkich blach ogniowych, 2. z 50% blach wywijalnych, 3. z 25% blach płaszczowych, nie mniej jednak, jak z trzech blach, przyczem dla blach z pod 1. i 2. z każdego wybranego arkusza robią się próby na rozrywanie i wygięcie tak wzdłuż, jak i wpoprzek włókna, a dla blach z pod 3. z połowy arkuszy wybranych próby na rozrywanie, z drugiej połowy na wygięcie, lecz z każdego arkusza próby wzdłuż i wpoprzek włókna.

Próby na zrywanie i rozciągnięcie. Dla wszystkich trzech gatunków $K_z$ nie ma przekraczać 46 kg/mm². Wyniki prób powinny wykazać przynajmniej wartości poniższe (dla blach do 25 mm grubości, do grubszych zaś stosują się zasady podane na str. 54).

| Gatunek blach: | Ogniowe | | Wywijalne | | Płaszczowe | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Kierunek włókna: | wzdłuż | wpoprzek | wzdłuż | wpoprzek | wzdłuż | wpoprzek |
| Wytrzymałość na rozerwanie $K_z$ w kg/mm² . . . . | 36 | 34 | 35 | 33 | 33 | 30 |
| Rozciągnięcie $\varphi$ . . w % | 20 | 15 | 15 | 12 | 10 | 8 |
| Liczba jakości: $(K_z + \varphi)$ . | 56 | 49 | 50 | 45 | 43 | 38 |

Próby na wygięcie. Paski blach powinny się zgiąć na zimno, względnie na gorąco do kątów zestawionych w tablicy poniższej:

| Rodzaj próby | Grubość blachy: mm | Blachy: ogniowe wzdłuż | ogniowe wpoprzek | wywijalne wzdłuż | wywijalne wpoprzek | płaszczowe wzdłuż | płaszczowe wpoprzek |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| na zimno | 6 do 8 | 160° | 140° | 135° | 120° | 90° | 66° |
| „ | 8 „ 10 | 160 | 140 | 135 | 120 | 85 | 62 |
| „ | 10 „ 12 | 160 | 140 | 135 | 120 | 80 | 58 |
| „ | 12 „ 14 | 155 | 135 | 135 | 120 | 75 | 54 |
| „ | 14 „ 16 | 150 | 130 | 130 | 110 | 70 | 50 |
| „ | 16 „ 18 | 145 | 125 | 125 | 100 | 65 | 46 |
| „ | 18 „ 20 | 140 | 120 | 120 | 95 | 60 | 42 |
| „ | 20 „ 22 | 135 | 115 | 115 | 85 | 55 | 38 |
| „ | 22 „ 24 | 130 | 110 | 110 | 75 | 50 | 34 |
| „ | 24 „ 26 | 125 | 105 | 105 | 65 | 45 | 30 |

| Rodzaj próby | Grubość blachy: mm | Blachy: ogniowe wzdłuż | ogniowe wpoprzek | wywijalne wzdłuż | wywijalne wpoprzek | płaszczowe wzdłuż | płaszczowe wpoprzek |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| na zimno | 26 do 28 | 120° | 100° | 100° | 60° | 40° | 26 |
| „ | 28 „ 30 | 115 | 95 | 90 | 55 | 35 | 22 |
| „ | 30 „ 32 | 110 | 85 | 80 | 50 | 30 | 18 |
| „ | 32 „ 34 | 100 | 75 | 70 | 45 | 25 | 14 |
| „ | 34 „ 36 | 90 | 65 | 60 | 40 | 20 | 10 |
| „ | 36 „ 38 | 80 | 55 | 50 | 30 | 15 | 7 |
| „ | 38 „ 40 | 70 | 45 | 40 | 20 | 10 | 5 |
| na gorąco | dowolna | 180 | 180 | 180 | 180 | 160 | 140 |

Próby rozkuwania i przebijania. Dla blach kotłowych, z żelaza spawalnego, jak podano na str. 55.

## 3. Blachy kotłowe z żelaza zlewnego.

Żelazo zlewne na kotły (do czasu zmiany przepisów) musi być wyrabiane w płomieniakach *) por. Dział **XIII**, rozdz. **III. c.** a dla kotłów parowozowych: Dział **XI**, rozdz. **II. B. b. 3.**

Rozróżniamy 3 gatunki: ogniowe, płaszczowe I, płaszczowe II. Podobnie jak zaznaczono na 55 pod **2.**, znaki stemplowe dla blach zlewnych są: F I (ogniowa), F II (płaszczowa I), F III (płaszczowa II); kształt stempla i wielkość jak dla żelaza spawalnego.

*) Orzeczenie Związku pruskich Tow. Kotłowych (p. Zeitschr. d. V. d. Ing. 1897, str. 607) brzmi: Miękkie, wisne, niehartowne żelazo zlewne, zasadowe, wyrobione w płomieniaku martynowskim, okazało się dobrym materyałem na kotły, natomiast wytrzymałe, twarde żelazo zlewne, besemerowskie niedobrym.

Z blachy płaszczowej II można wyrabiać tylko te części kotła, które z gazami spalenia wcale się nie stykają, np płaszcze kotłów okrętowych. Blachy płaszczowej I nie można stosować w pierwszym kanale ogniowym. Wszystkie inne części, oraz części z brzegami wywijanemi, wytłaczane i t. p. jak dna, odnogi, zbiorniki parowe i t. d. powinny być z blachy ogniowej.

Odbiór: Zasady jak pod **2.** z tą jednakże różnicą, że próbowane być mają: 1. wszystkie blachy ogniowe na rozrywanie i wygięcie wzdłuż i wpoprzek włókien, 2. 50% wszystkich blach płaszczowych, połowa tej ilości na rozrywanie, druga połowa na wygięcie, a każda próba wzdłuż i wpoprzek włókien. Nadto wszystkie blachy powinny podledz próbom wzdłuż i wpoprzek włókien na wygięcie z uprzedniem stwardzeniem, podług str. 54.

| Przy rozerwaniu ma być: | Dla blach ogniowych wzdłuż i wpoprzek | Dla blach płaszczowych I wzdłuż i wpoprzek | Dla blach płaszczowych II wzdłuż i wpoprzek, przy | |
|---|---|---|---|---|
| | | | grubości $< 24$ mm | grubości $> 24$ mm |
| $K_g$ w kg/mm² . . | 34—40 | 36—42 | 39—45 | 38—44 |
| $\varphi$ w % $\geq$ . . . | 25% | 22% | 20% | 20% |
| Liczba jakości . . | 62 | 61 | 60 | 60 |

Wyniki prób, dla każdej blachy oddzielnie brane, powinny dosięgać liczby jakości (p. str. 64) i nie przekroczyć podanej wytrzymałości największej. Jeżeli, np. dla blachy ogniowej, będzie $K_g = 34$ kg/mm², to równocześnie powinno być: $\varphi \geq 28\%$.

Wygięcie na gorąco: dla każdej grubości, wzdłuż i wpoprzek włókien, kąt $\alpha = 180°$.

Wygięcie próbek twardzonych Wygięcie około sworznia o 180°, średnica sworznia dla blach ogniowych: płaszczowych I równa podwójnej, dla blach płaszczowych II potrójnej grubości blachy.

Próba przekuwania i przebijania jak dla blach kotłowych z żelaza spawalnego (str. 55).

## 4. Kątowniki.

**Uwaga.** W odstępie **4, 5** i **6** tekst właściwy odnosi się do żelaza spawalnego; te same przepisy stosują się i do żelaza zlewnego, jednakże ze zmianami ujętemi w nawiasy proste [ ].

Dla kątowników ustanowiono tylko jedną jakość. Zazwyczaj bierze się próbki z 25% ilości sztuk dostarczonych. Zasady odbioru te same, jak na str. 53. Wzdłuż włókna ma być: $K_g \geq 36$ [$= 37$ do 44] kg/mm², $\varphi \geq 16$ [20]%; liczba jakości (p. str. 63) przynajmniej $= 52$ [60].

Wygięcie na gorąco: Ramiona kątownika powinny dać się zupełnie zgiąć na siebie, a również i rozgiąć zupełnie do jednej płaszczyzny; [zlewne tak samo].

Wygięcie na zimno: Ramiona kątownika powinny pod prasą dać się odgiąć od siebie o 18° [40°]. Paski wycięte wzdłuż mają dać się wygiąć o kąt: $\alpha = 50°$ przy grubości 8 do 12 mm, $\alpha = 35°$ przy grubości 12 do 16 mm, $\alpha = 25°$ przy grubości 16 do 21 mm, wreszcie $\alpha = 15°$ przy grubości 21 do 25 mm; [dla zlewnych $\alpha = 180°$ bez względu na grubość paska].

Przy wszelkich tych próbach na wygięcie [a więc i próbek twardzonych] w krawędzi wklęsłej i na ramionach kątowników mogą się pojawić zaledwie początki rysów.

Przekuwanie i przebijanie pasków z ramion kątowników, jak dla pasków blach, p. str. 55: [to samo dotyczy i żelaza zlewnego].

## 5. Nity i żelazo na nie; (p. uwagę pod 4).

Z żelaza spawalnego [i zlewnego]; ustanowiono na nie tylko jedną jakość. Zazwyczaj bierze się próbki z 4% żelaza dostawianego. Zasady odbioru, jak na str. 53. Wymaga się: $K_g \geq 38$ [$= 30$ do 40] kg/mm², $\varphi \geq 20$ [25%], liczbę jakości przynajmniej (p. str. 63) $= 58$ [62].

Próby wygięcia i pęczenia [i dla żelaza zlewnego]: Na zimno żelazo na nity ma się dać zgiąć we dwoje i tak zbić, aby obie połowy leżały na sobie. a kawałek o wysokości dwóch średnic powinien dać się spęczyć do połowy wysokości.

bez rysów na powierzchni. Na gorąco kawałek tej samej wysokości nietylko ma się dać spęczyć do $^1/_3$, a nawet $^1/_4$ wysokości, lecz następnie jeszcze przebicie w nim dziury nie powinno spowodować rysów (por. str. 54).

[Wygięcie próbki twardzonej o 180°, naokoło sworznia o średnicy, równającej się podwójnej grubości żelaza nitowego].

## 6. Rury. (p. uwagę pod 4).

Z żelaza spawalnego [i zlewnego]; ustanowiono tylko jedną jakość.

Odbiór: Zazwyczaj bierze się próbki z 2% zamówionych sztuk, nie mniej wszakże niż z dwóch rur. Przy odbiorze w walcowni każda rura znaczy się dwa razy, w oddaleniu około 200 mm od końcy, stemplem odbiorcy, z dodaniem numeru bieżącego. Próbki wybiera odbiorca z końcy rur. Nie uwzględnia się wyników prób z takiemi próbkami, w których miejsca wadliwe dostrzeżono dopiero po lub w czasie próby.

Rury mają być proste, dokładnej miary zewnętrznej i wewnętrznej, bez zędry, blizn, rysów i innych, w użyciu szkodliwych wad, przycięte mają one być prostopadle do osi i gładko. Zakładka w szwie spawanym ma być przynajmniej 10 mm.

Próba rozszerzenia. Końce rur, na długości 30 mm, powinny się dać rozszerzyć na zimno, a mianowicie:

przy grubości ścianek do 4 mm o 3 [5]% średnicy,
„ „ „ „ 6 „ „ 2 [3]% „
„ „ „ ponad 6 „ „ 1 [2]% „

Rozszerzenie końcy uskutecznia się rozklepywaniem ich na rogu stalowym.

Próba wywinięcia. Koniec rury ma się na zimno dać wywinąć na zewnątrz, a mianowicie: rury do 76 mm średnicy, przy 3 mm grubości, o 60°, na szerokość równającą się 12% średnicy, a rury ponad 76 mm średnicy i do 4 mm grube o 30° na szerokość równającą się 8% średnicy; [rury z żelaza zlewnego, wszelkich średnic i grubości, o 90°, z szerokością wywinięcia równą 12% średnicy].

Próba wygięcia. Odcinki rur, 100 mm długie, mają na zimno dać się zdusić do połowy średnicy [z żelaza zlewnego zupełnie spłaszczyć], przyczem jednakże szew rury nie powinien być na zgięciu.

Próba na ciśnienie wodne. Rury powinny wytrzymać ciśnienie próbne, 3 razy większe od tego, pod jakiem mają pracować, co najmniej jednakże 30 atm. nadciśnienia, bez wszelkiej zmiany kształtu i bez okazania jakiejbądź nieszczelności. Gdy rury pozostają pod ciśnieniem, poklepuje się je młotkiem. [Tak samo i dla żelaza zlewnego].

## e. Ochrona żelaza od rdzewienia. *)

**1. Rdzewienie,** czyli utlenianie się żelaza, jest to przemienianie się żelaza w wodorotlenek żelazowy, przez łączne oddziaływanie powietrza (czynnymi są tu tlen i bezwodnik węglowy) i wody, a szybciej następuje ono pod działaniem kwasów lub rozczynów solnych; w wodzie morskiej chlorek magnezowy przyspiesza najbardziej rdzewienie. W suchem powietrzu, nie zawierającem w sobie wody, a również i w wodzie, nie zawierającej w sobie tlenu, żelazo nie rdzewieje. Żelazo kute rdzewieje mniej, niż walcowane; zasobne w węgiel (surówka i lane żelazo) mniej, niż posiadające mały % węgla; stal twardzona mniej, niż nietwardzona; żelazo spawalne mniej, niż zlewne, zwłaszcza tomasowskie. Rdza zajmuje więcej przestrzeni, niż żelazo, z którego powstała, a ciężkość jej właściwa jest około 4. Na szynach kolejowych zauważono, że w przeciągu 7 lat warstwa metalu, 1,6 mm gruba, przemieniła się na 3 mm grubą warstwę rdzy.

*) G. Mehrtens, Eisen u. Eisenkonstruktionen, str. 345, Berlin 1887. E. Glinzer Baustoffkunde, 2 wydanie, str. 163, Drezno 1899, u Gerh. Kuhlmann'a. Treumann, Zeitschr. d. hannovr. Arch.-u. Ing, V. 1879, str. 379. J. Spennrath, Untersuchung der gebräuchlichen Eisenanstriche, Verhandl. d. V. z. Beförd. d. Gewerbfl. 1895, oraz Zeitschr. d. V. d. Ing. 1895, str. 1334.

2. **Środki chroniące od rdzy.** Stosownie do okoliczności wypada z pomiędzy nich wybierać troskliwie najwłaściwszy. Wypróbowane środki są:

1. Osłonięcie żelaza ciałami wchłaniającemi w siebie lub wiążącemi wodę i kwasy. W marynarce niemieckiej dodają w tym celu do wody zasilającej kotły parowe cynkary (rozczynu tlenku cynku z tlenkiem sodu) albo stałego węglanu cynku, a kotły nie pracujące napełniają mlekiem wapiennem, albo rozczynem sody; lepiej jeszcze skutkuje chlorek wapnia, wrzucony w kawałkach wielkości orzecha do kotła, uprzednio ogniem starannie wysuszonego, a potem szczelnie zamkniętego. W tunelach stosują balast z wapieni, albo smarowanie części żelaznych (szyn i t. p.) mlekiem wapiennem, które wiąże chemicznie najniebezpieczniejszy czynnik rdzy, t. j. kwas siarczany dymu parowozowego. Naśrubki zaś, by umożliwić ich dokręcanie, zamiast wapnem, smarują smołą.

2. Brunirowanie (nadtlenianie), t. j. wytworzenie cienkiej, czarnej, ściśle do żelaza przylegającej powłoki tlenku żelazawo-żelazowego, dokonywa się przez wystawienie żelaza, w przestrzeni zapełnionej parą wodną, przez kilka godzin, na zwolna się wzmagający żar, który w końcu zagrzewa do czerwoności żelazo, otoczone natenczas parą, silnie się przegrzewającą. Powstała przytem warstewka tlenku żelazawo-żelazowego nie przedstawia ochrony trwałej, a służy raczej do zdobienia przedmiotów.

3. **Powłoki metalowe** nakładają się najczęściej w ten sposób, że oczyszczone jak najdokładniej (z pomocą kwasów i t. p.) żelazo zanurza się (po szybkiem wysuszeniu i jeszcze gorące) w metal roztopiony. Cynk jest wyśmienitą ochroną nawet przeciw wodzie słonej, ponieważ w kąpieli cynkowej wytwarza się na powierzchni żelaza stop żelazno-cynkowy; (p. str. 43. Żelazo w ten sposób cynkowane nazywają w handlu często, aczkolwiek niewłaściwie, „galwanizowanem“). Cyna ochrania słabo i tylko dopóki się powłoka nigdzie nie uszkodzi; p. blacha biała str. 43. Ołów tworzy powłokę oporną nawet na kwasy (siarczany, solny). Poołowione, żelazne blachy cynkowane używają do krycia dachów fabryk chemicznych, zakładów gazowych i t. p. Miedź (galwanicznie) i nikiel chronią tylko należycie, gdy się je nałoży w warstwie grubszej; p. str. 43.

Niemiecki Zarząd poczt i telegrafów wymaga od powłoki cynkowej, żelaznych drutów telegraficznych, aby posiadała zwięzłą i gładką powierzchnię i aby się nie odłuszała, ani rysowała, gdy z drutu nawija się zwój na walec o średnicy 10 razy większej od średnicy drutu. Próba dostatecznej grubości powłoki polega na zanurzaniu drutu w rozczyn 1 części na wagę witryolu niebieskiego (siarczanu miedziowego pięciowodnego) w 5-ciu częściach wody, przyczem niema się wytwarzać spójny naskórek miedziany, jeżeli zanurzać będziemy, za każdym razem po minucie: 8 razy drut 6 i 5 mm gruby, 7 razy drut 4 i 3 mm gruby, a 6 razy drut 2 i 1,7 mm gruby.

4. **Emaliowanie.** Dokładnie oczyszczoną (wytrawioną i wysuszoną) powierzchnię odlewu żelaznego powlekamy sproszkowaną podlewą (ze spatu polnego, kwarcu, boraksu i czystej gliny), którą przez wypalenie doprowadzamy do zeskwarzenia się, poczem dopiero nakładamy właściwą polewę (krzemiany z tlenkiem cynowym) i zagrzewamy do zupełnego zlania się.

5. **Tłuszcze** stałe i płynne używają się jako powłoki na świecące się części metalowe przed ich zestawianiem (montażem) i t. p., pod otwartem niebem jednakże żar słoneczny stapia, a deszcze spłukują je. Łój (nawet z domieszką 50 do 100% bieli ołowiowej) jełczeje, a powstające przytem kwasy tłuszczowe nagryzają żelazo. W ostatnich latach zaczęto stosować z powodzeniem tłuszcze mineralne, rozpuszczone w olejku terpentynowym lub w rzadkopłynnych destylatach naftowych.

6. **Cement portlandzki** (zaprawa i beton) nietylko że chroni żelazo od rdzewienia, lecz wchłania nawet w siebie rdzę na żelazie już wytworzoną (porówn. zestroje żelazno-betonowe, np. monierowskie). Wyborny to środek ochronny dla odlewów, a nawet dla całych konstrukcyi żelaznych: rzadkim rozczynem czystego cementu w wodzie powlekamy pędzlem metalicznie czyste powierzchnie, powtarzając to 4 do 5-ciu razy, zawsze, gdy poprzednio nałożona warstewka już zupełnie stężała. Powierzchnie żelazne mające się stale stykać z wodą (np. w jazach, przepustach, dnach okrętów i t. p.) ochraniają powłoką z bardzo miałko mielonego cementu, zaczynianego mlekiem zbieranem.

7. **Smoła płynna** (właściwie: **maź**), **asfalt** (smoła ziemna) i **smoła twarda**, czyli właściwa smoła, o ile czyste i bez wody, w stanie gorącym na żelazo gorące nasmarowane, dają wyborną powłokę ochronną, zwłaszcza dla rur lanożelaznych (p. Dział **V**, rozdz. **VII, B. b.**). Zaleca się też trzykrotne pomalowanie mieszaniną: 8 części na wagę mazi (smoły płynnej), 2 części mielonego wapna palonego i 1 część olejku terpentynowego; albo też: 1 część na wagę siarki, na 2 części ciężkiego oleju smolanego, w tem rozpuścić: 5 części smoły zwykłej, twardej, albo ziemnej (asfaltu), i nieco wosku.

8. **Powłoki z olejków żywicznych.** Niemiecka marynarka używa: olej kauczukowy, t. j. kauczuk rozpuszczony w terpentynie, i „Antioxyd," t. j. gutaperkę rozpuszczoną w benzynie.

9. **Farby olejne** są najbardziej używane na powłokę chroniącą od rdzewienia. Sam pokost lniany odtłuszcza się łatwo, lepiej zatem używać na podmalowanie rzadkopłynnego pokostu lnianego, zmieszanego (startego) z dobrze kryjącemi barwnikami, jako to grafitem, okrą, minią żelazową (co najwyżej z 20% gliny czystej), najlepiej zaś z minią ołowiową ($Pb_3 O_4$). Na podmalowaniu maluje się na kolor właściwy, do czego (ze względów ochrony od rdzy) najpodatniejszemi okazały się farby poniższe, starte z czystym pokostem lnianym, a mianowicie: biel ołowiowa:—lecz nie cynkowa, — grafit, proszek cynkowy, niekiedy i z dodatkiem kredy.

Aby zapobiedz tworzeniu się pęcherzy, trzeba baczyć pilnie na to, iżby warstwa farby nałożona dobrze wyschła i stwardniała, zanim się nałoży następną. — J. Spennrath twierdzi na zasadzie doświadczenia, co następuje:

Rozrzedzone kwasy: solny (chlorowodorowy) i azotowy, oraz ich pary, bezwodnik siarkawy i kwas octowy niszczą malowanie olejne, przyczem działanie tych kwasów w postaci gazów lub par jest silniejsze, niż w słabych rozczynach wodnych.

Rozrzedzony kwas siarczany natomiast szkody nie przyczynia. Zasady (alkalia) żrące, ciecze i gazy zasadowe, amoniak, siarczek amonowy, i roztwór sody niszczą szybko

wszelkie malowanie olejne; zasady żrące wytrawiają szybko stare nawet malowanie olejne i stosują się do ich usuwania.

Woda czysta oddziaływa silniej od morskiej i silniej nawet niż roztwory soli kuchennej, salamoniaku i chlorku magnezowego, które tak silnie rdzewią żelazo nieosłonięte; dodając soli zmniejszamy szkodliwy wpływ wody na farbę olejną. Niszczący wpływ wody morskiej na malowania olejne wypadałoby zatem przypisać raczej oddziaływaniu mechanicznemu fali (i poruszanych przez nią części stałych, np. piasku).

Woda gorąca niszczy w krótkim czasie malowanie olejne, działa bowiem znacznie silniej niż woda chłodna.

Części zasadowe, jakie woda wyługować może z popiołu, niszczą malowania olejne; a zatem miałki popiół, porywany ciągiem kominów i osadzający się na zewnątrz, na powierzchniach olejno malowanych, oddziaływa na nie szkodliwie.

Wszelkie powłoki farb, schnąc przy zagrzaniu, tracą na ciężkości właściwej, kurczą się, a stając się jednocześnie kruchemi, pękają. Woda deszczowa, wsiąkając w te szczeliuki, szerzy dalsze zniszczenie. Im ciężar barwnika jest mniejszy, tem trwalszą na działanie ciepła będzie powłoka z tego barwnika.

Z powyższego wynika, że nie znamy jeszcze środków zaradczych przeciw szkodliwym czynnikom, które niszczą spoiwo farby, t. j. olej lniany.

### Czyszczenie malowania na konstrukcyach żelaznych.

(Streszczenie § 7 warunków normalnych na dostawy konstrukcyi żelaznych *).

Przed złożeniem trzeba oczyścić wszelkie części składowe z nieczystości, rdzy i zędły. Przedsiębiorca powinien w ofercie swej podać zamierzony sposób czyszczenia, jeżeli już w samych warunkach nie określono pewnego sposobu, a również i wtenczas, gdyby zamierzał stosować sposób odmienny od przepisanego. Jeżeli czyszczenie odbywa się z pomocą kwasów lub t. p., to przedsiębiorca odpowiada za niedostateczne ich usunięcie i za rdzewienie, jakie skutkiem tego mogłoby się okazać w przyszłości.

Chemicznie czyszczone sztuki (pręty, płyty i t. p.) trzeba bezpośrednio po oczyszczeniu i w stanie gorącym powlec pokostem lnianym, rzadkopłynnym, a szybkoschnącym. Do czasu dostatecznego wyschnięcia pokostu, powleczone nim części żelazne trzeba chronić należycie. Przed pomalowaniem farbą kryjącą trzeba zawiadomić zamawiającego, aby mógł zbadać części jeszcze niepodmalowane. Dopiero po dokonaniu poprawek przy tej sposobności zażądanych i po ponowieniu uszkodzonej powłoki pokostowej, można rozpocząć podmalowanie. Przed złożeniem wypada pomalować te części, które potem będą albo zasłonięte przez inne, albo dla pendzla niedostępne. Gdzie tylko woda mogłaby się zbierać w zagłębieniach, trzeba nietylko malować nadzwyczaj starannie, lecz nadto wedle możności umożliwić ściek wody przez stosownie powiercone dziurki. Jeżeli zaś to miałoby się okazać niewłaściwem, to zagłębienia takie wypada wypełnić kitem asfaltowym lub t. p., rozumie się, o ile to nie sprzeciwia się celowi danego zagłębienia.

Po ustawieniu konstrukcyi żelaznej, trzeba przedewszystkiem oczyścić ze rdzy łebki i nakówki nitów zabitych na miejscu ustawiania i podmalować, a wszystkie szczeliny i t. p. starannie wykitować.

## f. Skala twardości żelaza i stali martynowskiej

**(używana w jednej z fabryk niemieckich).**

| Oznaczenie Nr. | Nazwa, przymioty i przeznaczenie | Zerwanie ciągnieniem spokojnem $K_z$ kg/mm² | Rozciągnięcie $\varphi$ % | Przybliżona zawartość węgla % |
|---|---|---|---|---|
| 000 | Nader miękkie żelazo zlewne, niehartowne, dobrze spawalne, na blachy kotłowe, podkowiaki, nity, drut | 32—36 | 25—35 | 0,05 |
| 00 | Miękkie żelazo zlewne, niehartowne, spawalne, na blachy kotłowe, okrętowe i cienkie, na druciaki, prętowniki i nity . . . . . | 36—39 | 23—30 | 0,10 |
| 1/2 | Żelazo zlewne, niehartowne, spawalne, na blachy, prętowniki i blachy do wybijania . . . . . | 39—42 | 21—28 | 0,12 |

*) Wszystkie ważniejsze towarzystwa budowniczych i inżynierów niemieckich uznały warunki te za obowiązujące.

Ciąg dalszy na str. 70.

| Oznaczenie Nr. | Nazwa, przymioty i przeznaczenie | Zerwanie ciągnieniem spokojnem $K_z$ kg/mm² | Rozciągnięcie $\varphi$ % | Przybliżona zawartość węgla % |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Stal nader miękka, prawie niehartowna, na blachy, wały walcowane, sztuki kute . . . . . | 41—44 | 20—27 | 0,15 |
| 1½ | Stal miękka, bardzo mało hartowna, na osie, sztuki kute, łopaty, szufle . . . . . | 43—47 | 20—26 | 0,17 |
| 2 | Stal miękka, bardzo mało hartowna, na osie, sztuki kute, drut zwykły . . . . . | 46—50 | 20—25 | 0,20 |
| 2½ | Stal średnio miękka, mało hartowna, na osie, sztuki kute, drut zwykły . . . . . | 48—52 | 20—24 | 0,22 |
| 3 | Stal średnio miękka, mało hartowna, na szyny, obręcze kół, osie, sztuki kute . . . . . | 50—54 | 19—23 | 0,25 |
| 3½ | Stal średnio miękka, mało hartowna, na osie, sztuki kute, obręcze kół . . . . . | 52—56 | 18—22 | 0,28 |
| 4 | Stal średnio twarda, hartowna, na osie, sztuki kute, obręcze kół, lufy strzelb, widły . . . . . | 55—60 | 17—21 | 0,32 |
| 4½ | Stal średnio twarda, hartowna, na widły, tarniki (raszple), sprężyny . . . . . | 60—65 | 16—20 | 0,35 |
| 5 | Stal twarda, dobrze hartowna, na sprężyny, lemiesze, kosy, noże . . . . . | 65—70 | 15—19 | 0,40 |
| 5½ | Stal twarda, dobrze hartowna, na sprężyny, pilniki, młoty, brzeszczoty (klingi) . . . . . | 70—75 | 14—18 | 0,45 |
| 6 | Stal twarda, dobrze hartowna, na sprężyny, pilniki, młoty, brzeszczoty, drut twardy . . . . . | 75—80 | 11—16 | 0,50 |
| 6½ | Stal twarda, dobrze hartowna, na sprężyny, świdry kamieniarskie, piły, drut twardy, stalki gorsetowe . . . . . | 80—85 | 9—15 | 0,55 |
| 7 | Stal bardzo twarda, na dłuta, drut twardy, pilniki, piły, na pręty do parasoli . . . . . | 85—90 | 7—13 | 0,60 |
| 8 | Stal bardzo twarda, na walce hartowane, dłuta, drut twardy, igły . . . . . | 95—100 | 1—6 | 0,7—0,8 |

## B. Cynk.

Wyrabia się przeważnie z galmanu, a w handlu pojawia się w postaci blachy i cynku odlewnego (z okręgu dąbrowieckiego, belgijski i ślązki). Złom krystaliczny, ziarnisty albo łuskowaty, niebieskawobiały. Ciężkość właściwa lanego 6,86, walcowanego 7,13 — 7,20. roztopionego 6.48. Między 100° a 175° giętki i dający się przerabiać, pozatem kruchy; topi się (przed rozżarzeniem się) przy 412°, wypełnia dobrze formy, bo jest rzadkopłynny. Cynk handlowy zanieczyszczają: ołów i kadm. W żarze jasnoczerwonym paruje, a przy dostępie powietrza pali się płomieniem niebieskawym, a spala się na tlenek cynku (biel cynkową).

**1. Gładka blacha cynkowa,** walcuje się w 26-ciu grubościach, podług skali poniższej, a używa się do krycia dachów i zymsów, na rynny i rury deszczowe, (Nr. 13 do 15), na płytki do pokrycia ścian i sufitów, na wybijane ozdoby budowlane i t. p. Na cele budowlane stosują przeważnie Nr. 12 do 16. Cynk jest odporny na wpływy atmosfery, staje się jeszcze odporniejszy przez powłoki krzemowe, jest lekki i względnie nie drogi.

Przy 16° jest wzdłuż włókien: $K_z = 1900$ kg/cm², a rozciągnięcie $\varphi = 18$, wzgl. 15%. Przy 155° staje się $\varphi$ największem: wzdłuż 100%, wpoprzek 80%; rozciągnięcie podłużne od 155° do 100°, a również od 155° do 175° zmniejsza się stopniowo do $\varphi = 40\%$, poprzeczne zaś do $\varphi = 20$, wzgl. 26%. Arkusze najwięcej używane do krycia dachów są 1,0 · 2,0 m, można jednak otrzymywać i arkusze 0,65 · 2,0 m, 0,8 · 2,0 m, 1,0 · 2,25 m, 1,0 · 2,5 m, największa zaś długość arkuszy 3.0, szerokość 1,65 m.

**Ślązka skala blachy cynkowej.**

| Nr. skali . . | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Grubość mm . | 0,10 | 0,143 | 0,186 | 0,228 | 0,25 | 0,30 | 0,35 | 0,40 | 0,45 | 0,50 | 0,58 | 0,66 | 0,74 |
| 1 m² waży kg | 0,72 | 1,03 | 1,34 | 1,64 | 1,80 | 2,16 | 2,52 | 2,88 | 3,24 | 3,60 | 4,18 | 4,75 | 5,33 |
| Nr. skali . . | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |
| Grubość mm . | 0,82 | 0,95 | 1,08 | 1,21 | 1,34 | 1,47 | 1,60 | 1,78 | 1,96 | 2,14 | 2,32 | 2,50 | 2,68 |
| 1 m² waży kg | 5,90 | 6,84 | 7,78 | 8,71 | 9,65 | 10,6 | 11,5 | 12,8 | 14,1 | 15,4 | 16,7 | 18,0 | 19,3 |

Uwaga. **Skala belgijska** różni się jedynie w numerach 1 do 4 od ślązkiej. (Nr. 1 = 0,05, Nr 2 = 0,10, Nr. 3 = 0,15, Nr. 4 = 0,20 mm grubości) poza tem jest z nią zgodna.

**2. Falistą blachę cynkową** na pokrycia dachów wyrabiają huty ślązkie w poniżej wyszczególnionych 5-ciu profilach, z których A do D w grubościach do Nr. 16 włącznie, natomiast E tylko do Nr. 12. Profil E można układać tylko na podbiciu, albo na łaceniu, zakładając przytem na szwie podłużnym po 2 fale na siebie. Przy profilach A do D dolicza się na zakładki podłużne i poprzeczne, wraz z częściami przytwierdzającemi do płatew, 15 do 18% wagi. Wymiary arkuszy falowanych są: dla profilu A: 0,62 · 2,0 m, 0,89 · 3,0 m, 1,12 · 3,0 m; dla B: 0,84 · 2,0 m, 1,08 · 3,0 m, 1,30 · 3,0 m; dla C: 0,8 · 3,0 m; dla D: 1,0 · 1,78 m, 1.5 · 2,67 m; dla E: 1,6 · 2,64 m. Fale profili A, B i C idą w kierunku długości, a profili D i E w kierunku szerokości. Profil A wyrabiają też w kształcie sklepieniastym (łukowym), o promieniu 1,5 m i wyżej, na dachy sklepieniaste przy dwumetrowych odstępach między płatwiami, p. Dział **X**, rozdz. **III. B. b.** 4. 6.

**Skala ślązka falistej blachy cynkowej.**

| Oznaczenie Nr. | Fala: szeroka $B$ mm | Fala: głęboka $H$ mm | Fala: w rozwinięciu $l$ mm | Dla blach 1 mm grubych: przekrój na 1 m szerokości arkusza cm² | waga na 1 m² blachy falistej kg | moment wytrzymałości na 1 m szerokości arkusza cm | Uwagi |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 117 | 55 | 175 | 15,0 | 10,8 | 19.9 | Przekroje, wagi i momenty wytrzymałości dla blach innych grubości jak 1 mm otrzymamy w przybliżeniu, mnożąc wartości tablicy przez grubość w mm. |
| B | 100 | 32 | 123 | 12,3 | 8,86 | 9.9 | |
| C | 110 | 32 | 135 | 12,3 | 8,86 | 9,6 | |
| D | 60 | 14 | 68 | 11,3 | 8,14 | 3.9 | |
| E | 20 | 6 | 24,8 | 12.4 | 8,93 | 1,8 | |

**3. Cynk odlewny** idzie w handel przeważnie w małych płytach, grubości 4 cm, a używa się do cynkowania blach i drutów żelaznych, do stopów (p. str. 75), na odlewy cynkowe, stosy elektryczne, (p. Dział **XVI**, rozdz. **II. a.**) i t. p. Oznaczenie wagi odlewu p. tablicę Dział **XIII**, rozdz. **II. D. b.** Odlewy cynkowe chronią się od utleniania przez pomalowanie, albo galwanizowanie, t. j. przez powłokę metaliczną, np. miedzianą.

## C. Miedź.

Rudy miedziane, zawierające w sobie ponajczęściej siarkę, przez prażenie i wytapianie odtleniające wydają zanieczyszczoną i kruchą miedź surową, czyli czarną. Surowiec ten przez przetopienie utleniające w dymarkach, w szybakach (piecach szybowych) lub w płomieniakach przetwarza się na miedź rozetową, w cienkich płytach, albo też na miedź odlewną, w bałwankach wagi 5 do 6-ciu kg i w tej postaci miedź idzie już w handel. Miedź ta przerabia się na kowalną przez jeszczerazowe oczyszczenie. Ciężkość właściwa p. str. 6 i 10. Punkt topnienia 1054°. Im miedź jest czystsza, tem też staje się bardziej miękką i ciągliwą, tak na zimno jak i na gorąco (rozżarzona); zanieczyszczoną bywa przez ołów, arsen, bizmut, cynk, nikiel, srebro. Drobna domieszka bizmutu (0,1%) czyni już miedź kruchą, natomiast domieszka arsenu do 0,5% zwiększa jej wytrzymałość. Miedź twardnieje przez walcowanie i klepanie, a zmiękcza się z powrotem przez wyżarzenie, bez względu na sposób ochłodzenia. Miedź nie jest spawalna, ani też przydatna na odlewy, które byłyby dziurkowate i pełne pęcherzy. Przewodnictwo ciepła i elektryczności posiada miedź wysokie p. Dział **XVI**, rozd. **I. c. 2.** i rozdz. **VII. B.**

Miedź czysta, elektrolityczna, klepana, walcowana i zwolna ochłodzona posiada wytrzymałość na zerwanie $K_z = 2100$ kg/cm² przy 15° do 150°; między 150° a 470° $K_z$ zmniejsza się zwolna do 1500 kg/cm². Rozciągnięcie przy zerwaniu 37 do 15% przy 15° do 470°; złom przy zerwaniu na zimno włóknisty, w miarę zwiększającego nagrzewania przechodzi w ziarnisty *), p. T. I, str. 332. Z miedzi wyrabiają się: drut, blacha, pręty i rury, a nadto używa się jej do stopów i na wyrób farb.

**1. Drut miedziany.** Wagi p. str. 14 i Dział **XVI**, rozdz. **VII. A. b.**, wytrzymałość p. T. I, str 335. $K_z = 3300$ kg/cm² dla drutu z miedzi czystej, elektrolitycznej; przy zawartości 0,351%, wzgl. 0,808% arsenu: $K_z = 5100$, wzgl. 4700 kg/cm²; przy zawartości 0,26, wzgl. 0.529% antymonu: $K_z = 5200$, wzgl. 5500 kg/cm² **). Drut miedziany dostarcza się zwykle w postaci, w jakiej wychodzi z wyciągarek, a więc niewyżarzony i z połyskiem, w wielkich zwojach pierścieniowatych. Do telefonów drut miedziany cynkowany. Drut mie-

*) Rudeloff, Badania Robert'a-Austen'a nad przymiotami stopów. Zeitschr. d. V. d. Ing. 1894, str. 766.

**) Hempe, Chemiker-Ztg. 1892, str. 792.

dziany powinien być bardzo giętki i gładki, o przekroju równomiernie okrągłym.

**2. Blachy miedziane.** Wagi p. str. 15. Dobra blacha miedziana ma posiadać powierzchnię czystą i gładką, a złom jednolity; blacha powinna być bardzo wisna i dać się łatwo wyginać; przy grubościach ponad 5 mm powinno $K_z \geq 2000$ do 2300 kg/cm², a $\varphi \geq 38\%$. Zastosowania: do krycia dachów (arkusze 0,8 do 2 m², przy szerokościach do 1 m i grubościach 0,5 do 1 mm) do rynien dachowych i rur deszczowych (deszczówek), do rzeźb wyklepywanych i wybijanych, do osłony okrętów (arkusze 1,9 do 2,5 m na 0,8 m), do naczyń, rondli, kotłów i t. p. Blachy cieńsze walcują do 2,4 m szer. i do 10 m długości. Blachy składowe: 1,0 · 2,0 m, przy grubościach 0,73 do 1 mm; 1,0 . 3,0 m przy 1 do 2 mm gr.; 1,0 · 4,0 przy grubościach 2 mm i więcej. Grube płyty, np. na blachy skrzyń paleniskowych, klepie się w szerokościach 1,0 do 2,4 m, długościach 2 do 4 m i grubościach do 26 mm.

**3. Pręty miedziane** walcują się, wyciągają lub klepią z mniejszych bałwanków; powinny one dać się pęczyć i wyginać bez zarysowania. $K_z > 2300$ kg/cm², przy $\varphi = 60\%$. Kratowniki o przekroju niżej 2,25 cm², a krągowniki niżej 1,5 cm średnicy, uważa się jeszcze za drut miedziany.

**4. Rury miedziane** wyrabiają się albo bez szwu, bądź to na walcach systemu Mannesmann'a, bądź też przez wyciąganie ich z pełnego bałwanka, albo też ze szwem przez wygięcie pasa blachy naokoło krągownika żelaznego, zlutowanie szwu lutem twardym i przeciągnięcie dodatkowe całej rury dla jej wygładzenia. Rury miedziane powinny dać się bez zarysowania owinąć około wałka o średnicy trzy razy większej niż własna ich średnica. Dalsze szczegóły podano w Dziale **V**, rozdz. **VII. B. g.**

## D. Ołów.

Otrzymuje się w postaci ołowiu surowego, przeważnie z błyszczu ołowianego (siarczku ołowiowego); przez oczyszczenie surowego otrzymujemy zwykły ołów handlowy. Ciężkość właściwa ołowiu nie zbyt zanieczyszczonego: 11,25 do 11,37. Ołów topi się przy 326°, odlewa się dobrze, jest bardzo ciągliwy i dają się dobrze wyginać i krajać; jest on odporny na wpływy atmosfery, a paruje w żarze czerwonawym.

Blachy ołowiane (walcowane) stosują się do krycia dachów (arkusze w rolkach, 0,8 do 1,0 m szer., 10 do 15 m dług., 1,5 do 2,0 mm grub.) do osłaniania ścian wilgotnych, na warstwy odosabniające (izolacyjne) (p. Dział **X**, rozdz. **II. g.**), do uszczelniania połączeń kołnierzy rurowych, na komory ołowiane, kotły i t. p. dla kwasów w fabrykach chemicznych. Ołów sam używa się do stopów, do mocowania metali w kamieniach, do uszczelnienia połączeń rur mufowych, do akumulatorów elektrycznych i t. p. Z ołowiu wytłaczają

*) Kuźnice królewskie, saskie wyrabiają blachy ołowiane 0,5 do 12 mm grube, 1,5 do 3 m szer. i 3,0 do 10 m długie, przy ograniczeniu wagi do 1200 kg na jedną blachę.

rury dla gazu, pary i wody — wyrabiają papier ołowiany do owijania herbaty i t. p., wyciągają drut, wyrabiają farby (biel ołowiowa, minia ołowiowa), używają do fabrykacyi szkła, a również na szczebliny oszklenia (kościelnego i t. p.).

Ołów twardy (przez dodanie antymonu) używa się na czcionki, panewki łożyskowe, rury do podlewania płyt podstawowych u słupów żelaznych (5 do 10% antymonu) i t. p. Rury ołowiane osłaniają się z wewnątrz i zewnątrz przeciw oddziaływaniu wody powłoką cyny lub siarczku ołowiawego. Rury ołowiane, miękkie i twarde p. Dział **V**, rozdz. **VII B. f.** Wytrzymałość p. tamże, oraz T. I, str. 333 do 335.

### Drut ołowiany.

| Grubość mm | Waga 100 mb kg | Grubość mm | Waga 100 mb kg | Grubość mm | Waga 100 mb kg | Grubość mm | Waga 100 mb kg |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1,0 | 0,9 | 3,5 | 10,9 | 6 | 32,2 | 11 | 107,5 |
| 1,5 | 2,0 | 4,0 | 14,2 | 7 | 43,5 | 12 | 128,0 |
| 2,0 | 3,6 | 4,5 | 18,0 | 8 | 57,0 | 13 | 150,0 |
| 2,5 | 5,6 | 5,0 | 22,2 | 9 | 72,5 | 14 | 174,0 |
| 3,0 | 8,0 | 5,5 | 26,8 | 10 | 89,0 | 15 | 200,0 |

Uwaga. Drut z ołowiu miękkiego wyrabia się nadto w dowolnych grubościach powyżej 0,5 mm, tak okrągły, jako też o przekrojach odmiennych

## E. Cyna.

Materyałem surowym jest przeważnie cyniak (ruda cynowa). Cyna topi się przy 230°, ciężkość właściwa p. str. 7. Cyna jest miękka, a przytem bardzo wisna, bardzo wyciągalna, twardsza niż ołów, o złomie krystalicznym, wskutek którego to układu wydaje z siebie dźwięki. Cynfolia, czyli staniol, walcuje się z całej wiązki blach cynowych (rozdzielonych od siebie warstewkami nafty) do grubości 0,2 do 0,008 mm. Dobra cyna powinna być wolną od zanieczyszczeń (arsenem, ołowiem, żelazem, miedzią, bizmutem) i zatrzymywać połysk na powietrzu.

W handlu znajduje się cyna w postaci bałwanków (60 kg), prętów, w rolkach (5 do 6 kg) i w ziarnach, a nazwy swe bierze od miejsca pochodzenia, a więc: cyna Banka, Billiton, Malakka, australska i angielska. Cyna Banka jest najlepsza i bardzo czysta. Cyna saska, czeska i peruańska jest bardzo nieczysta. Używa się na stopy, na luty miękkie i na rury (p. Dział **V**, rozdz. **VII B. f.**

## F. Stopy. *)

Uwaga: Skład stopów podajemy poniżej wszędzie w częściach na wagę (cz. w.).

**1. Mosiądz:** 2 do 4 cz. miedzi, 1 cynku. Mosiądz Stolberg'ski: 64,8 miedzi, 32,8 cynku, 2,0 ołowiu i 0,4 cyny. Mosiądz angielski:

*) Stopy żelaza z niklem p. Verhandl. d. V. z. Beförderung d. Gewerbfl. 1896, str. 65 i nast., oraz Zeitschr. d. V. d. Ing. 1896, str. 331. Stopy zmniejszające tarcie p. Zeitschr. d. V. d. Ing. 1898, str. 1300, 1330, 1350 i nast.

66,7 miedzi, 33,3 cynku. Mosiądz jest twardszy od miedzi, a przytem bardzo wyciągliwy. Twardość i wytrzymałość zwiększa się wraz z zawartością cynku, lecz twardość tylko do 50%, a wytrzymałość do 45% cynku, poczem znów się zmniejszają. Zaleca się 30 do 43% cynku. Ciągliwość wzrasta z zawartością miedzi. Średnio $K_z =$ 1500 kg/cm$^2$.

Mosiądz w żarze czerwonym jest kruchy, na zimno można go obrabiać jak miedź i walcować z niego bardzo cienkie blachy. (Wagi p. str. 15). Blachy w handlu bywają: czarne, wytrawiane, jedno lub dwustronnie skrobane, wreszcie polerowane. Arkusze przeważnie 0,5 · 2.0 m i 1,0 do 10 mm grube. Drut mosiężny (wagę p. str. 14) nieżarzony i wyżarzony; wytrzymałość p. T. I, str. 332. Mosiądz jako rzadkopłynny daje gładki odlew bez pęcherzy (często 1 do 2% dodatku ołowiu), który można łatwo obrabiać. Rury mosiężne p. Dział **V**, rozdz. **VII B. f.**

Podobne do mosiądzu są: **tombak** (85 miedzi, 15 cynku) czerwonawy, oraz t. zw. **mosiądz biały,** barwy żółtawo-białej, zawierający 50 do 80% cynku.

**2. Bronz** (rotgus) jest stopem miedzi z cyną; jest on ściślejszy, twardszy i łatwiej płynny niż miedź. Na panewki łożyskowe podatny bronz: 83 miedzi i 17 cyny lub też 82 miedzi, 16 cyny i 2 cynku. Twardość wzrasta do 28% cyny, dalej się znów zmniejsza; wytrzymałość zaś największa przy 17,5% cyny. Bronz, zawierający mniej niż 5% cyny, można wyciągać na zimno. Dodatek ołowiu zwiększa łamliwość (kruchość), zmniejsza wytrzymałość i obniża punkt topnienia; dodatek cynku zmniejsza wytrzymałość i twardość Bronz z dodatkiem 0,5 do 1% fosforu (stosownie do przeznaczenia) zwie się **bronzem nafosforzonym** i jest bardzo wisny, wytrzymały, drobnoziarnisty i rzadkopłynny, walcuje, wyciąga i przekuwa się dobrze. Na części maszyn: 90,34 miedzi, 8,90 cyny i 0,76 fosforu. Bronz nafosforzony używa się na łożyska i panewki, suwaki parowe, koła zębate, cylindry tłoczni, armatury, rury bez szwu i t. p. może on być miękki, albo sprężyście twardy. Blacha i drut telefonowy nieżarzony: $K_z = 14000$ kg/cm$^2$ i $\varphi = 1\%$, wyżarżony natomiast: $K_z = 6300$ kg/cm$^2$ i $\varphi = 72\%$.

**Spiż na dzwony** jest rodzajem bronzu, zawierającym do 25% cyny, czerwono-szarawy, bardzo łamliwy i trudno obrabialny. **Spiż na działa** zawiera do 10% cyny, jest żółtawo-czerwony, mało ciągliwy, dosyć twardy i bardzo wytrzymały. Używa się na lufy działowe, na kurki i zawory (wentyle) parowe, i do wielu odlewów bronzowych. Staje się on miękkim przez szybkie ochłodzenie, przez wolne zaś twardym i kruchym.

**Spiż na posągi** zawiera nadto dodatki cynku i ołowiu, wypełnia dobrze formę i powleka się dość szybko patyną (półwęglan miedzi). Skład jego bardzo rozmaity. Jeżeli się na otwartem powietrzu ma wytwarzać patyna, to spiż powinien być bez cynku (90 do 95% miedzi, a 10 do 5% cyny). Spiż na posągi podług Elster'a: 86,7 miedzi, 6,7 cyny, 3,3 ołowiu i 3,3 cyny.

**Bronz na medale** zawiera tylko 2% cyny.

## Bronzowy drut telegraficzny i telefonowy

**jednej z większych fabryk niemieckich.**

| Grubość drutu w mm | 4,5 | 4,0 | 3,0 | 2,7 | 2,5 | 2,2 | 2,0 | 1,8 | 1,5 | 1,2 | 1,0 | 0,9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Waga 1000 mb. drutu kg | 143 | 113 | 63 | 51 | 44 | 34 | 28 | 23 | 18 | 10 | 7,0 | 4,5 |

(Tablicę powyższą obliczono podług ciężkości właściwej = 9,0. C. Heckmann podaje jednak ciężkość właściwą drutu bronzowego na 9,066).

**Drut bronzowy** na wielkie rozpiętości *) i oddalenia o 60 do 98% elektrycznego przewodnictwa miedzi:

$K_z = 6800$ do $4600$ kg/cm² przy grubości 3,0 mm,
$K_z = 7100$ do $4800$ „ „ „ 0,9 „ .

**Drut z bronzu nakrzemionego** dla sieci miejskich, o 30 do 40% przewodnictwa miedzi i

$K_z = 7800$ do $6500$ kg/cm² przy grubości 3,0 mm,
$K_z = 8500$ do $8000$ „ „ „ 0,9 „ .

Drut z bronzu nakrzemionego używa się na rdzenie kabli podmorskich. **)

**Drut z bronzu naglinionego, z powłoką miedzianą,** ma $K_z = 7600$ kg/cm² i 69% przewodnictwa miedzi. ***)

**Drut stalowy, z powłoką bronzową,** 3 mm średnicy, posiada 2,87 mm² przekroju stali i 4,20 mm² miedzi.

Niemiecki Zarząd Poczt i Telegrafów wymaga od bronzowych drutów telefonowych (p. str. 56):

| dla drutu średnicy . . . . . | 4,5 | 4 | 3 | 2 | 1,5 | mm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ma być $K_z >$ . . . . . | 5000 | 5100 | 5260 | 5260 | 7000 | kg/cm², |
| drut ma wytrzymać . . . . . | 6 | 7 | 7 | 7 | 11 | przegięć, |
| w szczękach o promieniu . . . . | 10 | | | 5 | | mm. |

Próby na zrywanie przy 10 do 15° ciepła powinny wykazać dla drutu 1,5 mm średn. $\varphi = 1\%$ dla pozostałych: $\varphi$ 1,5%. O przewodnictwie drutów p. Dział **XVI**, rozdz. **I**, c. 2.

**3. Metal biały** jest stopem o znacznej zawartości cyny z antymonem, ołowiem lub miedzią. (Metal antyfrykcyjny (przeciwcierny) zawiera w sobie oprócz wszystkich tych czterech metali jeszcze i cynk). Metal biały na panewki łożyskowe: 85 cyny, 10 antym. i 5 miedzi, albo też 90 cyny, 7 antymonu i 3 miedzi; na wyłożenia łożysk osi parowozowych i brankardowych: 78,4 cyny, 12,6 antymonu i 9 miedzi, albo 15 cyny, 2 antym. i 1 miedzi; dla mimośrodów 83 cyny, 11 antym. i 6 miedzi, na dławnice: 45 cyny, 10 antym. i 45 ołowiu. Bardzo twardy i tani metal łożyskowy jest: 75 do 85 ołowiu i 25 do 15 antymonu (ołów naantymoniony).

**4. Metal Delta** jest stopem miedzi, cynku i żelaza, barwy złotożółtej, dozwala się walcować na zimno i gorąco, również i wyciągać na drut. W żarze ciemno-czerwonym można go kuć, wybijać i wy-

---

*) W Szwajcaryi rozciągnięto nad jeziorem Wallensee (między Quinten i Murg) bronzowy drut telefonowy, 3 mm średnicy, na rozpiętość 2400 m. Przewiesza się on latem ∞ 50 m, zimą ∞ 40 m.

**) Centralbl. d. Bauverw. 1886. str. 308.

***) Zeitschr. d. V. d. Ing. 1892. str. 1319.

tłaczać; po stopieniu rzadkopłynny, odlewy zaś z niego zupełnie ścisłe, a przytem wytrzymałe i wyciągliwe (przy 500 do 600 atm. ciśnienia cylindry tłoczni jeszcze się nie pocą). Wytrzymałość p. T. I, str. 332. Odporniejszy niż żelazo na działanie wody morskiej lub kwaśnej, używa się zatem do budowy okrętów i w górnictwie. Dostarczają go w kłodach, blachach, prętach, jako drut, odlewy, sztuki kute lub wytłaczane. Zastosowania: na śruby parowców i inne części statków, na części pomp, kół łopatkowych, dla pomp odśrodkowych, na tłoczyska, zębnice, panewki, młoty, klucze do naśrubków i t. p.

**5. Luty.** Części metaliczne przed ich zlutowaniem trzeba na spoinach oczyścić pilnikiem lub wytrawą, a potem (w celu utrzymania metalicznie czystej powierzchni w żarze lutowania) posmarować lub posypać: kalafonią, stearyną lub salamoniakiem przy lutowaniu miękkiem; a boraksem lub szkłem sproszkowanem przy lutowaniu twardem. Wytrawy: kwas solny; płyn lutowniczy (cynk rozpuszczony w kwasie solnym); sól lutownicza, t. j. pozostałość po wyparowaniu płynu lutowniczego, w którym rozpuszczono jeszcze salamoniak; wreszcie miałko sproszkowana kalafonia zaczyniona nasyconym roztworem amoniaku.

1. **Lut miękki** z cyny i ołowiu, czasem z dodatkiem bizmutu (luty bizmutowe). Ciężkość właściwa 8,1 do 9,7.

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Luty bizmutowe** do łatwo topliwej cyny zawierającej ołów; części na wagę: | 15,5 | cyny | 32 | ołowiu | 52,5 | bizmutu; | punkt topnienia | 96°. |
| | 20 | „ | 26 | „ | 54 | „ : | „ | „ | 101°. |
| | 20,6 | „ | 26,8 | „ | 52,6 | „ : | „ | „ | 103°. |
| | 21,4 | „ | 27,8 | „ | 50,8 | „ : | „ | „ | 107°. |
| | 24,8 | „ | 22,1 | „ | 53,1 | „ : | „ | „ | 114°. |
| | 20 | „ | 20 | „ | 60 | „ : | „ | „ | 121°. |
| | 15 | „ | 25 | „ | 60 | „ : | „ | „ | 125°. |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Luty miękkie** do żelaznej blachy cynkowanej, miedzi, mosiądzu, cyny, cynku, ołowiu i t. p. Części na wagę: | 63,2 | cyny | 36,8 | ołowiu; | punkt topnienia | 183°. |
| | 60 | „ | 40 | „ : | „ | „ | 189°. |
| | 70 | „ | 30 | „ : | „ | „ | 194°. |
| | 85 | „ | 15 | „ : | „ | „ | 212°. |
| | 50 | „ | 50 | „ : | „ | „ | 213°. |
| | 40,2 | „ | 59,8 | „ : | „ | „ | 232°. |
| | 30 | „ | 70 | „ : | „ | „ | 257°. |

2. **Luty twarde** (szlagluty).

| Lut twardy do lutowania: | Skład, części na wagę: cyny | cynku | mosiądzu | miedzi | Uwagi | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Mosiądzu, miedzi, żelaza i stali. | - | 1 | 7 | - | bardzo gęstopłynny | żółte |
| | - | 1 | 3 — 4 | - | gęstopłynny | |
| | - | 1 | 2 — 2.5 | - | podatny do mosiądzu | |
| | 1 | 4 — 7 | 12 | - | białawe | |
| | 1 | 10 | 22 | - | | |
| | 4 | 1 | 20 | - | białe | |
| | 2 | 1 | 11 | - | | |
| | 1 | - | 4 | - | | |
| | 10 | - | 4 | 6 | | |

### 6. Inne stopy.

| Nazwa | Skład części na wagę: miedzi | cyny | cynku | antymonu | Z dodatkiem części na wagę |
|---|---|---|---|---|---|
| Stop na czcionki . | . | . | . | 16 do 25 | 84 do 75 ołowiu (dodają też 5—15% glinu). |
| Stop na czcionki Ehrhardt'a . . | 4 do 2 | 4 do 3 | 89 do 93 | . | 3 do 2 ołowiu. |
| Twarde stopy na czcionki Johnson'a | . | 59 | 33 | . | |
| | . | 75 | . | 25 | |
| | . | . | . | 20 | 80 ołowiu. |
| Metal „Britannia“ | 1,85 | 81,9 | . | 16,25 | |
| | . | 90 | . | 10 | |
| Nowe srebro (argentan) | 50 do 65 | . | 30 do 20 | . | 20 do 15 niklu. |
| | 55 | . | 25 | . | 20 „ |
| Alfénide . . . . | 59 | . | 30 | . | 10 „ |
| Bronz glinowy *) | 85 do 95 | . | . | . | 15 do 5 glinu. |
| Mosiądz glinowy | 96,7 | . | . | . | 3·3 „ |

**Podlewa zwierciadłowa** (amalgamat) 1 cyny, 1 ołowiu i 2 bizmutu stapiają się razem (punkt topnienia 110°), dolewa się 4 cz. rtęci zagrzanej do 100°.

Stopy łatwo-topliwe. **Metal Rose'go:** 1 cyny, 1 ołowiu, 2 bizmutu, topi się przy 110°. **Stop na klisze:** 2 cyny, 2 ołowiu, 5 bizmutu, topi się przy 105°. **Metal Wood'a:** 4 cyny, 8 ołowiu, 15 bizmutu i 4 kadmu, topi się przy 70°. **Metal Lipowicza:** 4 cyny, 8 ołowiu, 15 bizmutu i 3 kadmu, topi się przy 60°.

## III. KAMIENIE NATURALNE I ZIEMIE.**)

**Mineralogiczna skala twardości** Mohs'a: 1. łojek (talkum), 2. gips (albo sól kamienna), 3. spat wapienny, 4. fluspat (topnik), 5. mylnik (apatyt), 6. feldspat (spat polny), 7. kwarzec (kwarc), 8. topaz, 9. korund (szmyrgiel), 10. dyament.

Ciśnienia rozgniatające i dozwolone p. T. I str. 334 i 339, ciężkości właściwe p. str. 6 i nast.

### a) Skały pierwotne, bez skamieniałości.

#### I. Skały zbite.

##### α. Skały plutoniczne.

1. **Granit** [spat polny, kwarzec i łyszczyk (mika)]; krystaliczno-ziarnisty. Spat polny (feldspat) warunkuje barwę: żółtawo-szarą

*) O stopach glinu p. Zeitschr. d. V. d. Ing. 1892, str. 1314.

**) Hugo Koch, Die natürlichen Bausteine Deutschlands, Berlin 1882. Ernst Toeche. E. Glinzer, Lehrbuch der Baustoffkunde, 2 wyd., Drezno 1899, G. Kuhtmann.

(warstwy wierzchnie), szarą do czarnawej, barwę mięsa, czerwoną do brunatnej, wreszcie i zieloną.

2. **Syenit** (siniec) [spat polny z hornblendą]; krystaliczno-ziarnisty. Czarno i biało nakrapiany.

3. **Dyoryt** [spat polny ze sklistynem (augitem), oraz przypadkową domieszką iskrzyka]. Ponajczęściej czarno-biały.

4. **Dyabaz** [spat polny ze sklistynem]. Czarnawy do zielonego, stąd też i zieleńcem zwany.

5. **Gabbro,** czyli eufotyt [labrador, albo sausuryt, z mignikiem, albo szmaragdytem]. Ciemnoszary i zielony.

6. **Wężowiec** (serpentyn) prawdopodobnie powstały z gabbro. Przeważnie zielony, lecz bywa i czerwony, jasno żyłkowany.

7. **Porfir** (zbity, drobnoziarnisty podkład ze spatu polnego i kwarcu, w którym to podkładzie rozsiane wyraźne kryształy spatu polnego, niekiedy kwarcu, hornblendy, sklistynu i t. p.). Ważniejsze gatunki: **porfir felzytowy** (skaleniowy) czerwonawo-brunatny, żółtawy, szary, zielonawy albo niebieskawy, i **porfir czarny** (melafir), czarny przeważnie od sklistynu.

*β.* **Skały wulkaniczne.**

1. **Skały trachytowe** [zbity, nieraz jednak i dziurkowaty podkład spatu polnego z rozsianymi kryształami hornblendy, czarnego łuszczyku, magnetytu nieraz i sanidynu]. Szary. Przynależne są: **pumeks** (gąbczak), **obsydyan, dźwiękowiec** (fonolit) i t. p.

2. **Skały sklistynowe:** Między niemi: **Doleryt** (szaroskał) [białawy spat polny z kryształami sklistynowymi], czarnawo-szary. **Bazalt.** [Pozornie jednolity, złożony jednak ze sklistynu i labradoru], ciemnoszary do czarnego, pojawia się w prawidłowych słupach graniastych stąd i słupieniem zwany, lecz również w innych kształtach, np. kulistych. Stosuje się do budowy dróg, murów oporowych i fundamentowych, do oskałowania brzegów i t. p. **Lawa,** (skrzepnięty wypływ wulkanów) jest dziurkowatą mieszaniną spatu polnego, sklistynu, magnetytu i t. p. Barwa i twardość rozmaita. Rozróżniamy: **lawy trachytowe** i **lawy bazaltowe,** ciemnoszare i czarnawe.

## 2. Łupki krystaliczne.

1. **Gnejs** (żabica) jest łupkową odmianą granitu, wietrzeje też łatwiej.

2. **Kwarcyt** [kwarzec czysty, albo prawie czysty]. Krystaliczny lub zeszklony. Używa się do wyrobu szkła, jako żwir do budowy dróg, na beton i t. p. Przynależne są: **krzemień** (skałka), **jaspis** i t. p.

3. **Łupek łyszczykowy.** Między silnie połyskującemi warstwami łyszczyku leży kwarzec w warstwach lub w równomiernie rozrzuconych ziarnach.

4. **Pierwotny łupek gliniany,** czyli **fylit.** Ciemny, miałkoziarnisty z połyskiem perłowej macicy lub jedwabiu.

## b. Skały warstwowe, ze skamieniałościami.

1. **Łupek gliniany** [glina (p. str. 82) i kwarzec, często z łuskami łyszczyku]. Niebieskawo-szary do czarnawego, lecz i czerwony; cienko-łupliwy, a zatem podatny do krycia dachów. Przymieszki szkodliwe: iskrzyk, węgiel, wapień.

2. **Wapień** (węglan wapnia). Gdy daje się polerować, nosi miano **marmuru.** Barwy przeróżne, w zależności od postronnych domieszek: tlenku żelazowego, miedziowego i t p, a więc: biała do szarej i czarnej, żółta, czerwona, brunatna; bywa jednobarwny, albo naplamiany, żyłkowany, z plamami rozlewającemi się i t p. Przez wypalanie usuwa się bezwodnik węglowy, a pozostaje wapno palone (żrące). **Wapień krystaliczny,** przeświecający: marmury szlachetne (kararyjski, kielecki, tyrolski, ślązki, norwezki). **Wapień zbity** (pospolity), często zmieszany z piaskiem i gliną, tworzy się jeszcze obecnie w postaci stalaktytów i stalagmitów. Gatunki jego są: **wapień przejściowy** (wakowy) biały, szary, żółty, czerwony i t. d., ma nieraz w sobie puste miejsca, które łatwo się wydeptują; **wapień węglowy,** ciemno-szary do czarnego; t. zw. granit belgijski jest tylko jego odmianą, lecz wybornym kamieniem budowlanym; **cechstejn** ciemno-szary, smolnawy (bitumiczny), zawiera w sobie glinkę; **wapień muszlowy,** żółtawy i niebieskawo-szary do czarnawego, lecz i czerwonawy; **wapień liasowy,** ciemno-szary i brunatny; **ikrowiec** (oolit) składa się z małych kulek lub ziarnek jajkowatych, szary do czerwono-brunatnego; **wapień jurański,** szary, żółtawo albo czerwonawo-biały; **wapień alpejski,** żółtawy, czerwonawy, brunatny i t. d., najbardziej znanym jest t. zw. marmur unterbergski. **Kreda** jestto biały, ziemisty wapień piszący, składający się z przedpotopowych skorupek zwierzęcych. Do niej przynależy: **wapień kredowy. Wapień gruby** jestto piaszczysty, w stanie świeżym (z łomu) miękki, na powietrzu jednak twardniejący wapień wypełniony niezliczonemi skorupkami skorupiaków; jest on białawy do żółtego (wapień paryski). **Wapień krzemionkowy,** jasno-szary i brunatnawy, z silną domieszką krzemionki. Okruchowce z większymi, ostro-krawędziowymi odłamami i okruchami; marmur brokatelowy z takimiż mniejszymi; małżowiec (lumachella) ze skamieniałościami muszlowemi.

3. **Margiel** jest ścisłą, ziemistą lub łupkowatą, rozmaicie ubarwioną mieszaniną węglanu wapnia z gliną. Stosownie do tego, który z tych składników przeważa, rozróżniamy: margiel wapieniowy i gliniasty; z domieszką krzemionki (krzemionkawy), dolomitu (dolomitowy) i t p. Niektóre gatunki marglu nadają się doskonale do wyrobu cementu.

4. **Dolomit** (węglan wapniowy i magnezowy). Białawy, żółty, szary do brunatnego. Krystaliczny, ścisły lub ikrowaty. Z dobrych łomów jest wyśmienitym kamieniem budowlanym.

5 **Gips** jest siarczanem wapniowym dwuwodnym, przeważnie białawy, żółtawy do różowego, szary lub czarnawy, często naplamiany, żyłkowany, obłoczkowaty i t. p. Gatunki szczególne: **Gips**

**tabliczkowaty** (szkło maryańskie) wodnisto-przezroczysty, krystaliczno-listkowaty, nader łatwo łupliwy. **Gips ziarnisty** (alabaster) białożółtawy i zielonawy, lecz i szary; żyłkowany, płomienisty i t. p. ścisły, albo przeświecający. **Gips włóknisty,** o włóknie równoległem, biały, żółty, szary, czerwony. **Gips zbity,** śnieżno-biały do szarego, stosowany do wypalania. Często w sąsiedztwie soli kamiennej; (p. str. 89).

6. **Piaskowiec** jest zlepkiem ziarnek piasku przeważnie kwarcowego, połączonych ze sobą lepiem (spoiwem) krzemionkowem, wapiennem, a najczęściej gliniastem. Biały, żółty, szary, zielonawy, brunatnawy do czerwonego. Przymieszki: spat wapienny, łuski łyszczyku, żelaziak brunatny, gniazdka i żyły gliny czerwonej i zielonej i t. p. Gatunki szczególne: **Waka szara,** zazwyczaj ciemnoszara, bardzo twarda, a więc stosowna na bruki. **Piaskowiec węglowy,** jasno szary, o gliniastem lepiu zmieszanem z łyszczykiem, często z żyłami węgla. **Piaskowiec pstry,** najczęściej barwy żółtej do czerwonej; lepie gliniaste, krzemionkowe, żelazisto przeżyłkowane; zawiera w sobie odłamki gliny; bardzo rozpowszechniony. **Piaskowiec kajprowy,** przeważnie żółty, o lepiu gliniastem lub marglowem. **Piaskowiec jurański,** szary i żółtawoszary, drobnoziarnisty. **Piaskowiec ciosowy,** mniej lub więcej gliniasty, drobno lub gruboziarnisty, przeważnie biały lub żółtawy. **Piaskowiec numulitowy,** czyli **miękki,** o lepiu gliniastem, silnie nawapnionem; szary, zielonawy i żółtawy; materyał budowlany wątpliwej wartości.

## c. Druzgoty i martwice.

1. **Zlepieńce** (konglomeraty) składają się z kawałków minerałów i z zaokrąglonych odłamków skał przeróżnych, ponajczęściej pobliskich skał pierwotnych, pozlepianych ze sobą rozmaitemi lepiami. Gomfolit ze skał różnorodnych o lepiu marglowem.

2. **Okruchowce** (brekcye) różnią się od zlepieńców tem, że zawierają nie zaokrąglone, lecz ostrokanciaste odłamki skał.

3. **Martwice** (tufy) są złożami miałkich ziarenek skał pierwotnych, bez oddzielnego lepia, bo spoiwem ziarenek jest taż sama masa skalna. Rozróżniamy martwice wulkaniczne i wapienne. Pierwsze tworzą się z proszkowatych materyałów wyrzucanych przez wulkany, drugie zaś z osadów wód, zwłaszcza źródeł kwaśnych. Gatunki szczególne są: **Martwica porfirowa,** z rozkruchów porfiru wytworzona. **Martwica wapienna** (trawertyn), żółtawobiała, albo szara do brunatnawej; mniej lub więcej zbita, nieraz dziurkowata, pełna pęcherzy i kanalików, osadza się i obecnie jeszcze z wód zawierających wapno. **Martwica pumeksowa** (gąbczakowa), z rozkruchów pumeksu i trachytu wytworzona, zawiera nadto ziarna sklistynu (augitu), amfigenu (leucytu), sanidynu i t. p.; rodzaje jej poszczególne są: **ziemia pucolanowa** (pucolanówka), **santorynowa** i **tras. Martwica bazaltowa,** z rozkruchów bazaltu i dolerytu (szaroskału). Barwa ciemno szara do czarnawej. Zawiera sklistyn, oliwiec (oliwin), hornblendę, łyszczyk i t. p. **Martwica amfigenowa** (leucytowa), żółtawoszara, za-

wiera wiele, przeważnie zwietrzałych ziarenek amfigenu, sklistynu, łyszczyku, sanidynu. Miałkoziemista i miękka, jest wyśmienitym kamieniem budowlanym.

### d. Kamienie odosobnione i ziemie.

1. **Kamienie naniesione** (eratyczne), zwykle u nas polnymi zwane, naniesione do nas z lodowców Skandynawii przez lodówki, t. j. pływające góry lodowe. Po najczęściej: granit, gnejs, dyoryt, łupek hornblendowy, lecz i wapień, a nawet piaskowiec.

2. **Otoki** i **odłupy** są rozkruchami skał wietrzejących, naniesionymi przez strumyki z gór w doliny; pierwsze okrągławe, drugie tabliczkowate, o krawędziach zaokrąglonych. Otoki wapieniowe do wypalania wapna, żwirowe do budowy dróg, betonu i t. p. używane.

3. **Piasek,** drobne rozkruchy skał kwarcowych, często zanieczyszczone wapnem, marglem, gliną, z których można go oczyścić przez przepłukiwanie. Rozróżniamy piaski kopalne i rzeczne; pierwsze zazwyczaj są ostrzejsze, lecz często bardziej zanieczyszczone od rzecznych.

4. **Krzemkówka** (n. Kieselguhr) składa się z kopalnych, mikroskopijnie małych, krzemieniastych cząstek wodorostów. Biaława i szara. Używa się do ochrony od strat ciepła i od przenikania dźwięku, na kity, do wygładzania (polerowania), do wyrobu dynamitu, szkła wodnego i t. p.

5. **Glina** zupełnie czysta jest krzemianem glinowym, sześciowodnym; zwykła glina natomiast jest mieszaniną gliny czystej z piaskiem (grubo lub miałkoziarnistym), z wapieniem, tlenkiem żelazowym, a powstała ona ze skał zawierających spat polny (feldspat) przez zwietrzenie i osadzenie się z wody. Barwy: szara, zielona, niebieska (sina) czerwona lub żółta. Gatunki jej są: **Kaolin** (glina porcelanowa) glina najczystsza, do wyrobu porcelany stosowana. **Gliny plastyczne** (ugniotne): fajkowa, ogniotrwała, garncarska i zduńska. **Gliny ceglarskie:** margiel gliniasty, zawierający wiele wapna; glina chuda, piaszczysta; glina mamutowa, która jeszcze i dziś się osadza.

Glina wchłania w siebie do 70% wody i staje się natenczas ciastowatą. Glina nie przepuszcza wody, zaleca się zatem do uszczelniania kanałów, tam i wogóle budowli wodnych, a w przyrodzie odgrywa ważną rolę przy tworzeniu się źródeł, jako też przez wpływ swój na żyzność roli. Kurczy się przy wysychaniu i wypalaniu, nie tracąc jednak zasadniczej postaci, jaką jej nadano, a przez wypalenie staje się twardą, trwałą i wytrzymałą. Zastosowania: na porcelanę i wszelkie wyroby garncarskie, na cegły, wyroby kamionkowe i t. p. i t. p. (p. str. 83 i nast.). Glina sucha wchłania też i tłuszcze, oraz gazy.

6. **Ziemia** rodzajna składa się z wytworów wietrzenia skał, z domieszką zgniłych resztek roślinnych i zwierzęcych, których w czarnoziemiu najwięcej. Ziemia rodzajna zawiera w sobie zawsze sól ku-

chenną, a nadto wytwarza się w niej kwas azotowy, które łącznie łatwo spowodować mogą grzyb murowy; należy zatem oddzielać mury i drzewo od ziemi rodzajnej warstwą mazi, gliny, cementu i t. p.

---

# IV. KAMIENIE SZTUCZNE.

## a. Kamienie niewypalane.

1. **Cegła niepalona** (surówka) formuje się z mokrej gliny i suszy na powietrzu, muruje się na zaprawę glinianą (z gliny zaczynionej wodą). Wymiary zmienne, a wytrzymałość nieznaczna. Surówka używa się do wypełniania murów pruskich i na ściany wewnętrzne zabudowań gospodarczych, dając tanie, suche i ciepłe ściany.

Z gliny mieszanej z sieczką (lub wykruchami konopi albo lnu) ubijają w formach z desek ściany z gliny ubijanej. Ściany zewnętrzne z gliny lub z cegły niepalonej należy chronić od wilgoci, stawiając je na podmurowaniu z warstwą nieprzepuszczającą wilgoci i osłaniając dachami o szerokim wyskoku (p. Dział X. III.).

2. **Cegła wapienno-piaskowcowa.** Zaczyniamy zaprawę z 1 części objętościowej gęstego mleka wapiennego i 6-ciu części ostrego i czystego piasku, a po 8 do 10-ciu dniach formujemy z niej cegłę zwykłego formatu, najdogodniej bezpośrednio na placu budowy. Po 24-ch godzinach można już z nadeschniętych cegieł murować ściany na zaprawę wapienną; po czterech tygodniach cegła stwardnieje zupełnie. Przez zanurzenie nadeschniętych cegieł w rzadkim rozczynie szkła wodnego osiągamy przyspieszone i mocniejsze stwardnienie. Cegła ta, zwłaszcza w okolicach nie posiadających gliny, a wzamian dobry piasek, zastępuje korzystnie cegłę paloną do budowli gospodarczych, jest ona bowiem wytrzymała na mrozy i dość mocna.

Z podobnej zaprawy, lecz z większą ilością piasku (1,5 do 2 razy) jako też i z dodatkiem cementu, w sposób podobny jak z gliny, możemy ubijać wprost ściany wapienno-piaskowcowe, także ścianami z lepieńca zwane.

Wystawiając wyschnięte cegły z zaprawy wapienno-piaskowej, o względnie nawet bardzo małej zawartości wapna, w kotłach zamkniętych na działanie pary wysokiego ciśnienia, powodujemy ukrzemianie się wapna i otrzymujemy cegłę piaskowcową, nader trwałą i wytrzymałą.

3. **Sztuczny piaskowiec.** Mieszaninę żwiru i miałkiego piasku (i szkła sproszkowanego), z mąką wapienną i cementem portlandzkim, zaczyniamy wodą dość sucho i ubijamy w formy. Po wyschnięciu na powietrzu zanurzamy bryły odformowane w rozrzedzony rozczyn szkła wodnego, w którym twardnieją. W sposób podobny wyrabiają sztuczny piaskowiec „Hydro“, używany zamiast piaskowca naturalnego na licowanie domów, stopnie schodowe, posadzki, ozdoby budowlane i t. p. Wytrzymałość p. T. I, str. 334 i 339.

4. **Kamień martwicowy.** Z martwicy pumeksowej, sproszkowanej (lub z piasku z niej powstałego) z dodatkiem około 11% mleka wapiennego, formują się cegły lub

bryły większe, które po 2 do 3-ch miesiącach wysychają na powietrzu i twardnieją. Kamień taki odznacza się lekkością, a przepiłowanie jego nie przedstawia żadnej trudności; jest on więc dobrym materyałem budowlanym dla okolic posiadających stosowny materyał surowy.

Z pumeksu, odznaczającego się dziurkowatością, a więc lekkością, oraz złem przewodnictwem ciepła i dźwięku, można z korzyścią budować lekkie stropy (sklepienia z pumeksu na zaprawę z 1 cz. cementu na 9 cz. piasku pumeksowego, między belkami z dwuteowników) obmurowania kotłów, ścianki przedziałowe i t. p. U nas w podobny sposób możnaby stosować wyrabiany w kraju porowiec sztuczny.

5. **Korkowiec.** Drobno siekany korek zaczynia się ciastem gliniastem, rozczynem gipsu lub roztopioną smołą (twardą) z węgla kamiennego. Pierwsze lepia dają korkowiec biały—smoła zaś czarny. Deski i kamienie z korkowca białego można obrabiać piłą, przybijać gwoździami i t. p.; muruje się je na zaprawę gipsową, a wyprawia zaprawą wapienno-gipsową. Czarny korkowiec jest droższy, lecz można go stosować i w miejscach wilgotnych; muruje się go na zaprawę cementową lub asfaltową. Podług prób wykonanych czarny korkowiec ma być materyałem ognioutrwalającym, podatnym na osłony słupów żelaznych i t. p. Biały korkowiec nie znosi wilgoci—ani też temperatury ponad 350°. Przewodnictwo ciepła $\lambda$ (p. Dział XIV, rozdz. III a. 2.) jest dla korkowca czarnego $\lambda = 0{,}165$, a dla białego $\lambda = 0{,}080$.

Wytłaczane półrurki z **korkowca** służą do osłaniania rur parowych i t. p. w celu ochrony od strat ciepła (p. T. I. str. 304).

**Linoleum** wyrabia się w grubościach 1,5 do 4,5 mm z mąki korkowej, zaczynionej pokostem zżywicznialym, wzmocnione jednostronnie włóknem konopnem i lakierowaniem, sprzedaje się w zwojach około 25 m. długich, a rozmaitej szerokości. Linoleum stosują do wykładania stopni schodowych, posadzek, ścian. Waga jego przy grubości 4.5 mm jest około 5,2 kg/m², a łącznie z kitem do nalepienia około 5,3 kg/m².

6. **Angielska cegła żużlowa** (ironbrick) odlewa się z płynnego żużla wielkopiecowego w formy żelazne, a po powolnem ochłodzeniu się, daje ona nader twardy, ciężki, mało kruchy kamień brunatny lub czarny; kamienie takie, o szorstkiej powierzchni skutkiem wyciśniętego na nich wzoru, są nader przydatne na bruki w dziedzińcach, stajniach, oraz na chodniki i t. p.

7. **Żużlowce** nawapnione wyrabiamy, spuszczając płynny żużel wielkopiecowy w płynący strumień wody, przez co ziarnujemy go, t. j. zamiast zbitej masy otrzymujemy żużel w postaci ziarn. Żużel ziarnowany, zaczyniony wapnem lasowanem, formujemy w cegły, które bardzo prędko twardnieją na powietrzu, (gdyż wytwarza się w nich węglan i krzemian wapniowy) a łącznie z wyprawą wewnętrzną tworzą ciepłe i trwałe ściany.

8. **Cementowce** p. str. 97, przy betonie.

9. **Trocinowiec** (ksylolit) jest zlepkiem trocin drzewnych za pomocą lepia z tlenku magnezowego, który zaczyniamy rozczynem 30% chlorku magnezowego; mieszaninę wytłacza się w formach pod znacznem ciśnieniem. Płyty takie układa się na zaprawę z kredy, piasku i rozczynu szkła wodnego. Trocinowiec, jako zły przewodnik ciepła, daje posadzki cieplejsze od kamiennych, nie paczy się, jest ogniotrwały, bezpieczny od grzyba i wytrzymały na wilgoć, pochłania bowiem tylko 5% wody. Ciężkość właściwa 1,56. Płyty wyrabiają w wielkościach do 1,5 m², przy grubościach 10 do 26 mm.

Z trocinowca wyrabiają też lekkie i trwałe **dachówki**, (wyrabiane tw Warszawie) również pod wysokiem ciśnieniem tłoczni, a układają też i **posadzki** nie z płyt gotowych, lecz rozpościerając na podłożu betonowem lub t. p. przysposobioną mieszaninę trocinowcową i ubijając i walcując ją na miejscu.

10. **Deski gipsowe, cement marmurowy** i t. p. p. str. 90.

## b. Kamienie wypalane.

Materyałem surowym na nie jest glina wilgotna (ceglarska) z mniejszą lub większą zawartością piasku miałkiego lub gruboziarnistego, oraz z domieszkami tlenku żelazowego, wapienia, iskrzyku, części organicznych i t. p. Przysposobienie gliny przez zwietrzanie (wymrażanie), dołowanie, pławienie i t. p. spulchnia ją i usuwa z niej grubsze, a szkodliwe domieszki. Przez dodanie piasku, mąki ceglanej, trocin, garbowin, t. j. wyługowanej kory garbarskiej [a dla cegły ogniotrwałej: okruchów takiejże cegły (szamotu) lub wężowca i t. p.] zbyt tłusta glina staje się chudszą; przez zmieszanie gliny tłustej z chudą można również otrzymać mieszaninę przydatną. Mieszarką nożową, albo mięsieniem i ugniataniem ręcznem, doprowadzamy ciasto gliniane do zupełnej jednolitości, poczem formujemy cegłę na mokro, maszynowo lub ręcznie, albo też w tłoczniach na sucho, t. j. w stanie jak się kopie glinę. Cegła maszynowa jest więcej zbita niż formowana ręcznie (sztrychowana). Cegły dziurowane i dęte, kształtówki i rury wyrabiają się prawie wyłącznie maszynowo. Rozmiary formy powinny uwzględniać skurcz, który średnio bywa 1 : 10 do 1 : 7 wymiarów linijnych, a skurcz objętościowy będzie trzy razy większy. Skurcz najpewniej oznaczyć doświadczalnie przez wypalenie na próbę. W ciągu 10-ciu godzin robotnik uformuje ręcznie 2 do 3-ch tysięcy, maszyna mocy 10 *MK* z gliny mokrej do 30, a mocy 16 *MK* z gliny suchej do 40 tysięcy cegły.

Cegły wysuszone na powietrzu, na półkach, pod dachem, wypalają się następnie: Piece polne (mielerze) dają wiele odpadków, cegłę na wygląd nie piękną, lecz tanią i na zwykły użytek przydatną. Piece pierścieniowate systemu Hofman'a lub Licht'a są korzystne, bo, dozwalając wypalać bez przerwy, wyzyskują lepiej paliwo. Zużywają one 150 do 200 kg węgla na tysiąc twardo wypalonej cegły, a wydajność ich zależy od wielkości i bywa 2 do 20 i więcej tysięcy dziennie. Ciężkość właściwa cegły: p. str. 7 i 13, wytrzymałość p. T. I, str. 334 i 339.

1. **Cegła zwykła:** (Formaty cegły p. Dział **X**, rozdz. **II**, **a. 3.**) Dobra cegła powinna nie farbować, nie wchłaniać w siebie wody ponad 16%, przy uderzeniu młotem dźwięczyć jasno i czysto, a nie głucho lub z brzękiem, a nadto ma ona być twarda, a w krawędziach ostra, gdyż takie tylko cegły są wytrzymałe i trwałe.

Cegła dziurkowata (gąbczasta) na lżejsze ściany, wykusze itp. wyrabia się z gliny, do której dodano $^1/_3$ do połowy ciał palnych (trocin, miału węgla brunatnego, koksu albo garbowin, t. j. wyługowanych trocin kory garbarskiej), które się spalają. Cegły takie są

w przybliżeniu o połowę mniej wytrzymałe od zwykłych, lecz $m^3$ tych cegieł waży tylko 1130 do 1380 kg, a nadto są one złymi przewodnikami ciepła i dźwięku.

Cegła dziurowana z kanalikami (dziurami) graniastosłupowemi lub walcowemi, wzdłuż lub wpoprzek, posiada zalety poprzedniej, przy większej wytrzymałości.

Cegły dęte, zamiast oddzielnych kanalików w większej liczbie, są zupełnie puste, a mimo to, przy prawidłowym kształcie, np. o wklęsłych powierzchniach łożyskowych i t. p., są wytrzymalsze od zwykłych cegieł dziurowanych (A co do 500 kg/cm²).

2. **Klinkier** jest cegłą zupełnie zeszkloną (zeskwarzoną), a wyrabia się z gliny wapnistej, lub do której dodano piasku kwarcowego. Kształt zazwyczaj mniej prawidłowy. Wody klinkiery nie powinny wchłaniać wcale, a natomiast być jasnodźwięczące i twarde. Murują się na zaprawę cementową, a stosują do mostów i budowli wodnych, na opory dźwigarów, na silnie obciążone filary, na fundamenty, warstwy chroniące od wilgoci, na bruki i t. p.

3. **Licówka** wyrabia się staranniej, z gliny tłustszej, z dotłaczaniem, docinaniem i w kolorach rozmaitych. Wszystkie 3 wymiary powinny być przynajmniej o 2 mm większe niż wymiary zwykłej cegły normalnej (p. Dział **X**, rozdz. **II. a. 4.**). Powierzchnie łożyskowe czyni się chropowate przez nakarbowania (rowki). Licówka bywa często dziurowaną (wzdłuż). Angoby, t. j. powłoki barwne, albo polewy nadają licówce połysku, żywości barw, a nadto chronią ją od zwietrzenia, o ile powłoki te są wolne od pęknięć, a nawet najmniejszych zarysowań. Wymagać należy barwę ze wszech miar równomierną (bez zwietrzeń) i zupełnie ostry kształt, z uchybieniami w wymiarach w granicach $\mp 0{,}5$ mm.

W sposób podobny wyrabia się profilówki [na zymsy (gzymsy) obramowania okienne i drzwiowe i t. p.] kliniaste sklepieniówki podług krzywości sklepień ukształtowane, oraz licówki kliniaste w celu zwężenia spoin.

4. **Terakoty** są po części artystycznie obrobionemi wyrobami z bardzo tłustej gliny, wypalającej się w barwach zupełnie równomiernych, a formują się one w fornach gipsowych.

Do terakot można zaliczyć i wyroby gliniane nakładane, stosowane przeważnie na posadzki, do wykładania ścian i t. p., np. tak zwane płytki metlachowskie, wyrabiane jednak w równej dobroci i w Królestwie. Są to płytki z gliny tłustej, topniejącej łatwiej wskutek domieszki piasku kwarcowego, niepolewane, jednokolorowe lub wzorzyste, jednolite i w całej masie zupełnie zeszklone (zeskwarzone), albo też z podkładką pośledniejszą, oraz nałożoną na nią warstwą wyborową. Wytłaczają się na sucho. Układać można je na zaprawę cementową, lecz tylko od spodu, spoiny natomiast trzeba wypełniać jasnobarwnym wapnem wodotrwałem (hydraulicznem), bo związki zasadowe cementu, oddziaływając na płytki, zwłaszcza barw jaśniejszych, powodują czernienie krawędzi.

5. **Cegła ogniotrwała** i nietopliwa wyrabia się z gliny ogniotrwałej, z domieszką rozkruszonej cegły ogniotrwałej, wypalonej, a wy-

pala się w żarze białym. Stosownie do przeznaczenia wyrabiają ją bardzo zbitą i twardą, albo też kruchą. Muruje się ją na zaprawę ogniotrwałą, t. j. glinę tłustą, zmieszaną na sucho z okruchami cegły ogniotrwałej. Cegły i wyroby ogniotrwałe: w Królestwie Polskiem, tak w okręgu górniczym wschodnim, jak i zachodnim, oraz Ramsay i „Dinos“ w Anglii, Högenäs w Szwecyi i t. p.

Format rozmaity, zazwyczaj mniejszy niż cegły normalnej.

6. **Dachówki:** płaskie karpiówki i półkarpiówki, albo zakrzywione, jak np. esówki (holenderki), gąsiory i t. p. p. Dział X, rozdz. III B. Krycie dachów. W przeróżnych kolorach, angobowane lub polewane, a dla ochrony od kwasów zanurzają też dachówki w gorącą maź gazową. Nowsze wspustówki nie wymagają wypełniania spoin zaprawą, a z powodu wzajemnego zachwytywania na wpust zapobiegają one podciekaniu deszczu i podwiewaniu śniegu.

7. **Kafle** piecowe, zwykłe składają się z prostokątnej płyty polewanej i wewnętrznego, w prostokąt wygiętego żebra pogrubionego ku stronie wewnętrznej. Kafle formują się ręcznie z tych dwóch części oddzielnie, albo też maszynowo (w tłoczniach) od razu, a wypalają dwukrotnie. Po pierwszem wypaleniu nakłada się polewę.

8. **Rury kamionkowe,** mufowe, wewnątrz i zewnątrz polewane (na przewody płynów) o przekroju okrągłym (lecz również i eliptycznym, lub jajkowatym) wyrabiają w średnicach od 5 do 90 cm i wyżej, wraz z przynależnemi kształtkami (fasonami) jako to: krzywkami, kolanami rozczepkami, *) zwężkami (stożkowatemi), syfonami i t. p. Rury prostokątne, niepolewane, lub wewnątrz polewane, na kanały dymowe i przewietrzające, wyrabiają się jedno- do czterokanałowe, o przekrojach 70 do 2350 $cm^2$ w świetle.

Sączki, są to rurki gliniane, przeważnie mniejszych średnic, z gliny cegłarskiej wypalane, przepuszczające możliwie wodę, w obydwóch końcach prosto ścięte. Długość około 30 cm, średnica od 25 do 150 mm w świetle. Na złączeniach przystawiają się na głucho do siebie (na podłożonej cegle lub kamieniu) albo też łączą na oddzielne mufki (krótkie rurki większej średnicy) lub półmufki (takież rurki przecięte wzdłuż). Formują się przeważnie maszynowo.

---

# V. ZAPRAWY, WYPRAWY (TYNKI), CEMENT, BETON I T. P.

## a. Zaprawy napowietrzne.

Zaprawy te stosują się do murów, które otacza tylko powietrze (nie woda).

1. **Zaprawa gliniana** z chudej gliny zwilżonej, z domieszką sieczki i t. p. twardnieje przez proste wysychanie, jest zatem mało wy-

*) Nazwa wytworzona od czasownika rozczepiać, czyli rozkraczać, trudniejsza w wymowie nazwa rozszczepka wskazywałaby rozszczepienie się rury na 2 odnogi.

trzymała, a woda łatwo ją wypłucze. Stosuje się do ścian wewnętrznych, niezbyt obciążonych, do dobrze osłoniętych ścian zewnętrznych, oraz do palenisk. Jest to najtańsza, a prędko schnąca zaprawa, nieprzepuszczająca zimna, a stosowna też na powłoki chroniące drzewo od pożaru.

Wyśmienite klepiska (boiska) w stodołach, kręgielniach i t. p., bo twarde, a zarazem sprężyste, klepią się z gliny z domieszką młotowin (zędzy) albo krwi bydlęcej; krew tę ma podobno zastępywać skutecznie powłoka z kainitu, utrzymywanego w stanie wilgotnym.

2. **Zaprawa wapienna**, zwykła. Wapno na zaprawę powinno wypalać się z wapieni (możliwie niezanieczyszczonych piaskiem i gliną) przez silne żarzenie w wapieniakach (wapiennikach), obecnie przeważnie pierścioniowatych (p. str. 85), podczas którego bezwodnik węglowy się ulatnia. Wapno wypalone trzeba chronić od dostępu wilgoci i powietrza, aby nielączyło się z $CO_2$, przez co traciłoby swą siłę — martwiałoby. Wapno palone, czyli żrące, gasimy wodą miękką, najlepiej deszczową, bądź to na suchy proszek, zbryzgując tylko wodą stos wapna, przykryty warstwą piasku, bądź też na ciasto wapienne.

W tym celu wapno zalewa się równą (na wagę) ilością wody; wapno rozpękuje i pęcznieje, poczem dodajemy jeszcze podwójną ilość wody, mieszając bez przerwy. [Gdy za mało wody, wapno się przeparza, gdy za wiele, przeziębia. Przepalone zaś kawałki wapna tworzą się w wysokim żarze z wapna chudego]. — Otrzymane mleko wapienne spuszcza się do dołu (nie obmurowanego), w którym się ono odstawa: zanieczyszczenia oddzielają się, wszystkie cząsteczki dogaszają się w zupełności, a mleko wapienne przemienia się ostatecznie w ciasto, które, pokrywszy warstwą piasku, możemy dołować przez lat wiele.

Wapno wypalone prawidłowo z wapienia chudego gasi się na chude ciasto ziarniste i mało ciągliwe. 1 cz. obj. wapna tłustego z 3-ma częściami wody wydaje 3 cz. obj. ciasta tłustego, a 1 cz. wapna chudego z 2-ma cz. wody tylko 2 części chudego ciasta wapiennego. Tłuste ciasto wapienne w dole powinno popękać na powierzchni, zanim się stanie zdatnem do użycia. Świeże mleko wapienne nie nadaje się na zaprawę do wyprawiania.

Zaprawę przyspasabiamy, dodając do średnio grubego, ostrego piasku kwarcowego (wedle możności z domieszką $^1/_3$ cz. piasku drobnego) tyle ciasta wapiennego, aby właśnie wypełniło przestrzenie między ziarnami, t. zn. aby się objętość (piasku) nie zwiększyła. Piasek ma być czysty, przedewszystkiem nie zanieczyszczony ani gliną, ani częściami organicznemi. Zwykłe stosunki objętościowe zapraw wapiennych z ciasta tłustego są: na ściany nadziemne 1 ciasta wap. 3 piasku; na mury podziemne 1 ciasta wap., 4 piasku. Na 1 cz. ciasta chudego bierze się 1 do 2-ch części piasku. Im więcej ciasta w zaprawie, tem ona droższa, tem dłuższego potrzebuje czasu na stężenie, lecz tem wytrzymalszą też ostatecznie się stanie. Dodatek zsiadłego mleka krowiego nadaje zaprawie wapiennej nadzwyczajnej twardości. Zaprawa przyspasabiana w mieszarkach wypada taniej, lecz trzeba zużywać ją pospieszniej.

Twardnienie zaprawy wapiennej: Skutkiem częściowego parowania wody rozpoczyna się wysychanie, przez co cząstki spajają się silniej, lecz równocześnie zaprawa staje się nieco dziurkowatą: „zaprawa tężeje". Dopiero, gdy znaczna część wody się ulotni, rozpoczyna się właściwe twardnienie pod wpływem bezwodnika węglowego, zawartego w powietrzu, który z wody wapiennej (powlekającej cienką warstwą oddzielne cząsteczki zaprawy, a będącej rozczynem wapna gaszonego w 800 cz. wody) osadza kryształki węglanu wapniowego, tworzące właściwe, trwałe spoiwo zaprawy stwardniałej. Wysychanie to i twardnienie postępuje zwolna od zewnątrz ku wnętrzu i potrzeba lat wielu na to, by wszystko wapno zamieniło się na węglan. Z cegły nie maczanej należycie mur nie będzie wytrzymały. Zaprawa, sztucznie suszona przez ogrzanie, rozpada się; mróz zaś powoduje jej pękanie; dla tego też murowanie przy mrozach przekraczających —2 do —4° bywa policyjnie wzbraniane. Dobra zaprawa wapienno-piaskowa posiada $K = 40$ kg/cm².

Dodając nieco cementu portlandzkiego, przyspieszamy znakomicie tężenie, zwiększając zarazem i twardość i wytrzymałość. Zaprawa gliniano-wapienno-piaskowa nie tężeje wogóle, daje zatem mur słaby i nie należałoby jej wcale stosować.

Na wyprawy wewnętrzne dobrą jest zaprawa z ciasta wapiennego, gipsu i mniejszej ilości piasku. Przyspieszanie wysychania i twardnienia wyprawy ściennej z pomocą koszy żelaznych z palącym się koksem, ustawianych na podstawie ogniotrwałej, powoduje rysy powierzchniowe i mimo współdziałania bezwodnika węglowego, osłabia zaprawę.

3. **Zaprawa gipsowa** przyspasabia się przez zaczynienie proszkowanego gipsu palonego. Gips kopalniany (p. str. 80) przez wypalanie przy 200° traci 21% wody, t. j. wszystką swą wodę krystaliczną, poczem rozczyniony wodą, chciwie ją znów pochłania i skutkiem tego krzepnie na masę wytrzymałą, aczkolwiek nie zbyt twardą. Gips zagrzany mało co ponad 200° przepala się, skutkiem czego traci zdolność powrotnego łączenia się z wodą. Zagrzewając go jednak dalej, ponad 400° i wyżej, czynimy go cięższym i bardziej zbitym, a nadto staje on się wodotrwałym, t. zn. tężeje z wodą bardzo wolno, lecz na masę nader twardą.

Pierwszy z tych gatunków, wypalany zazwyczaj tylko przy 130°, zatrzymuje jeszcze 5% wody, a sproszkowany daje **gips sztukatorski**, który, zaczyniony wodą, nie zagrzewa się bardzo i krzepnie w pół godziny, przyczem pęczniejąc nieco, wypełnia dokładnie formę. (Ozdoby gipsowe z form klejowych). Wypalany w temperaturze wyższej, do 200°, krzepnie szybko, a zagrzewa się przytem tak silnie, że stapia częściowo formy klejowe. Gips taki, podobnie jak i niedopalony, (przy 120°) pęcznieje dopiero po skrzepnięciu.

Drugi gatunek, t. j. **gips mularski** i na jastrychy (o ile wszystkie jego cząstki podlegały słabemu żarowi czerwonemu) proszkowany i zaczyniany wodą, krzepnie na podobieństwo cementów zwolna tężejących. Sztywne takie ciasto gipsowe pozostaje jeszcze miękkiem przez wiele godzin, a tężeje zupełnie dopiero po upływie wielu dni,

staje się jednak natenczas nader wytrzymałem, zbitem i opornem na wpływy atmosfery, a przytem nie pęcznieje ono wcale.

Inne zastosowania gipsu sztukatorskiego: **wyprawa** ścian i sufitów z gipsu z wapnem lub piaskiem; **deski gipsowe,** w grubościach do 9 cm, na lekkie, a prędko się ustawiające przepierzenia, stropy itp. (p. Dział **X**, rozdz. **IV b. 2).** Ściany **„Rabitz'a“:** Proszek gipsowy, zaczyniany wodą klejową, miesza się z zaprawą wapienno-piaskową i nakłada na plecionkę drucianą. (p. Dział X, rozdz. IV, b. 2). **Scagliola** z gipsu proszkowanego, zmieszanego z również proszkowanym spatem gipsowym i zaczynionego wodą klejową. **Marmur stiukowy** z proszku gipsowego, wody klejowej i barwników, nakładany na szorstką wyprawę spodnią. Nadto: Gips ałunowy, cement marmurowy Keene'a, stucco-lustro i t. p. Wszystkie te roboty gipsiarskie można znakomicie utwardniać i utrwalać zapomocą fluatu Kessler'a.

Zastosowania gipsu jastrychowego: **Zaprawa gipsowa:** np. w Paryżu stosują ją do wszelkich murów ponadziemnych, jako też do wypraw zewnętrznych, w postaci sztywnego ciasta bez wszelakich dodatków.

By przyspieszyć wysychanie i dla oszczędności dodają często $^1/_3$ do $^1/_2$ piasku, albo mąki ceglanej. Zaprawa ta zlepia się znakomicie z kamieniami, a ostatecznie staje się nawet twardszą od nich (np. piramidy, budowle w Kazimierzu n. Wisłą). **Jastrych gipsowy,** z grubo mielonego gipsu, wylewany na podkład (nie zbyt mokry) żwiru, żwirku, albo na klepisko gliniane, a po 24 godzinach wygładzony i nasycony zagrzanym olejem lnianym, jest posadzką tanią, trwałą, oporną na ogień, wodę, myszy i t. p., i nader przydatną do spiżarń, spichrzy, sieni, poddaszy i t. p. Jastrych gipsowy, lecz tylko na stropach masywnych, pokryty linoleum, jest wyśmienitą posadzką. **Beton gipsowy,** przyrządzany na sposób betonu cementowego, jest wybornym materyałem na ściany ubijane lub odlewane, na sztuczne kamienie i t. p., a o ile się go tylko ochroni od wilgoci ziemnej, wytwarza on ściany nader suche, których trwałość sprawdziły już wielokrotnie doświadczenia.

## b. Zaprawy podwodne (wodotrwałe, hydrauliczne, cementowe).

Materyały surowe na zaprawy takie bywają przeróżne; składnikami zasadniczemi są jednak zawsze glina i wapno. Miarodajną w zaprawach podwodnych jest zawartość krzemianu glinowego.

1. **Pucolany** są to krzemiany glinowe rodzime, lub przez wyżarzenie sztucznie roztworzone, a posiadające tę właściwość, że wapno gaszone, z niemi zmieszane, tężeje i twardnieje pod wodą.

α) Pucolana naturalna: **ziemia pucolanowa** (Włochy, Francya), **ziemia santorynowa** (Grecya), **tras** (nad Renem).

**Zaprawa trasowa.** Tras najlepiej sprowadzać w kawałach i mleć tuż przed użyciem. Zaprawa trasowa jest właściwie podwodną, lecz używa się i na powietrzu. Mieszaniny dobre są, w częściach na wagę, np. 1 wapna palonego, 2 wapna gaszonego na mąkę,

1 trasu i możliwie mało wody; albo 1 do 4 ciasta wapiennego mokrego, 2 trasu, bez dodatku wody; a mieszaniny z piaskiem: od 1 trasu, 1 wapna, 1 piasku do 1 trasu, 2 wapna, 4 piasku.

$\beta$) Pucolany sztuczne: każda glina wypalona, w postaci mąki, a zatem i mąka ceglana. Zaprawa podwodna, często stosowana jest, np. 3 ciasta wapiennego, 2 mąki i 3 piasku (na objętość). Ziarnowany żużel wielkopiecowy, o składzie stosownym (50 do 60% $SiO_2$ i 15 do 20% $Al_2O_3$) zmieszany z ciastem wapiennem, krzepnie zwolna, lecz staje się nader twardym. Wyrabiane z niego cegły żużlowe (p. p. 7 str. 84) są silnie hydrauliczne. Wreszcie popiół węgli kamiennych lub brunatnych, o podatnym składzie chemicznym, w mieszaninie z wapnem gaszonem na mąkę i z przymieszką szkła wodnego (z piaskiem lub bez niego) może dać przydatną zaprawę podwodną.

2. **Wapna wodotrwałe** wypalają się z wapieni zanieczyszczonych w stopniu odpowiednim (20 do 25%) krzemianami glinowymi i piaskiem, np. wapienie septaryowe, niektóre margle, wapienie jurańskie i muszlowe. W kawałach wielkości pięści układają się one z węglami w piece warstwowe (szachtowe, szybowe), wypalają tylko do zeskwarzenia, aby nie nastąpiło jeszcze zeszklenie, i mielą. Stosować trzeba je w stanie świeżym. Z piaskiem lub bez niego wapno to, zaczynione wodą, twardnieje szybko pod wodą, dosięgając mniejszej lub większej wytrzymałości. Niektóre gatunki później pęcznieją, czemu nie da się zapobiedz nawet przez obfite dodatki piasku. Wapno wodotrwałe (bez piasku) zaczynione skąpo wodą, używa się na mury w wodzie bieżącej lub falującej; z piaskiem (3 cz. obj. wapna, 2 cz. piasku) na mury w mokrem; 1 cz. wapna, 6 do 8 cz. piasku na wyprawy ścian i murów.

**Cementy rzymskie,** z których najdawniejszemi są angielskie, są również rodzajem wapna wodotrwałego; są one tańsze od portlandzkich; ciężkość właściwa proszkowanych, luźno nasypanych: średnio 0,82; utrząśniętych: średnio 1,27.

3. **Cement portlandzki** jest sztucznem wapnem wodotrwałem, otrzymanem przez wypalenie pewnej, oznaczonej mieszaniny gliny i wapna, posiada zatem właściwości i przymioty bardziej równomierne niż naturalne wapna wodotrwałe. Dobroć jego zależy od jakości materyałów surowych, zwłaszcza gliny, od ich należytego i dokładnego przemieszania, od stosownej temperatury wypalania i od miałkości zmielenia.

Cement portlandzki jest bardzo miałkim proszkiem brunatnawym do zielonawo-szarego. Ciężkość właśc.: luźno nasypanego 1,3, utrząśnionego 1,95, a stwardnionego 2,7 do 3,2. Przebieg twardnienia cementów i innych lepi wodotrwałych, oraz połączone z niem objawy, nie znalazły dotychczas jeszcze zadawalniającego objaśnienia. Skład chemiczny dość równomierny, średnio: 60% wapna, 23% kwasu krzemowego, 7,5% glinki (tlenku glinowego) i t. d. W sprawie domieszek można uznać za obowiązujące, co następuje:

Wyrób, do którego domieszano w czasie wypalania lub później ciała obce, nie uważa się już za cement portladzki, a sprzedawanie takiego wyrobu pod nazwą cementu

portlandzkiego wypada uznać za postęp. Dozwala się jednakże domieszka gipsu do 2%. Dobrego cementu portlandzkiego nie polepsza domieszka krzemianów wapniowych (żużli wielkopiecowych, zmielonych, trasu i t. p.). Lecz gdyby nawet podobne domieszki miały cement polepszać, mimo to nie można ich dozwolić, gdyż kupujący nie zdoła ocenić ich ilości i jakości.

## α) Warunki dostawy i prób cementu portlandzkiego.

Okólniki **pruskiego ministra robót publ.** z 28 lipca 1887 i 23 kwietnia 1897 r. *)

(Streszczenie).

1. **Opakowanie i waga.** Cement można pakować w beczki lub worki, oznaczone firmą lub marką fabryczną, oraz wagą brutto i netto. Beczki normalne ważą 180 kg br. = około 170 kg netto; półbeczki 90 kg br. = około 83 kg netto; ćwierćbeczki 45 kg brutto = około 40 kg netto. Dozwalają się nadto beczki 200 kg brutto. Dla określenia wagi odbiorca wybiera przynajmniej 10% dostarczonych beczek lub worków i przeważa je, oznaczając wagi brutto i netto. Jeżeli wagi tak określone chybiają do $\mp$ 2% względem wag oznaczonych przez fabrykanta, to wagi w końcu wspomniane mają być podstawą zapłaty. Przy różnicach przekraczających 2% nadwagi się nie płaci, a określona niedowaga, ponad dozwolone 2%, strąca się z całej dostawy.

2. **Czas krzepnienia.** Stosownie do przeznaczenia można zamawiać cement portlandzki krzepnący szybko lub powoli. Powoli krzepnącym jest cement krzepnący nie wcześniej niż po dwóch godzinach, przy średniej temperaturze wody i powietrza 15 do 18°.

Szybkokrzepnący cement może zagrzewać się znacznie, powoli krzepnący zaś tylko nieznacznie. Przez dłuższe leżenie na składzie cement portlandzki staje się powolniej krzepnącym, zyskując na wytrzymałości, gdy leży w składzie suchym i nieprzewiewnym. Niewłaściwymi byłyby zatem warunki dostawy, żądające wyłącznie świeżego towaru.

3. **Niezmienność objętościowa.** Cement portlandzki nie ma pęcznieć, t. zn. nie ma zmieniać swej objętości. Próba rozstrzygająca: Placek z ciasta cementowego na szkle, ochroniony od wysychania, a po 24 godzinach włożony w wodę, nawet po 28 dniach nie ma okazać ani zwichrzeń, ani skrzywień, ani też rysów.

4. **Miałkość:** Ze 100 g na sicie o 900 oczkach/cm² może pozostać co najwyżej 10 g. Grubość drutu sita równa połowie szerokości oczka.

5. **Próby wytrzymałości.** Miarodajną jest próba z mieszaniną cementu i piasku, dokonana na rozerwanie i zgniecenie, sposobem ujednostajnionym, z próbkami jednostajnych kształtów i wymiarów i na przyrządach jednego gatunku. Poza tem zaleca się i próbowanie cementu czystego.

Próbki na rozerwanie mają przekrój rozrywany 5 cm², próbki zgniatane mają być kostkami o ścianach po 50 cm². Trwanie zrywania określa się warunkiem, aby w czasie zrywania przyrost obciążenia był 100 g/sek. Ciśnienie ma się wywierać na boczne ściany kostki, nie zaś na podstawę i obrobioną wierzchnią ścianę. W celu otrzymania wiarogodnych wyników średnich, trzeba dla każdego doświadczenia przyrządzić po 10 próbek. Średni wynik 10-ciu prób obowiązuje.

Cement portlandzki, powoli krzepnący, przy próbie na rozerwanie (3 części wagowe piasku normalnego i 1 cz. cementu) powinien po 28-miu dniach, (1 dzień na powietrzu, 27 pod wodą) wykazać $K_z \geq 16$ kg/cm², a przy zgnieceniu $K \geq 160$ kg/cm².

Cement portlandzki, szybko krzepnący, może posiadać mniejszą wytrzymałość po 28-miu dniach, w zależności od trwania krzepnienia, które wypada oznaczać i zapisać wraz z wytrzymałością.

Cement o większej wytrzymałości, dozwalając często na stosunkowo większą domieszkę piasku, zasługuje też na wyższą cenę.

Próby zgodne można otrzymać jedynie przy stosowaniu zawsze i wszędzie równego piasku. Taki **piasek normalny** otrzymamy, przemywając możliwie czysty piasek kwarcowy i przesiewając go (po wysuszeniu) przez sito mające 60 oczek/cm² przy grubości drutu 0,38 mm; sito oddzieli części zbyt grube; następnie odsiewamy piasek na sicie, posiadającem 120 oczek/cm², przy grubości drutu 0,32 mm, przez co odsiejemy części zbyt drobne. Pozostały na drugiem sicie piasek normalny ma ciężkość właściwą średnio 1,41.

---

*) Centralbl. d. Bauverw. 1887, str. 309 i 1897 str 205, odbitka z pierwszego u Wilh. Ernest & Sohn, Berlin W. 66.

[Dalej okólnik określa sposób przyrządzania próbek i dokonywania prób].

Uwaga: Zjazd niemieckich fabrykantów cementu w dniu 19 maja 1894 określił wagi brutto beczek i sposób znaczenia beczek zgodny z podanym powyżej pod 1. podług okólnika min. z 23 kwietnia 1897.

## β) Warunki techniczne odbioru cementu portlandzkiego, przepisane przez rosyjskie ministeryum dróg i komunikacyi. *)

### (Streszczenie).

§ 1. **Określenie:** Cement portlandzki otrzymuje się z margli naturalnych lub ze sztucznej mieszaniny materyałów zawierających glinę i wapień, przez ich wypalanie do zeskwarzenia się i następne zmielenie.

Cecha wodotrwałości (hydrauliczności) t. j. stosunek wagowy tlenku wapniowego, sodowego i potasowego, razem wziętych ($CaO$, $Na_2O$ i $K_2O$) do bezwodnika krzemowego i tlenku glinowego ($SiO_2$ i $Al_2O_3$) również razem wziętych, ma być 1,7 do 2,2. Po dodaniu domieszek dozwolonych, t. j nieprzekraczających 2%, cement niema zawierać bezwodnika siarkowego ($SO_3$) ponad 1,75%, a tlenku magnezowego ($MgO$) ponad 3%.

§ 2. **Zasady prób.** Dostawy ponad 3000 beczek dzielą się na partye do 3000 beczek. Z każdej partyi wybiera się 0,3% beczek, a z każdej beczki po 6,1 kg (15 funt.) cementu. (Przy dostawach niżej 3000 beczek partye po 1000 beczek, z każdej partyi ½% beczek, a z każdej beczki ilość cementu jak powyżej. Przy dostawie niżej 1000 beczek całość stanowi jedną partyę, a próbki biorze się przynajmniej z 3-ch beczek). Dostawy niżej 500 beczek można odbierać na podstawie prób uproszczonych, t. j. na stałość objętości i ciężkość właściwą, znając wyniki prób poprzednich. Próby niezmienności objętościowej robią się oddzielnie dla każdej beczki wybranej, pozostałe próby natomiast dla mieszaniny wszystkich wziętych próbek. Cement do prób można zaczyniać wodą słodką, morską albo przekropioną, przy temperaturze pokojowej 15 do 18° i takiejże temperaturze wody; w razie niemożności spełnienia tego warunku wypada zaznaczyć temperatury. Z jednego zaczynu można conajwyżej przyrządzać po 6 próbek, o ile się je wykończy przed rozpoczęciem krzepnienia. Mieszanie ciasta z cementu i piasku ma trwać 5 minut, a próbki powinny przyrządzać wedle możności te same osoby i temi samemi narzędziami. Wszelkie próbki przyrządzają się na płytkach niewchłaniających wody i t. p. i utrzymują się w przestrzeni wilgotnej.

§ 3. **Ciężkość właściwa** (po wysuszeniu cementu przy 120°) ma być nie mniejsza niż 3,05, a oznacza się objętościomierzem Lechatelier'a lub Schuman'a.

§ 4. **Krzepnienie** ma zaczynać się (licząc od chwili zaczynienia wodą) nie wcześniej niż w 15 minut, kończyć zaś nie wcześniej niż w godzinę, a niepóźniej niż w 12 godzin; cement ma zatem być **powoli** krzepnącym. Woda dla zaczyniania czystego cementu do tej próby powinna być słodka i na oko czysta, ciasto zaś średniej gęstości, t. j. z domieszką normalnej ilości wody: 22 do 30%. Należy określać doświadczalnie dla danego gatunku cementu tę normalną ilość wody, która zresztą dla danej marki bywa dość stałą. Krzepnienie zaczyna się, gdy igła Vicat'a, o przekroju kwadratowym 1 mm², obciążona 300-tu gramami, zanurza się w ciasto cementowe prawie do dna, nie dosięgając go jednak o 0,5 mm; kończy się zaś, gdy taż igła pogrąża się w ciasto tylko na 0,5 mm od wierzchu. Szacunkowo można uważać cement za skrzepnięty, jeżeli lekkie naciśnięcie paznogciem (na placek 8 do 10 cm średnicy i 1 cm gruby, na szkle lub płytce metalowej) nie zostawia znacznego śladu, a przy pocieraniu placka nie występuje już z niego woda.

§ 5. **Niezmienność objętościowa.** Próby w wodzie (1 dzień na powietrzu, 27 w wodzie) i nagrzania (1 dzień na powietrzu, w każdym razie aż do skrzepnięcia zupełnego, potem 90 minut ogrzewania w powietrzu przy 120°). Placki wykonane w sposób wskazany w § 4 nie powinny po próbie okazywać ani rysów, ani zakrzywień lub zwichrzeń na obwodzie. Rysy dośrodkowe w środkowej części placka przy próbie na gorąco nie dowodzą zmienności objętościowej. Gdy cement po 7 dniach wytrzymuje próbę wytrzymałości tak, że próba po 28 dniach (podł. § 7) staje się nie potrzebną, to cement odbiera się bez próby na niezmienność objętościową po 28 dniach, o ile próba na gorąco zadowoli. Próbę na niezmienność objętościową po 28 dniach trzeba jednak wykonać, a gdyby wypadła niekorzystnie, to następne dostawy tejże samej fabryki podlegać będą i próbie 28-mio dniowej.

---

*) Zbiór rozporządzeń ministeryum dr. i kom. dla służby drogowej dróg żelaznych zeszyt III, Petersburg 1900, drukarnia A. G. Farber'a.

§ 6. **Miałkość:** Na sicie mającem 4900 oczek/cm² ma się zatrzymywać mniej niż 50%, a na sicie posiadającem 900 oczek/cm² mniej niż 15% ilości próbnej. Grubość drutów w pierwszem sicie 0.05 mm, w drugiem 0,1 mm.

§ 7. **Rozrywanie** próbek ujednostajnionego kształtu i wymiarów, o przekroju rozrywanym 5 cm². Próbki z cementu czystego i z piaskiem zaczyniają się normalną ilością wody; (dla cementu czystego jak w § 4. a dla mieszaniny z piaskiem 1 : 3 najlepiej podług wskazówek dostawcy, a w ich braku, bierze się około 10%, sprawdzając ilość tę doświadczeniami). Próbki, przyrządzone w formie oczyszczonej i natłuszczonej, na podkładce nieprzemakalnej, wyjmują się z formy dopiero po skrzepnięciu, trzymają do 24-ch godzin w powietrzu wilgotnem, potem zaś pod wodą — a próbują się na rozerwanie na przyrządzie Michaelis'a.

Próbki z czystego cementu po 7-miu dniach powinny wykazać $K_g \geq 20$ kg/cm², a po 28-miu dniach: $K_g \geq 25$ kg/cm². Gdy próba siedmiodniowa wykaże $K_g \geq 23$ kg/cm², to cement odbiera się bez próby 28-miodniowej, którą mimo to trzeba wykonać, aby w razie wyniku niezadawalniającego następne dostawy tejże marki odbierać dopiero po próbie 28-miodniowej. Próbki z mieszaniny 1 cz. (na wagę) cementu i 3 cz. piasku normalnego mają wykazać po 7-miu dniach: $K_g \geq 7$ kg/cm², a po 28-miu dniach $K_g \geq 10$ kg/cm². Gdy próba siedmiodniowa wykaże $K_g \geq 8$ kg/cm² postępuje się w sposób podobny, jak dla próbek z czystego cementu, dających lepsze wyniki.

**Piasek normalny** otrzymujemy, przesiewając możliwie czysty piasek kwarcowy, przemyty i wysuszony, przez 3 sita, mające 64.144, wzgl. 225 oczek/cm², i mieszając z sobą pół na pół pozostałość z sita drugiego i trzeciego. Grubość drutu w sicie pierwszem 0,3 mm, w drugiem 0,3 mm (dla trzeciego sita grubości drutu nie wskazano).

§ 8. **Opakowanie i waga.** Beczki mają mieć ujednostajnione wagi netto 167,7 kg (10,25 puda) i około 180 kg (11 pudów) brutto. Sprawdza się wagę beczek brutto, płaci zaś podług zawartości netto, nie licząc ubytku wskutek wyprószania się cementu. Beczki mają być znaczone widocznemi literami, firmą lub marką fabryczną, numerem partyi, rokiem wyrobu, a nadto powinny nosić na sobie napis: Cement portlandzki. Dostawa w workach dozwala się tylko przy wyraźnem zawarunkowaniu takiego, a nie innego opakowania. Brak wagi do 2% na rozprószenie się cementu nie potrąca się, przewyżka zaś niedowagi ponad 2% strąca się z rachunku. Sposób określenia wagi netto całych partyi pozostawia się wzajemnej umowie.

4. **Inne cementy sztuczne** są, np. **cement biały** Ransome'a z gliny, kaolinu i kredy; jest on marmurowaty. Dalej z okrzemkówki i kredy; albo z silnie wyżarzonej mieszaniny kredy z kwarcem, zaczynionej następnie szkłem wodnem i t. p.

**Cement żużlowy** składa się z 2-ch cz. obj. ziarnowanego i na pyłek rozmielonego żużla wielkopiecowego, odpowiedniego gatunku i 1 cz. obj. mąki z wapna palonego lub gaszonego*); do mieszaniny takiej, stosownie do jakości wapna i żużla, dodają jeszcze 5 do 10% domieszek pucolany, krzemianów, zwłaszcza glinowych.

5. **Zastosowania lepi wodotrwałych:** na zaprawy podwodne, które i na powietrzu trzymają się znakomicie, na beton, na wyrób sztucznych kamieni (rur, zbiorników wodnych, ozdób i t. p.)

### a. Zaprawa podwodna na mury i t. p.

Cement czysty (bez domieszki piasku) używa się zazwyczaj tylko pod wodą do wypełniania pęknięć i szczelin, do zatamowania źródeł i t. p., a nadto do zalewania (utwierdzania) żelaza w kamieniu. Poza tem cement (chociażby ze względu na koszta) stosuje się z domieszką piasku, który pożądany jest w gatunku drobnym, ostroziarnistym; najwłaściwszym będzie kwarcowy piasek kopalny; powinien on (również jak woda) być niezanieczyszczony, zwłaszcza gliną. Cement szybko krzepnący miesza się naprzód z piaskiem, a po-

*) Stosunek mieszaniny zależy od jakości żużli i wapna.

tem dopiero zaczynia wodą; powoli krzepnący można zaczynić oddzielnie, dodając piasku później. Staranne przemiesienie jest nieodzowne. Zaprawa powinna być możliwie gęsta, a więc niezbyt rozwodniona.

Zaczynia się nie więcej zaprawy odrazu, niż jej można zużyć, zanim zacznie krzepnieć. Ponieważ cement do stwardnienia potrzebuje dużo wody, wypada zatem cegły nasycać wodą przed ich układaniem, a powierzchnie pod wyprawę nietylko starannie oczyszczać, lecz i zmoczyć kilkakrotnie, wyprawę zaś, zwłaszcza zymsy i inne snadniej wysychające części wystające, jeszcze przez 2 tygodnie po wykończeniu utrzymywać w stanie nawilżanym, w celu zapobieżenia pękaniu i odłuszczaniu. Stosunki mieszanin w częściach objętościowych: zaprawa cementowa, nader tłusta: 1 cementu, 1 piasku; zwykła: 1 cementu na 3 do 4-ech piasku; chuda 1 cementu na 5 do 6-ciu piasku. Objętościowo daje mieszanina: 1:1 około 1,5 zaprawy, 1:2 około 2,3, 1:3 około 3,1, 1:4 około 3,8, 1:5 około 4,9. Zaprawa półcementowa: 1 cementu, 1 ciasta wapiennego 5 do 6 piasku. Na podkład 15 do 20 cm gruby pod asfalt uliczny starczy mieszanina 1 cementu na 8 do 10 żwirku (piasku bardzo gruboziarnistego), t. zn. 1 beczka cementu 170 kg netto na 1 m³ żwirku. Wytrzymałość zapraw cementowych p. T. I, str. 334.

Czysty cement rysuje się łatwiej niż z domieszką piasku, nadaje się zatem na uszczelnianie mniej niż zaprawa cementowa z drobnym, czystym piaskiem, np. mieszaniny poniższe uszczelniają należycie i są nieprzemakalne: 1 cementu, 1 piasku; 1 cementu, 2 piasku i $^1/_4$ do $^1/_6$ ciasta wapiennego: 1 cementu, 3 piasku, 1 ciasta wapiennego: albo wreszcie 1 cementu, 6 piasku i 3 ciasta wapiennego. Grubość warstwy 1,5 do 2,5 cm. Powłoka z fluatów cementowych Kessler'a uszczelnia jeszcze więcej zaprawy cementowe.

Mróz niszczy zaprawę cementową, dopóki większa część wody zaprawy nie zwiąże się chemicznie (przez 2 tygodnie). Domieszka chudego ciasta wapiennego do chudej zaprawy cementowej zwiększa jej szczelność, wytrzymałość na ciśnienie i przyczepność do kamieni. Taka zaprawa cementowo-wapienna, jako wiele tańsza, nadaje się wszędzie, gdzie wysoka wytrzymałość tłustej zaprawy cementowej nie jest niezbędna, np. na sklepienia i wyprawy; takie zaprawy półcementowe są wygodne w robocie, dają ostatecznie mur bardziej wytrzymały niż na chudej zaprawie cementowej, nie mówiąc już o zaprawie wapiennej. Zaprawa cementowa znosi wysokie temperatury i zsycha się mniej niż zaprawa wapienna.

**Zaprawa pucolanowa,** na kamienie łupane: 1 wapna, 6 pucolany; na cegłę: 3:7; na wyprawy: 2:3, w stosunku objętości.

### b. Beton.

**Beton** stosuje się na fundamenty podwodne lub zawilżone, a więc w wodnictwie, na jastrychy, stropy, na całe budowle, tak domy jak i mosty i t. p. *) na kamienie sztuczne (cementowce) i przeróżne z nich wyroby. Cement (najlepiej portlandzki) miesza się z piaskiem i szabrem lub żwirem, z dodatkiem wapna lub bez niego, a mieszа-

*) Zeitschr. f. Bauwesen 1896, str. 279. — C. v. Bach: Doświadczenia nad sprężystością betonu, Zeitschr. d. Ver. d. Ing. 1895, str. 489.

ninę tę przewilża się zaledwie. Tak piasek (najlepiej czysty piasek kwarcowy), jako też i szaber — (najlepiej ostry z rozłamów kamieni twardych, zbitych i chropowatych, a nie okrągławy i gładki żwir) powinno się oczyścić należycie i namoczyć przed użyciem. Wielkość kamieni lub szabru do 6 cm, lecz powinny być i mniejsze kamyki wszelkich rozmiarów, w celu lepszego wypełnienia przestrzeni między większymi. Zaprawa z cementu ze żwirem, bez piasku, jest znacznie mniej wytrzymała.

Zaprawa cementowa użyta odrazu pod wodą nabiera znacznie mniejszej wytrzymałości, aniżeli gdy naprzód skrzepnie i stwardnieje w powietrzu wilgotnem: cementy szybko lub powoli krzepnące zachowują się pod tym względem rozmaicie. Wprost pod wodą zastosowany cement szybko krzepnący posiada po 24 godzinach większą wytrzymałość niż powoli krzepnący, po 7 dniach mniejszą, a po 28 dniach znów prawie równą. Na powietrzu cement na razie szybko krzepnący, po 24 godzinach ma wytrzymałość większą aniżeli powoli krzepnący, który jednak po tygodniu i po 4-ch tygodniach wykazuje naodwrót wytrzymałość znacznie większą. Jeżeli można, wypadałoby zatem unikać betonowania wprost pod wodą, to zn. odtamować wodę przynajmniej aż do chwili zupełnego skrzepnięcia cementu, o ile woda da się usunąć w taki sposób, aby jej napływ nie wypłukiwał betonu. Do robót wykonywanych pod wodą lub przy jej napływie lepiej stosować cement szybko krzepnący, do innych robót natomiast powoli krzepnący.

Drobna domieszka wapna (a mianowicie raczej wapna wodotrwałego, gaszonego na mąkę, aniżeli tłustego ciasta wapiennego) sprawia, że cement twardnieje szybciej pod wodą, i że tak na powietrzu jak i pod wodą większej nabiera wytrzymałości. Takim, niedrogim względnie zaprawom cementowym wypada przyznać wyższość nad zaprawami z trasu lub cementu rzymskiego.

Bardzo wpływowem jest ubijanie: Ten sam beton luźno pod wodą ułożony wykazał po 4-ech tygodniach zaledwie trzecią część tej wytrzymałości, jakiej nabrał beton ubijany. Pod wodą układamy beton za pomocą skrzyń ruchomych, worków, rur i t. p. i aż do chwili skrzepnięcia ochraniamy go w sposób właściwy od wymycia przez wodę bieżącą. (p. Dział **X**, rozdz. **I. d.**)

Stosunek objętościowy mieszanin betonowych na mury ubijane i stropy z cementu, piasku i szabru (lub żwiru): 1 : 2 : 4 = 4,4 betonu; 1 : 3 : 6 = 6,6 betonu; 1 : 4 : 8 = 8 betonu; 1 : 5 : 10 = 11,3 betonu; a na fundamenty z betonu wapienno-cementowego: 1 cementu, 1 ciasta wapiennego, 5 piasku, 9 żwiru (uniwersytet strasburski); 1 cementu, 1 wapna wodotrwałego, 6 piasku, 10 żwiru (filary mostu na Menie w Frankfurcie); lub z betonu czysto cementowego, w ziemi bardzo mokrej (Hamburg): 2 cementu, 5 piasku, 7 szabru.

**Beton żużlowy**, z żużla węglowego i tłustego wapna, stosuje się do wypełniania pach sklepień betonowych, do wypełniania przestrzeni w stropach z blachy falistej (przynajmniej 5 cm ponad wierzch fali) i t. p. Waga: 750 kg/m³.

Beton przyrządza się, mieszając łopatami piasek suchy z cementem, zwilżając nieco mieszaninę, poczem przerabia się ją należycie z szabrem lub żwirem zmoczonym. Mieszarki betonowe pracują o $^1/_3$ taniej i dają mieszaninę bardziej równomierną.

Beton taki ubija się w formy drewniane (wybite blachą cynkową dla osiągnięcia większej gładkości), warstwami tak długo, dopóki woda nie pojawi się na powierzchni. Taki beton ubijany na sucho jest o wiele wytrzymalszy od betonu odlewanego, przy którego wyrobie napełnia się formę częściowo mokrą zaprawą cementową i dopełnia następnie szabrem.

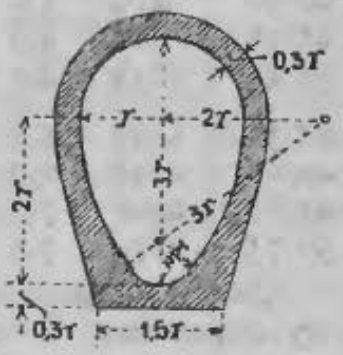
Do wyrobu cementowca (kamienia sztucznego) lepiej stosować cement powoli krzepnący, zmieszany z piaskiem, którego ziarno zgodnie z przeznaczeniem betonu waha się od zupełnie miałkiego do żwirkowatego. Sposób wyrobu taki sam, jak dla betonu ubijanego, daje wytwór podobny do piaskowca sztucznego (p. str. 83). By otrzymać gładkie powierzchnie, można wnętrze formy powlec naprzód gęstopłynną, tłustą zaprawą cementową (1 : 1), która nadmiar swej wody oddaje suchej mieszaninie wsypanej następnie do formy i ubijanej.

**Beton ubijany** znajduje coraz to szersze zastosowania w budownictwie na stropy, ściany, posadzki, cembrowiny studzienne, rury przepustowe, kanalizacyjne i wodociągowe, na wejścia i wpusty kanałowe, wodowpusty (gully), na mury oporowe, przybrzeżne, na jazy i upusty, na fundamenty budowli i maszyn, na zbiorniki wszelkiego rodzaju i t. p. i t. p. Z **cementowca** wyrabiają: stopnie schodowe i płyty podestowe, płytki posadzkowe i chodnikowe, kamienie brukowe, pokrycia murów, żłoby, rynny, ozdoby budowlane, dachówki, licówki i t. p.

**Rury z betonu ubijanego (cementowcowe)** dla kanalizacyi, przepustów i wodociągów otwartych, o przekroju kołowym lub jajkowatym, (stosunek średnic 2 : 3, zwężenie w dół) można uodpornić na wodę, olej i kwasy, powlekając je, np. cementowymi fluatami Kessler'a, które, przenikając w głąb, wytwarzają warstwę uodpornioną grubości około 8 mm. Zakłada się takie rury nie wcześniej jak w 3 miesiące po ich wykończeniu, a przy większych pochyłościach ochraniają oddzielnie ich dna od zużycia. Złączenia uszczelniają się sznurem namazionym i na zewnątrz tłustą gliną, na wewnątrz zaś cementem. Rury ułożone obsypuje się żwirkiem gliniastym, który się ubija warstwami, a przy większem obciążeniu rur dodają do żwirku 5 do 7% cementu. Fabryki betonowe poręczają zazwyczaj obciążenie spokojne 5000 do 6000 kg/m² poziomego przekroju rury; rury takie zakładają jednakże równie bezpiecznie pod 10-cio metrowymi nasypami kolejowymi, jak i na głębokości jednego m od plantu. (p. tabl. poniższą)

Rys. 834.

Rys. 835.



Rurom o przekroju kołowym, z betonu ubijanego, średnicy 35 do 100 cm w świetle, nadają kształt podług rys. 834, mniejsze są dokładnie pierścieniowate. Dla rury o przekroju jajkowatym, przedstawionym w rys. 835, pole całego przekroju w świetle jest:

$$F = 4{,}59413\, r^2,$$

obwód podwodny (t. j. cały) $u = 7{,}92989\, r$, a więc promień hydrauliczny $= 0{,}5793\, r$, (p. T. I str. 247), przekrój betonu $= 3{,}0392\, r^2$, a waga rury $= 0{,}76\, r^2$ kg/mb przy ciężkości właściwej 2,5, gdy $r$ wyrazimy w cm.

Jeżeli profil (rys. 835) wypełnia się wodą tylko do oporów, t. j. do osi górnego sklepienia, to przekrój wody $= 3{,}02333\, r^2$, obwód podwodny $= 4{,}7883\, r$, a promień hydrauliczny $= 0{,}631\, r$.

Dla **owodnienia** przy średnich opadach atmosferycznych i łagodnej pochyłości rur (1 : 300) można liczyć na hektar owadniany po 300 cm² przekroju rury, przyczem np. rura 50 cm średnicy (kołowa), mając przekrój 1963,5 cm², starczyłaby na owodnienie 1963,5 : 300 = 6,54 ha.

## Rury cementowcowe (z betonu, ubijane).

| Średnica w świetle cm | Przekrój przepływu cm² | Średnia grubość ścianki cm | Długość użytkowa m | Waga kg/mb | Średnica w świetle cm | Przekrój przepływu cm² | Średnia grubość ścianki cm | Długość użytkowa m | Waga kg/mb |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Przekrój kołowy.** | | | | | | | | | |
| 7,5 | 44,2 | 2,25 | 0,8 | 17,2 | 35 | 962,1 | 4 | 1,0 | 143 |
| 10,0 | 78,5 | 2,25 | 1,0 | 21,6 | 40 | 1256,6 | 4,5 | 1,0 | 183 |
| 12,0 | 113,1 | 2,5 | 1,0 | 28,5 | 45 | 1590,4 | 5 | 1,0 | 229 |
| 15,0 | 176,7 | 2,5 | 1,0 | 34,4 | 50 | 1963,5 | 5 | 1,0 | 252 |
| 17,5 | 240,5 | 3,0 | 1,0 | 48,3 | 60 | 2827,4 | 6 | 1,0 | 363 |
| 20,0 | 314,2 | 3,0 | 1,0 | 54,2 | 70 | 3848,4 | 6,5 | 1,0 | 456 |
| 22,5 | 397,6 | 3,5 | 1,0 | 71,5 | 80 | 5026,6 | 7 | 0,8 | 558 |
| 25,0 | 490,9 | 3,5 | 1,0 | 78,3 | 90 | 6361,7 | 7,5 | 0,8 | 670 |
| 30,0 | 706,9 | 3,5 | 1,0 | 92,1 | 100 | 7854,0 | 8 | 0,8 | 792 |
| **Przekrój jajkowaty (rys. 835).** | | | | | | | | | |
| 20/30 | 459 | 3,5 | 1,0 | 90 | 60/90 | 4135 | 9 | 1,0 | 684 |
| 25/37,5 | 718 | 4,0 | 1,0 | 127 | 66,7/100 | 5105 | 10 | 1,0 | 844 |
| 30/45 | 1034 | 4,5 | 1,0 | 171 | 70/105 | 5628 | 10,5 | 0,8 | 931 |
| 35/52,5 | 1407 | 5,5 | 1,0 | 244 | 80/120 | 7351 | 12 | 0,8 | 1216 |
| 40/60 | 1838 | 6,0 | 1,0 | 304 | 93,3/140 | 10005 | 14 | 0,7 | 1655 |
| 45/67,5 | 2326 | 7,0 | 1,0 | 400 | 100/150 | 11485 | 15 | 0,5 | 1900 |
| 50/75 | 2871 | 7,5 | 1,0 | 475 | 110/165 | 13897 | 16,5 | 0,5 | 2300 |

Ustroje żelaznobetonowe, np. **monierowskie**, z tłustej zaprawy cementowej (1 cementu na 3 piasku—do 1 cementu na 1 piasku) ze szkieletem z prętów żelaznych lub siatek drucianych, wyzyskują wytrzymałość cementu na ściskanie ($k \sim 20$ kg/cm²) i żelaza na rozciąganie ($k_z = 1000$ kg/cm²). W zastosowaniu do stropów płaskich

lub sklepionych, do ścian, schodów, zbiorników, mostów i t. p., przy znacznej wytrzymałości ustroje te zajmują względnie mało przestrzeni.

Przyczepność cementu do żelaza można liczyć bezpiecznie 14 kg/cm². Wyrabiają też sposobem monierowskim rury o przekroju kołowym lub jajkowatym, na większe obciążenia, z pierścieniami żelaznymi, a na mniejsze obciążenia cienko-ściankowe, z wkładką z plecionki lub siatki drucianej. Rury takie posiadają cieńsze ścianki i mniejszą wagę niż zwykłe rury cementowcowe, przy równej wytrzymałości i cenie.

---

# VI. SZKŁO.*)

**Główne własności:** Przezroczystość, nieprzemakalność (a więc zdatne na warstwy odosabniające) i nieprzewiewność, twardość i połysk, trwałość przy niezmiennym wyglądzie, złe przewodnictwo ciepła i elektryczności, względna lekkość, łatwość nadawania kształtów, barw i zdobień przeróżnych i t. p.

Szkło jest mieszaniną kilku krzemianów, ponajczęściej wapniowego i sodowego, wytworzoną przez stopienie bezwodnika krzemowego ($SiO_2$) z wapnem i sodą żrącą, którą zastąpić może też potaż żrący, albo tlenek ołowiowy. Ciężkość właściwa średnia 2,6 (p. str. 9, oraz Dział **XV. I. B.**). Szkło w żarze białym jest rzadko-płynne, można je zatem łatwo odlewać, w żarze czerwonym jest ono natomiast ciastowato-ciągliwe, można je więc i dąć. Łamliwość i kruchość szkła możemy zmniejszyć w wysokim stopniu, jeżeli szkło rozżarzone do czerwoności (bądźto wprost wyrabiane lub ponownie rozżarzone) umieścimy w miejscu posiadającem równie wysoką temperaturę i będziemy je powoli ochładzali wraz z otoczeniem. Zawartość wapna zwiększa twardość i połysk szkła — naodwrót zawartość ołowiu zmniejsza je.

Dane o wytrzymałości p. T. I, str. 333 i 339. Wskutek nierównomiernego kurczenia się przy chłodzeniu, w szkle pojawiają się ciśnienia na powierzchniach, a ciągnienia we wnętrzu. Szkło jest o wiele więcej wytrzymałe na ciśnienie, aniżeli na ciągnienie. Naskórek naturalny (nie zaś powierzchnia szlifowana) stanowi ochronę wnętrza, powinna zatem ustawiać się na zewnątrz. Jeszcze bardziej wytrzymały jest naskórek szkła szybko ochładzanego (między płytami metalowemi), jak np. szkła twardzonego „de la Bastie'go", lub takiegoż szkła stłaczanego, siemensowskiego; najlżejsze zarysnięcie tego naskórka powoduje jednak zupełne rozsypanie się całego takiego przedmiotu szklanego.

Szkło pośledniejszego gatunku pod wpływem deszczu, powietrza i ciepła traci łatwo swą przezroczystość, „ślepnie" (szklarnie i t. p.),

---

*) P. Baukunde des Architekten, Tom I, cz. 2, Berlin 1891. — Th. Landsberg, Glas u. Wellenblechdeckung; Darmstadt 1887.

albo też zaczyna się mienić w barwach tęczowych i łuszczyć. Lecz i szkło wyborowe psuje się, jeżeli je trzymamy przez czas dłuższy w miejscach wilgotnych, w opakowaniu, albo gdy opakowanie przewilży się wodą morską; trzeba zatem przechowywać szkło zawsze w miejscach suchych i przewiewnych. Dobrego szkła nie nagryzają ani kwasy, ani ciała zasadowe; jedynie fluorowodór niszczy każde szkło.

Do celów budowlanych najważniejszymi rodzajami szkła są następujące:

1. **Szkło dęte** *) opanowało przeważnie rynki; grubości jego określają ułamkami $^4/_4$, $^6/_4$ i $^8/_4$, oznaczającymi grubości: 2, 3 i 4 mm, czyli wagi 5, 7,5 i 10 kg/m². Cena jednostkowa szyb prostokątnych rośnie w stosunku obwodu, a raczej **półobwodu**, gdyż w handlu dodają długość i szerokość szyby i podług tej długości złożonej ustanawiają ceny jednostkowe. Wymiary dochodzą do 300 cm półobwodu, a przy grubszych gatunkach (4,5 do 5 mm) tylko do 164 cm, dla nich więc szyby największe miałyby wymiary, np. 100 · 64, albo 96 · 68 cm i t. p.

Co do jakości rozróżniają 4 gatunki, z których do lepszych budynków stosują zazwyczaj gatunek 2-gi i 3-ci. Szkło gatunku pierwszego jest zupełnie czyste i bez wad, czwartego gatunku natomiast używa się tylko na cele podrzędniejsze, a więc w piwnicach, spiżarniach, na poddaszach, w szklarniach, oszkleniach w dachu i t. p. Ceny szyb $^6/_4$ bywają o 50%, szkło $^8/_4$ o 100% droższe niż szkło $^4/_4$. Czwarty gatunek szkła $^8/_4$ nazywają też podwójnem.

2. **Szkło surowe** odlewają zazwyczaj w grubościach 3 do 13 mm, lecz wyrabiają i grubsze (20, 30 mm lub więcej do 90 mm) na posadzki przejrzyste. Te grube szyby, chłodząc się nierównomiernie, nabierają naprężeń bardzo nieprawidłowych, pękają też skutkiem tego od pozornie błachych przyczyn, np. od deszczu na szybę poprzednio słońcem ogrzaną, wogóle wskutek nagłych zmian temperatury. Wytrzymałość szkła surowego jest znaczna (p. T. I, str. 333 339): po płycie 10 mm grubej, o rozpiętości 1 m można już chodzić lekkim krokiem; natomiast jest ono bardzo czułe na uderzenia i t. p., dlatego też podpiera się płyty takie dodatkowo szczeblinownikami w odstępach 40 do 55 cm (p. Dział **X**, rozdz. **III. B. a. 3.** i Dział **XV**, rozdz. **I. B. b. 2.**). Najwięcej stosują szkła surowego do oszklenia dachów, zazwyczaj w grubości 5 mm, a wyjątkowo tylko ponad 7 mm. Wyrabiają je gładkie, karbowane (prosto lub ukośnie na krzyż, co zmniejsza jego ślizkość), a nawet zdobne wpalanemi farbami polewnemi (emaliowemi).

3. **Szkło na siatce** z drutu żelaznego, zatopionej zupełnie w szkło, nie podlegającej zatem rdzewieniu, posiada wytrzymałość 1,5 razy większą niż równo grube szkło surowe bez siatki, a skutkiem tego

*) Szkło dęte nazywają w Niemczech reńskiem, lecz okólnik pruskiego ministra robót publicznych z 28 czerwca 1894, zatrzymując tę nazwę, wyraźnie zaznacza, iż określa ona tylko sposób wyrobu („dęte") nie zaś pochodzenie. Niemamy zatem powodu przejmować nazwy szkło reńskie od Niemców, gdy się ono i u nas wyrabia.

można stosować szkło cieńsze, obciążające mniej budowę, np. dach*); przy grubości 6 mm można już bezpiecznie chodzić po szkle takiem. Nawet, jeżeli szkło tego rodzaju popęka od uderzeń lub żaru, zachowuje ono jeszcze pełną spójność, można je zatem uważać za bezpieczne od pożaru i złodziei. Prześwietlanie zmniejsza się przy siatce 1 mm grubej, z oczkami 7,5 milimetrowemi o 27%. Szklenie dachów i stropów tem szkłem usuwa potrzebę oddzielnych siatek lub krat ochronnych; w zastosowaniu do murów przeciwpożarnych umożliwia ono dostęp światła przez nie, np. szklenie drzwi żelaznych w takich ścianach i t. p., nie uwłaczające bezpieczeństwu od pożaru. Wyrabiają je w grubościach 8, 10, 15, 20, 25 do 60 mm, w szybach wielkości do 100 · 60 cm, które trzeba zamawiać na miarę dokładną, bo krajać ich nie można; dotyczy to jednak tylko szkła wyrabianego przez fabrykę Siemens'a, gdyż inne fabryki wyrabiają szkło podobne, lecz sposobem odmiennym, które można krajać.

4. **Szkło zwierciadlane** odlewa się podobnie jak szkło surowe, lecz z mieszaniny lepszego gatunku, zawierającego około 2% ołowiu; tak wskutek tej zawartości, jako też wskutek zeszlifowania naskórka, szkło takie jest o wiele bardziej miękkie i trudniejsze w robocie. Z trzech gatunków, w jakich je wyrabiają, stosują się pierwsze dwa na wyrób zwierciadeł (obecnie przeważnie już srebrzonych), do okien wystawowych i t. p. Grubość 4 do 8 mm, na żądanie i większa. Wielkości szyb 3 · 5 m i więcej. Ceny za $m^2$ wzrastają z wielkością szyby i są, np. dla szyby 12 $m^2$, około 3 razy większe niż dla szyby 0,5 $m^2$.

5. **Szkło stłaczane, twardzone** (Siemens'a) chłodzi się przy fabrykacyi szybko podczas ściskania między dwiema płytami metalowemi, posiada znaczną wytrzymałość na gięcie, skutkiem czego można stosować mniejsze grubości, np. 2 do 4 mm, na oświetlenia stropowe. Szkła tego nie można krajać dyamentem, bo najdrobniejsze zarysnięcie naskórka może rozkruszyć całą szybę; trzeba je zatem zamawiać dokładnie na wymiar, a że nadto wyrabiają je tylko w szybach nie wielkich (0,2 do 0,5 $m^2$), przeto wymaga ono wielu szczeblin i spoin, jest więc naogół niedogodne w zastosowaniu.

6. **Szkło katedralne** jest lanem szkłem surowem, grubości 2 do 3 mm, często barwnem, nieraz płomienisto zabarwionem, o powierzchni nieprawidłowej, a używa się na oszklenia kościelne i w budynkach zwykłych. Łagodzi ono światło i jest mało przejrzyste, nie będąc jednak omglonem (matowanem) Wyrabia się w szybach około 0,7 · 1,5 m.

Podobne, lecz o wiele piękniejsze, aczkolwiek i droższe jest amerykańskie szkło opalizujące (opalescent glass), które, zwłaszcza w oprawie ołowianej, zastępuje znakomicie malowanie szyb.

Wszystkie te szkła można w całej powierzchni, albo też wzorzysto omglić (matować), bądźto wytrawiając fluorowodorem, bądźto szlifując, bądź też wreszcie dmuchawą piaskową. Pierwszy spo-

*) E. Hartig, Civil-Ingenieur, Tom 38 zesz. 3.—Mühlke, Szkło na siatce. Centralbl. d. Bauverw. 1892, str. 246.

sób jest najdroższy, wytwarza za to powierzchnię gładką, mało się brudzącą, nawet wzorowaną w kilku stopniowaniach omglenia; sposób w końcu wspomniany jest natomiast kilkanaście razy tańszy w wykonaniu. Zabarwia się szkło na barwy przeróżne przez dodanie tlenków rozmaitych metali, a mianowicie: albo zabarwiamy całą masę na wskróś, albo też powlekamy bezbarwne przedmioty szklane cieniutką, barwną warstewką, której częściowe zeszlifowanie służy znów do wytwarzania wzorów na przedmiocie tak zabarwionym.

Do oszkleń na ołów stosują przeważnie następujące rodzaje szkła: katedralne, staroświeckie, barwne płaskie lub wytłaczane, powierzchownie zabarwiane, opalizujące, falowane, wyginane i t. p.

**Badanie szkła:** 1. na bezbarwność: jedną lub kilka szyb kładziemy na biały papier, tak aby część jego wystawała poza szybę, i oceniamy natężenie tonu barwy; 2. na pęcherze, blizny, fałdy, fale i t. p. przez porównanie z szybą okazową, przybliżenie średniej wielkości szyb dostawianych, a dostarczoną na okaz przy zamówieniu; 3. na trwałość: próbkę kładziemy pod klosz szczelnie zakrywający i wystawiamy ją przez 24 godzin na opary silnie dymiącego kwasu chlorowodorowego (solnego), poczem suszymy ją na powietrzu, w miejscu zabezpieczonem od kurzu. Próbka nie powinna okazać najmniejszego zamglenia, nawet takiego, któreby się dało zetrzeć.

Szkło bezbarwne przez dłuższe działanie promieni słonecznych nabiera nieraz zabarwienia fiołkowatego, którego przyczyną jest pewna zawartość manganu (już 0,1% wywiera skutek powyższy). Dla tego też w danym razie, np. dla oszkleń wystaw obrazów, pracowni fotograficznych i t. p. wskazanym byłby rozbiór chemiczny szkła na zawartość manganu. Szyby wichrowate, pogięte, albo zaryśnięte wypada odrzucać.

---

# VII. SZKŁO WODNE, KITY, ASFALT, TEKTURA SMOŁOWCOWA.

**1. Szkło wodne** *) jest krzemianem sodowym, albo potasowym lub t. p.; a wytwarza się przez stopienie piasku kwarcowego z sodą lub potażem i następne rozczynienie tego wytworu wodą. Jest ono cieczą gęstą, olejowatą, żrącą i zawiera w sobie 33 albo 66% szkła wodnego; przechowywać trzeba je w szczelnie zamkniętych naczyniach, gdyż rozkłada się ono pod działaniem bezwodnika węglowego, zawartego w powietrzu. Oprócz szkła wodnego, sodowego i potasowego, wyrabiają szkło wodne, dwoiste, t. j. sodowo-potasowe, oraz nowsze, a wiele zalecane: potasowo-wapniowe.

Zastosowania: Na powłoki ochronne od ognia i przeciw toczeniu przez robaki dla drzewa, tektury i tkanin. Wyprawy wapien-

*) H. Zwick, Das Wasserglas, seine Bedeutung für die Industrie, Zurich 1877.

ne i cementowe, jeszcze świeżo-wilgotne, przez powleczenie rozczynem szkła wodnego (1 : 2) stają się nieprzemakalnemi na powierzchni (dobre dla pralni). W sposób podobny wytwarza się podkład dla malowania stereochromicznego, t. j. farbami utrwalanemi szkłem wodnem na zaprawie. Do nakrzemiania miękkiego wapienia paryskiego. Ważna część składowa niektórych kitów. Płyty trocinowcowe (ksylotilowe) układają na kit (p. str. 84) szybko schnący, a składający się z (11 *l*) szkła wodnego, potasowego 34° Beaumé, z (7 kg) kredy pławionej (szlamowanej), z piasku ostroziarnistego i z drobnej ilości cementu portlandzkiego.

**2. Kity.** *) Przed kitowaniem trzeba powierzchnie przedmiotu starannie oczyścić, rozprowadzić po nich cienką warstewkę kitu, złączyć, a potem chronić przedmiot od wszelakich wstrząśnień aż do zupełnego wyschnięcia kitu.

1. Kit serny. Wapno gaszone na mąkę, z miałkim piaskiem, albo mąką ceglaną (1 : 1) zmieszane, zaczynia się wodą na sztywną zaprawę, do której dodaje się potrójna ilość twarogu; po należytem przegnieceniu otrzymujemy dobry kit do kamieni. Podobnie (do wykitowania szczelin w kamieniach lub spoin) otrzymamy kit cementowy, zaczyniając mlekiem zsiadłem na sztywne ciasto mieszaninę 4 cementu i 1 mąki ceglanej. Kit do drzewa otrzymamy, zaczyniając mieszaninę (1 : 1) sproszkowanego wapna palonego i sproszkowanego twarogu suchego równą na wagę ilością białka (z jaj).

2. Kit olejny. Pokost lniany z minią, albo glejtą ołowiową, z dodatkiem kredy, gliny i t. p. Kit szklarski składa się z pokostu lnianego i kredy pławionej (szlamowanej), a dla celów szczególnych dodaje się jeszcze minii. Stwardniały kit szklarski można rozmiękczyć ługiem potasu gryzącego i szarem mydłem. Do usuwania mokrych miejsc w murze używają cementu mastyksowego, t. j. mąki z wapienia z miałkim piaskiem i glejtą ołowiową, zaczynionych pokostem lnianym i należycie przegniecionych.

Do wykładania tarasów, schodów i t. p. używają kitu szamotowego, sporządzanego z mąki szamotowej (z cegły ogniotrwałej), glejty ołowiowej i wrząco-gorącego oleju lnianego.

3. Kit żywiczny jest wodotrwałym, lecz nie znosi gorąca; składa się zaś z części na wagę: do kitowania drzewa: 2 kalafonii, 1 mączki ceglanej; do kamieni: 2 smoły twardej, 1 kalafonii, 1 minii, 0,4 mąki ceglanej; kit studniarski: 2 cz. mąki ceglanej, rozczynione w 1 części wrząco-gorącej mazi (smoły płynnej).

4. Kit glicerynowy z glejty ołowiowej, zaczynionej nieco rozrzedzoną gliceryną, jest odporny na ługi, kwasy, naftę i t. p.

5. Kit na szkle wodnem, które z kredą wytwarza twardą masę wodotrwałą. Do kamieni: Szkło wodne z cementem rzymskim lub portlandzkim twardnieje bardzo szybko. Do metali, kamieni i drzewa: Szkło wodne, kreda i proszek cynkowy.

6. Kit żelazny (zerdzewiający) dla żelaza z żelazem lub kamieniem. Sublimat siarki (1) i salamoniak (2) zaczynione wodą (lub

*) Leonhardt, Kittfabrikation, Halle a. S. 1883.

octem), z dodaniem opiłków żelaza, dobrze przemieszane i zaczynione na sztywne ciasto.

7. Kit do drzewa (lub szkła) na żelazie: Sproszkowany pumeks, (lub kreda) z równą ilością wagową szelaku łącznie stopiony i na gorąco stosowany.

8. Kit magnezyowy. Wypalony tlenek magnezowy (magnezya palona), zaczyniony 30-sto procentowym rozczynem chlorku magnezowego, staje się twardym jak kamień (cement Sorel'a). Używa się między innemi do wyrobu trocinowca (ksylolitu) i do marmuru inkrustowanego (wykładanego).

9. Kity do żelaza w kamieniu, do uszczelniania rur i t. p. Czysty cement portladzki; dalej t. zw. metal Spence'go, t. j. mieszanina siarki z rozmaitymi siarczkami metalowymi, topi się przy 160°; patentowany cement metalowy, topiący się przy 119° i natenczas bardzo rzadko-płynny. Wytrzymałość na ciśnienie $K \sim 1000$ kg/cm². Obydwa w końcu wspomniane są trwałe na wodę, kwasy i oleje.

**3. Asfaltem** nazywamy wytwór żywiczny (smołę ziemną) z wapienia asfaltowego, t. j. przesyconego około 10-ciu % asfaltu, jako też i sam ów kopalniany wapień asfaltowy, z którego wytapia się asfalt. Lepiej jednakże byłoby tylko ów wytwór nazywać asfaltem, wapień asfaltowy zaś skałą asfaltową, albo kamieniem asfaltowym. Gudron jest mieszaniną asfaltu z wyspy Trinidad z 25% odpadków dystylacyi nafty, a sprzedaje się w beczkach. Ciasto asfaltowe wyrabia się przez zaczynienie 10-ciu części wagowych sproszkowanego kamienia asfaltowego jedną częścią gudronu, a sprzedaje się w bochenkach wagi 25 kg.

Asfalt lany używa się na warstwy wodotrwałe w piwnicach, dziedzińcach, stajniach i t. p. na chodniki, na warstwy odosabniające i t. p.; wyrabia się on z kawałków ciasta asfaltowego, wielkości pięści, stopionych przy 160° z 4-ma do 7-miu % gudronu, z dodatkiem 50% ostrego, czystego piasku lub żwirku (bez gliny). Po należytem przemieszaniu wylewają z tej mieszaniny warstwy 1,5 do 2 cm grube, a rozprowadziwszy je równomiernie, posypują niezwłocznie piaskiem i wyklepują lub walcują.

Asfalt stłaczany (prasowany) na bruki uliczne wytwarza się przez prażenie kawałów kamienia asfaltowego w temperaturze 120°, przyczem kamień rozpada się na proszek. Gorący taki proszek rozpościera się na suchym podkładzie betonowym, 15 do 20 cm grubym, warstwą 7 do 8 cm i stłacza gorącymi ubijakami, walcami lub żelazkami.

Pilśń asfaltową wyrabiają z płyt pilśniowych, 0,7 cm grubych (1,0 cm = pilśń podwójna), przesyconych asfaltem i posypanych piaskiem, a sprzedawanych przeważnie w zwojach. Wyborna na warstwy odosabniające, a z powodu swej wisności lepsza na ten cel niż szkło, łupek, tektura smołowcowa i t. p.

Tekturę smołowcową wyrabiają, przesycając dobrą tekturę mazią (smołą) gazową wrzącą, a po osączeniu, posypując ją gruboziarnistym piaskiem; waga do 3 kg/m². Najpodatniejszą jest tektu-

ra zwijana, do 20 m długa, około 1 m szeroka, zwijana w zwoje. Dobra tektura smołowcowa powinna tak dokładnie przesycić się mazią, aby we wnętrzu nie było wcale miejsc suchych. By zwiększyć trwałość, gotowe pokrycie dachowe, tekturowe smarują mazią gazową, do której uprzednio w stanie gorącym domieszano około $^1/_4$ wapna gaszonego na mąkę; dach posiewa się wreszcie piaskiem (p. Dział **X**, rozdz. **III B. c. 2.**).

---

# VIII. DRZEWO.

Drzewo jest wewnętrzną częścią pnia lub gałęzi drzew, którą otacza łyko i kora.

**Drzewo przyrasta** przez osadzanie się świeżej warstewki zewnętrznej, na zeszłorocznem drzewie, tuż pod korą. Wytwór jednoroczny drzewa składa się z drzewa wiosennego i jesiennego (miękkuszu i twardzielu), a w storcu drzewa przedstawia się on w postaci słoju (pierścienia rocznego). Drzewo wiosenne bywa bardziej miękkie, luźniejsze, a zazwyczaj i jaśniejsze od jesiennego. Drzewo, zaczynając od duszy, leżącej w osi pnia, zmienia się zwolna w rdzeń, otoczony jaśniejszym, bardziej soczystym i miękkim bielem. Promienie rdzenne, t. j. twarde żyły promieniste, przesadzają pnie od duszy ku korze, lecz uwydatniają się tylko w niektórych drzewach liściastych, np. w dębie lub jesionie, a bywają do 1 mm grube.

**Usłojenie drzewa** uwydatnia się odmiennie w trzech przekrojach: 1) storcowym, *) czyli poprzecznym, prostopadłym do osi pnia; w tym przekroju uwydatnia się w środku dusza, dalej pierścieniowate rdzeń i biel, a w nich pierścieniowate słoje roczne, jako też i promienie rdzenne; 2) przekrój po osi, t. j. w płaszczyznie przełożonej przez oś pnia, uwydatnia duszę, równoległe do osi słoje i pasy rdzenia i bielu; wreszcie 3) przekrój przez cięciwę storcu, równoległy do osi, uwydatnia słoje po bokach, w środku zaś błyszczący słój prawie stycznie nacięty.

**Własności fizyczne drzewa.**

1. Ciężkość właściwa, nawet tego samego drzewa, bywa rozmaita, w zależności od wyschnięcia. Ponajczęściej drzewo świeże zawiera w sobie do 37% wody i bywa 33 do przeszło 50% cięższe od wyschłego (p. poniżej). Ciężkości właściwe różnych gatunków drzew p. str. 7.

Ciężkimi gatunkami drzewa są: dębina i grabina; średniociężkimi: drzewo bukowe i jesionowe; dość lekkimi: drzewo wiązowe, jedlina, sośnina, drzewo olszowe, modrzewina; lekkimi: świerczyna, lipina, drzewo topolowe i wierzbina.

---

*) Storcowy, na storc i t. p. pochodzi od **sterczyć**.

2. Podług twardości można ugrupować drzewa w szereg następujący: twarde: grabina, dębina, drzewo bukowe, jesionowe i wiązowe; nawpółtwarde: drzewo olszowe, modrzewina, sośnina; miękkie: jedlina, świerczyna, lipina, drzewo topolowe, wierzbina. Twardość każdego gatunku zmienia się jeszcze w zależności od gruntu, klimatu i t. p.

Stosunek oporu przy tarciu (piłą) drzewa wpoprzek pnia: drzewo bukowe = 1, sośnina = 0,53, jedlina = 0,56, świerczyna = 0,60, dębina = 1,03, brzezina i osina = 1,35, grabina, lipina, wierzbina i drzewo topoli białej 1,87.

3. Łupliwość (tem większa, im mniejszy będzie opór przeciw rozłupaniu wzdłuż włókna) jest najmniejsza w płaszczyźnie przez oś pnia przechodzącej; w cięciu po cięciwie przeważnie $1^1/_3$ do $1^1/_2$ razy większa. Trudno łupliwemi są: grabina, drzewo wiązowe i jesionowe; dość łatwo łupliwemi: modrzewina, drzewo olszowe, sośnina, dębina; nader łupliwem jest drzewo topolowe.

4. Giętkość: Świeże, młode drzewo jest najbardziej giętkie. Para wodna rozmiękcza zupełnie drzewo, a natenczas można je wyginać w kształty dowolne, które drzewo zatrzymuje na stałe po wyschnięciu (meble gięte, a raczej wyginane).

5. O wytrzymałości i sprężystości drzewa p. T. I str. 333 i 339.

6. Wydłużalność drzewa wskutek ciepła jest prawie znikomą dla drzewa zupełnie suchego, zwłaszcza w kierunku osi (włókien) p. T. I str. 314. Jest to wysoką zaletą belek i słupów drewnianych, nawet wobec pożaru, (dla tego też nowe spichrze państwowe w Hamburgu zbudowano wyłącznie w konstrukcyi drewnianej).

7. **Spuszczanie** (cięcie) **drzewa** dokonywa się przez nacięcie pnia siekierą, przez przepiłowanie, wykopanie korzeni (karczowanie), a w Ameryce nawet przez przecięcie pnia drutem platynowym, rozżarzonym elektrycznie, w Galicyi wreszcie przez nawiercanie świdrem elektrycznym. Za najlepszą porę cięcia uważa się zimę, gdyż drzewo letniego cięcia ma być skłonniejsze do grzyba, aczkolwiek są i zdania odmienne, uważające drzewo latem cięte, lecz starannie wysuszone, za równie dobre i przydatne jak drzewo cięcia zimowego.

Po spuszczeniu drzewo oczyszcza się od części niezdatnych na budulec: wierzchołek się odcina, a pień okrzesywa się od gałęzi, które odcinają się toporem lub piłą. W pniu rozróżniamy końce: od wierzchołka i od korzenia, czyli odziemny.

**Suszenie drzewa**, kurczenie się, pęcznienie. Na powietrzu drzewo świeże traci zwolna zawartą w sobie wodę: wysycha. Takie drzewo wyschłe (czyli wyschnięte na powietrzu) zawiera w sobie 10% (iglaste) do 17% (liściaste) wody. To wysychanie lub schnięcie (naturalne) odbywa się w przewiewnych szopach osłoniętych od słońca i wilgoci tak atmosferycznej, jako i ziemnej (drzewo ciesielskie), albo też w suchych składach (drzewo stolarskie) i trwa ono 1 do 4-ech lat, dla dębiny o rok dłużej.

Suszenie (sztuczne) odbywa się w suszarniach zaopatrzonych w przewiew powietrza ogrzanego, którego temperatura dla dębiny bywa 40°, dla innych drzew liściastych 30 do 40°, dla drzew iglastych w grubych sztukach 50°, a w cienkich 80 do 95°. Jeżeli prze-

wiew gorący działa w suszarni przez 12 godzin na dobę, to powinno:

| przy grubości drzewa | 2,5 | 5 | 7,5 | 10 | 15 | 20 cm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| suszenie trwać | 1 | 2 | 3 | 4 | 7 | 10 tygodni. |

**Skurcz drzewa** w czasie schnięcia (lub suszenia) pozostaje w zależności od gatunku drzewa, oraz od szybkości wysychania. Skurcz jest najmniejszy w kierunku włókien (osi pnia), większym bywa on w kierunku średnicy przekroju storcowego, największym zaś w kierunku cięciwy tegoż przekroju; por. tablicę poniższą.

**Skurcz ważniejszych gatunków drzewa.**

| Gatunki drzewa | Skurcz w kierunku | | |
|---|---|---|---|
| | osi % | średnicy % | cięciwy % |
| Brzezina | 0,222 | 3,86 | 9,30 |
| „ rosyjska | 0,065 | 7,19 | 8,17 |
| Bukowe (buczyna) | 0,200 | 5,03 | 8,06 |
| Bukszpanowe | 0,026 | 6,02 | 10,20 |
| Cedrowe | 0,017 | 1,30 | 3,38 |
| Dębina młoda | 0,400 | 3,90 | 7,55 |
| „ 300-letnia, budulcowa | 0,130 | 3,13 | 7,78 |
| Grabina | 0,400 | 6.66 | 10,90 |
| Gruszowe | 0,228 | 3.94 | 12,70 |
| Gwajakowe | 0,625 | 5.18 | 7,50 |
| Hebanowe | 0,010 | 2,13 | 4,07 |
| Jabłoniowe | 0,109 | 3,00 | 7,39 |
| Jesienina (jesionowe) | 0,821 | 4,05 | 6,56 |
| „ 300-letnia, budulcowa | 0,187 | 3,84 | 7,02 |
| Jodłowe (jedlina) | 0,122 | 2,91 | 6,72 |
| „ 300-letnia, budulcowa | 0,086 | 4,82 | 8,13 |
| Kasztanowe | 0,088 | 1,84 | 5,82 |
| Klonowe (klonina) | 0,072 | 3,35 | 6,59 |
| Lipina | 0,208 | 7,79 | 11,50 |
| Mahoniowe | 0,110 | 1,09 | 1,79 |
| Modrzewina | 0,075 | 2,17 | 6,32 |
| Olszowe | 0,369 | 2,91 | 5,07 |
| Orzechowe | 0,223 | 3,53 | 6,25 |
| Śliwowe | 0,025 | 2,02 | 5,22 |
| Sośnina | 0,120 | 3.04 | 5,72 |
| Świerkowe (świerczyna) | 0.076 | 2,41 | 6,18 |
| Topolowe | 0,125 | 2,59 | 6.40 |
| Wiązowe | 0.124 | 2,94 | 6,22 |
| Wierzbina | 0,697 | 2,48 | 7,31 |
| Wiśniowe | 0,112 | 2,85 | 6,95 |

Dane powyższe, wzięte z doświadczeń **Laves'a** z cienkimi pręcikami drewnianymi, których wymiary oznaczono nasamprzód w stanie świeżym, zupełnie przesyconym wodą.

potem zaś po długotrwającem suszeniu przy 14 do 16°. Z różnic oznaczono skurcz procentowy względnie do wymiarów pierwotnych.

Drzewo wyschłe (na powietrzu) wchłania powrotnie wodę z łatwością, przybierając przytem znów pierwotną swą objętość: drzewo pęcznieje. Tak przy pęcznieniu, jako też przy wysychaniu, drzewo jest zdolne do wywierania znacznych sił, czem się tłomaczy wichrzenie się, skręcanie, pękanie drzewa i t. p. Z tej też przyczyny nie należy układać dotykiem do siebie desek na rusztowaniach; ślepa podłoga pod posadzką drewnianą powinna być na wskróś suchą; większe tafle drewniane pękają, o ile drzewo nie było zupełnie suche i t. p.

Tarcice, t. j. deski i bale tarte z całego pnia, wypuklają się przy wysychaniu, przyczem strona odrdzenna, albo prawa, która w pniu była zwrócona ku jego osi, staje się wypukłą, gdyż strona odwrotna, lewa, czyli odbielna, jako posiadająca względnie więcej bielu, kurczy się bardziej, stając się przez to wklęsłą. Deski i bale układa się zatem stroną odrdzenną tak, aby ona znosiła naciski, np. w podłogach na wierzch; naodwrót zaś stroną lewą zwracają się tarcice w tę stronę, z której na nie może działać wilgoć, albo woda.

**Rodzaje niszczenia drzewa.**

1. Wszelkie **gnicie** rozpoczyna się rozkładem składników soku drzewa. Zsinienie drzewa świeżego nie bywa szkodliwe, o ile drzewo szybko będzie tarte i należycie wysuszone. Gnicie drzewa pojawia się przy dostępie wilgoci, np. przy zetknięciu z mokrą ziemią, albo gdy drzewo na przemiany bywa mokre i suche; drzewo gnijąc, zamienia się na brunatno-czerwoną, wilgotną, kruchą masę. Rzadszem bywa próchnienie drzewa, przyczem rozpada się drzewo na suchą, kruchą masę lub proszek, jako też i butwienie, czyli początek przemiany na węgiel, które znów pojawia się, np. w zetknięciu z zaprawą lub murem świeżym, albo mokrym.

2. **Grzyb drzewny** bywa rozmaity, najniebezpieczniejszym jednak jest gatunek łzawiący (Merulius lacrimans). Warunkiem nieodzownym pojawienia się grzybów jest przedewszystkiem zawleczenie ich zarodków na drzewo, pozatem jeszcze okoliczności sprzyjające ich rozwojowi. Grzyb łzawiący wymaga do rozwoju swego trzech warunków: wilgoci, braku przewiewu, oraz braku światła. Nie znajdując tych warunków, zarodek się nie rozwinie.

3. Robaczywość jest skutkiem działalności rozmaitych robaków gnieżdżących się w drzewie: drewniak, albo kołatek (termes pulsatorium), czerw drzewny i t. p.

**Środki zaradcze przeciw niszczeniu drzewa.**

Końce belek należy osłaniać od bezpośredniego zetknięcia się z murem; dobrą ochronę stanowią też warstwy odosabniające, niedopuszczające wilgoci, p. Dział **X**, rozdz. **IV. b. 1.** δ. i rozdz. **II. g.** Od pękania drzewa pod wpływem ciepła słonecznego chroni posmarowanie mieszaniną następującą: 2 części objętościowe mazi (smoły) gazowej, 1 cz. mazi drzewnej (dziegciu), zagotowane po dodaniu nieco żywicy, poczem domieszać trzeba 4 cz. wapna gaszonego na mąkę. Zwykły wpływ mokrości i suchości, działających na przemian na dwo-

rze, osłabia się znacznie przez pokostowanie, malowanie olejne, smarowanie dziegciem, albo „Carbolineum.“ Przed wszelakiem malowaniem drzewo powinno należycie wyschnąć, albo być sztucznie wysuszone. Nadwęglanie słupów i pali jest wątpliwej wartości.

Pewnym środkiem jest usunięcie soków z drzewa, a mianowicie: przez wyrastanie drzewa (korona drzewa ściętego na wiosnę, zieleniejąc się dalej, odciąga drzewu zawarte w niem soki); przez ługowanie, t. j. wkładanie drzewa w strumień wody bieżącej, pniem pod wodę (spławianie drzewa w tratwach wywiera skutek podobny); przez parowanie świeżego drzewa w kotłach zamkniętych, w ciągu 60 do 80 godzin, parą przegrzaną i następne wysuszenie.

Nasycanie (impregnowanie) świeżego drzewa środkami przeciwgnilnymi, jako to solami metali, kreozotem i t. p., daje wyniki bardzo dodatnie, a z różnych gatunków drzewa nasycenie buczyny (drzewa bukowego) opłaca się pono najlepiej.

**Nasycanie chlorkiem cynkowym** (Burnett 1838). W kotle paruje się drzewo parą 2 do 3 atm. nadciśnienia przez 1 do $1^1/_2$ godziny, poczem przez 40 do 90 minut ssie się wilgoć z drzewa za pomocą próżni $^1/_4$ do $^1/_3$ atm., wreszcie wtłacza się w drzewo roztwór chlorku cynkowego pod ciśnieniem 6 do 8 atm. przez 60 do 70 minut. Roztwór ten (3° Beaumé'go) składa się z 1 części na wagę chlorku cynkowego ($ZnCl_2$ o ciężkości właściwej 1,8) rozpuszczonej w 30 częściach wody. Roztworu tego zużywa się na $m^3$: buczyny lub sośniny 160 do 200 kg, dębiny 90 do 110 kg. Ten sposób nasycania stosuje do podkładów $^2/_3$ zarządów kolei niemieckich (p. Dział XI, rozdz. I, **B. III. b. 2. α**), a koszt na jeden podkład (0,1 $m^3$) wypada tam 0,35 do 0,50 marek (16 do 24 kop.)

**Nasycanie kreozotem** (olej smołowy z zawartością kwasu karbolowego, Bethell 1838). Drzewo praży się w kotle przez 3 do 4-ech godzin przy 100 do 140°, następnie w innym kotle pozostawia się przez godzinę pod działaniem próżni $^1/_{10}$ do $^1/_3$ atm, poczem tamże wtłacza się w nie pod ciśnieniem 6 do 8 atm, przez 60 do 70 minut, olej kreozotowy, ogrzany do 50°. Punkt wrzenia oleju tego powinien być między 189° a 400°, ciężkość właściwa 1,0 do 1,1, a zawartość części kwaśnych 6 do 10%. Drzewo przybiera na wadze 5 do 6 $kg/m^3$, a zużywa się oleju: 140 do 160 $kg/m^3$ sośniny, 80 do 90 $kg/m^3$ dębiny, 270 do 300 $kg/m^3$ buczyny. $^1/_3$ część zarządów kolei niemieckich stosuje ten sposób nasycania, kosztem 1 do 2 marek (47 do 93 kop.) na podkład.

**Nasycanie siarczanem miedziowym** (witryolem niebieskim, Boucherie 1841). Ciśnieniem słupa cieczy, za pośrednictwem rury spustowej ze zbiornika wyniesionego na 10 do 12 m, wtłacza się $1^1/_2$ procentowy roztwór witryolu niebieskiego w stos pnia świeżego (najpóźniej w 10 dni po ścięciu) od strony odziemnej i przetłacza się wzdłuż, przez całą długość pnia, przyczem sok drzewny wycieka od strony wierzchołka, a gdy wreszcie pojawi się tam niebieski roztwór witryolu, czynność nasycania uważa się za ukończoną. Trwa ona dla słupa telegraficznego, z drzewa iglastego, 10 m długości, około $13^1/_2$ doby. 1 $m^3$ drzewa pochłania 9,5 kg witryolu, a koszta wynoszą 9 do 10 marek (4,20 do 4,65 rubla) na $m^3$. Na podkład kolejowy liczą 0,55 kg witryolu, a koszt 0,4 do 0,6 marki (19 do 28 kop.). Witryol niebieski powinien nie zawierać w sobie witryolu zielonego (siarczanu żelazowego, który nie oddziaływa dodatnio), a woda ma być wolną od wapna. Sposób ten stosuje się więcej do słupów telegraficznych, mniej zaś do podkładów kolejowych.

**Nasycanie chlorkiem rtęciowym** (sublimatem; Kyan 1832). W kadziach drewnianych (bez części żelaznych!) rozczynia się 1 część $HgCl_2$ w 150 częściach wody, a w roztwór ten wkłada się podkłady: z drzewa iglastego na 8 do 10 dni, dębowe na 12 do 14 dni, przyczem każdy podkład wchłania w siebie, lecz tylko powierzchownie, około $^1/_8$ kg sublimatu. Sublimat jest silną trucizną, wypada zatem przedsięwziąć należyte środki zabezpieczające robotników od niego. Koszt na jeden podkład kolejowy wypada 0,75 do 1 marki (35 do 47 kop.). Sposób ten naogół mało znajduje zastosowania.

Budowle chronimy od grzyba, unikając starannie zawleczenia jego zarodków (gruz podejrzany!), przedewszystkiem zaś przez utrzymywanie drzewa w stanie suchym. W razie pojawienia się grzyba, o ile się go dostrzeże zawczasu, można zniszczyć go przez odjęcie

mu warunków bytu, a więc przedewszystkiem wilgoci (ogrzewanie i przewietrzanie), nadto przez nasycanie drzewa rozczynem sublimatu, albo innymi środkami wypróbowanymi, przyczem jednakże należy się wystrzegać kosztownych, a często bezskutecznych środków o składzie trzymanym w tajemnicy.

Robaczywieniu drzewa zapobiega nasycenie powierzchni ciałami żywicznemi lub tłustemi, jako to dziegciem, naftą i t. p. Drzewo już toczone przez robaki smaruje się kilkakrotnie kwasem karbolowym, albo też mieszaniną następującą: 3 części objętościowe soli rozpuszcza się w 26 częściach ługu mydlarskiego, (soda żrąca gotowana z tłuszczem). Pary benzynowe zabijają poczwarki robaków, lecz jest to czynność wysoce niebezpieczna, lepiej zatem w wytoczone przez robaki dziurki wsączać rozczyn sublimatu, albo surowego kwasu solnego.

Od pożaru można drzewo ochronić przynajmniej o tyle, aby nie paliło się płomieniem. Ochronę taką stanowi, np. 5 do 6-ciu razy nałożona powłoka z bardzo rozrzedzonego szkła wodnego, z domieszką nieco gliny lub kredy, albo powłoka z rozczynu chlorku wapniowego, w którym gasi się wapno palone.

**Trwałość drzewa** trzymanego w zupełnej suchości, albo też stale pod wodą, jest dla sośniny, modrzewiny i świerczyny bardzo wielka, dla dębiny prawie nieograniczona. Gdy drzewo bywa na przemian suche i wilgotne, to dębina wytrwa około 50 lat, sośnina zaledwie 20 lat. W gruntach gliniastych lub mokrych, a piaszczystych drzewo trzyma się dobrze, gorzej już w gruncie piaszczystym, suchym, najgorzej zaś w gruncie wapnistym.

## Towar drzewny.

1 metr wypełniony (mw) = 1 $m^3$ wypełniony zupełnie masą drzewa, bez przestworów, w przeciwstawieniu do tego 1 metr objętościowy (mo) = 1 $m^3$ zajęty przez drzewo (np. szczapy ułożone na siebie luźno), t. j. z nieodzownymi przestworami.

W lesie odróżniają: pnie grubości ponad 14 cm, pniaki od 14 do 7 cm, a niżej 7 cm pręcie (proste tyki, paliki i t. p.), albo chrust, wreszcie posusz, susz, t. j. gałęzie odłamane bez ostrych narzędzi.

Zgrubienie pnia od wierzchołka ku korzeniom bywa na metr bież.: u drzew iglastych 1,0 do 1,5 cm (1 — 1,5%); u liściastych 1,5 do 2,5 cm (1,5 — 2,5%).

**Drzewo w lesie** dzielą na gatunki poniższe:

a) długopienne.

1. Pnie ponad 14 cm grubości w końcu od wierzchołka, t. j. pnie wyborowe, dalej pnie traczne (dla traczy) i zwykłe krąglaki 1 do 5-tej klasy sprzedają się na metry wypełnione (mw).

2. Pniaki od 7 do 14 cm śred. (na mw), a pniaki na łaty, słupy (sztandary) do rusztowań, tyki do chmielu i t. p. 1 do 3-ciej klasy (na sztuki).

3. Pręcie (tyki do chmielu i grochu, paliki do drzew lub do płotów i t. p.) 4 do 8-ej klasy (na sztuki).

b) drzewo sągowe (w sągach) na metry objętościowe.

1. Pniaki (1 i 2 klasa); 2. drzewo kopalniane (klasa 3 do 6); 3. chrust i susz.

**Drzewo w handlu** dzielą na gatunki poniższe.

a) Krąglaki (na mw): 1. wały do młynów, młotowni (hamerni), pnie traczne i t. p.; 2. krąglaki zwykłe.

b) Krawędziaki (na mw): 1. belki bez bielu; 2. belki ostrokrawędziowe; 3) belki pełnokrawędziowe; 4. belki o krawędziach zaokrąglonych; 5) słupy kańciaste.

c) Tarcice: 1. dyle z półdrzewia 10 do 15 cm gr. (w mw); 2. bale 5 do 8 cm gr. (w pniach tartych na mw, albo ostrokrawędziowe na $m^2$); 3. deski i okrajki (obladry) jak bale.

d) Łaty (na mb): 1. dachowe, 2,5·5 cm do 3·6 cm; 2. grube (podwójne) 5·8 cm; 3. szpalerowe 1,5·2,5 cm do 2·4 cm.

e) Drzewo opałowe: 1. polana szczapowe, czyli szczapy (rozszczepiane, łupane) z pni ponad 14 cm średnicy (w mo); 2. polana krąglakowe, pały 7 do 14 cm średnicy (w mo); 3. pręcie i chrust poniżej 7 cm średn.; 4. posusz, susz, t. j. gałęzie odłamane bez ostrych narzędzi.

Krąglaki budulcowe (długopienne, nieciosane) podług grubości i długości dzielą na:

| Gatunek | Średnica końca od wierzch. cm | Długość: m. |
|---|---|---|
| Strzały proste . . . . . | 35 i więcej | 14 i więcej |
| Budulec wielki . . . . . | 25 do 35 | 12 do 14 |
| Budulec średni (słupowy) . . | 20 „ 25 | 9 „ 12 |
| Budulec drobny (krokwiowy) . | 15 „ 20 | 9 „ 11 |
| Pnie tarcicowe . . . . . | 13 „ 15 | 7 „ 9 |
| Pnie żerdziowe na łaty i t. p. | 8 „ 13 | 7 „ 9 |

Pnie traczne bywają średnio 8 m długie, o średnicy od wierzchołka 35 do 50 cm. Przepołowiony budulec pełny (ciosany lub nie) daje półdrzewie, a przedzielony na cztery części na krzyż daje krzyżulec. Pnie ociosane toporem, wysychają łatwiej i są dogodniejsze w przewozie niż krąglaki. Budulec rozszczepiany (łupany) jest wytrzymalszy i mniej wichrowny od tartego, a wyrabia się przez rozszczepianie klinami lub siekierą pnia całego, przeciętego uprzednio wpoprzek na krótsze kawałki; podatny zwłaszcza pod polepy.

Krawędziaki budulcowe (budulec wiązaniowy) sprzedają się gotowe we wszystkich wymiarach poprzecznych, począwszy od 8·8 cm do 28·30 cm.

Delegacya budownicza, sekcyi technicznej, Warsz. Oddziału Tow. popier. przemysłu i handlu w czerwcu 1899 r., po porozumieniu się z majstrami ciesielskimi i składnikami budulca, postanowiła *) sto-

*) Przekroje normalne drzewa budowlanego i tablice do ich zastosowań, przyjęte i zalecone do stosowania w praktyce przez Delegacyę Architektoniczną Warszawa 1899 nakładem Warsz. Oddziału Tow. Pop. Prz. i Handlu.

sować normalne przekroje budulca, wprowadzone urzędowo w Niemczech w r. 1898. Budulec podzielono na:

a) Składowy o długościach i przekrojach ściśle określonych:
1. budulec wiązaniowy,
2. belkowy,
3. słupowy.

b) Budulec zamowny (obstalunkowy) bez określonej długości:
1. budulec belkowy,
2. budulec różnego przeznaczenia.

### 1. Przekroje normalne belek i słupów w cm.

| 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8/8 | 8/10 | 10/12 | 10/14 | 12/16 | 14/18 | 14/20 | 16/22 | 18/24 | 20/26 | 22/28 | 24/30 |
| . | 10/10 | 12/12 | 12/14 | 14/16 | 16/18 | 16/20 | 18/22 | 20/24 | 24/26 | 26/28 | 28/30 |
| . | . | . | 14/14 | 16/16 | 18/18 | 18/20 | 20/22 | 24/24 | 26/26 | 28/28 | . |
| . | . | . | . | . | . | 20/20 | . | . | . | . | . |

Budulec składowy:

1. wiązaniowy, 10 m długi: $^{10}/_{10}$, $^{10}/_{14}$, $^{12}/_{12}$, $^{12}/_{16}$, $^{14}/_{14}$, $^{14}/_{18}$;
2. belkowy: 5 m dł.: $^{14}/_{20}$, $^{16}/_{22}$; 6,5 m dł.: $^{18}/_{24}$, $^{20}/_{26}$; 8 m dł.: $^{22}/_{28}$, $^{24}/_{30}$;
3. słupowy: 4 m dł.: $^{16}/_{16}$, $^{18}/_{18}$, $^{20}/_{20}$, $^{24}/_{24}$, $^{26}/_{26}$, $^{28}/_{28}$.

Budulec zamowny:

1. belkowy: $^{16}/_{20}$, $^{18}/_{22}$, $^{20}/_{24}$, $^{24}/_{26}$, $^{26}/_{28}$, $^{28}/_{30}$;
2. różnego przeznaczenia: $^{8}/_{8}$, $^{8}/_{10}$, $^{10}/_{12}$, $^{12}/_{14}$, $^{14}/_{16}$, $^{16}/_{18}$, $^{18}/_{20}$, $^{20}/_{22}$.

### 2. Wymiary normalne tarcic, łat i t. p.

Długości: 3,5, 4, 4,5, 5, 5,5, 6, 7 i 8 m. Grubości: 1,5, 2, 2,5, 3, 3,5, 4, 4,5, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12 i 15 cm. Szerokości desek o brzegach prostych w odstępach centymetrowych.

**Podkłady kolejowe** (p. Dział XI, rozdz. **I. B. III. b. 2.** α. nasycanie p. str. 109).

Warunki dostawy niemieckich dróg żelaznych:

Drzewo ma być zupełnie jędrne, rdzenne, bez kory (w podkładach dębowych nawet bez bielu), nie nadgniłe, ani gąbczaste lub luźno spójne, wzrost drzewa nie wichrowaty, bez rysów, pęknięć lub luźnych słojów. Dozwala się tylko zdrowe sęki, o ile nie zajmują więcej niż $^{1}/_{5}$ przekroju. Sęki zmurszałe należy wyciąć, przyczem jednakże strata na przekroju nie ma przewyższać $^{1}/_{12}$, a powierzchnie, na których spoczywają szyny, muszą być pełne i wolne od podobnych braków.

Dozwolone uchybienia w długości ∓ 5 cm: w nacięciu pod szyny ∓ 3 cm względem osi. Można przyjmować i podkłady z pewnemi uchybieniami w rozmiarach, po cenie o 20% niższej, o ile podkłady te pozatem są zupełnie dobre, a ilość ich nie przekroczy $^{1}/_{10}$ całości dostawy.

Podkłady zwrotnicowe muszą posiadać przekrój dokładnie prostokątny (30·18 cm) i krawędzie zupełnie ostre i pełne.

Średnią trwałość podkładów na stosownej podsypce (balaście) i przy należytem nasyceniu podkładów, oraz koszt w Niemczech podkładu nienasycanego podaje tablica drugostronna:

| Gatunek podkładów | Nienasycane | Nasycane | Koszt podkładów nienasycanych |
|---|---|---|---|
| Sosnowe i modrzewiowe . . . | 7 do 9 lat | 14 do 18 lat | 1,8 do 3,0 marek |
| Świerkowe i jodłowe . . . | 4 „ 5 „ | 9 „ 12 „ | 1,6 „ 2,8 „ |
| Bukowe *) . . . . . | $2^1/_2$ „ 3 „ | 15 „ 30 „ | 1,4 „ 3,0 „ |
| Dębowe . . . . . | 15 „ 20 „ | 20 „ 30 „ | 3,8 „ 5,0 „ |

**Słupy telegraficzne** i na inne **przewodniki elektryczne**, sosnowe, świerkowe, jodłowe i modrzewiowe, rzadko dębowe. Długości: 7, 8,5 i 10 m. Średnica od wierzchołka słupa odartego z kory i łyka 15 cm; zwężanie się ku wierzchołkowi około 1 cm/mb (1%). Średnice końca odziemnego mają być przynajmniej: przy długości 7 m: 22 cm, przy 8,5 m: 23,5 cm, a przy 10 m: 25 cm.

Na liniach bocznych używają i słupów o 12 cm w końcu wierzchołkowym, przy długości 7 m. Oprócz wymiarów najważniejszymi warunkami są: wzrost prosty, pień zdrowy, bez dziur w sękach lub pęknięć, przedewszystkiem zaś, aby słup był istotnie częścią odziemną całego pnia. Zaleca się nasycanie witryolem niebieskim pnia świeżo ściętego, nie odartego jeszcze z kory (p. str. 109), przez co trwałość słupa dochodzi do 12, a nawet 15 lat.

**Drzewo łupane** na gonty, dranice, klepki bednarskie, na drzewo porządkowe i t. p.

**Bruki drewniane** p. Dział **X**, rozdz. **IV c. 2.**

**Trzony narzędzi**: młociska, oskardziska i siekierzyska z jesieniny, grabiny lub amerykańskiego drzewa „hickory"; toporzyska bukowe; a dzierżaki łopat, szufli i wideł jesionowe.

**Drzewo opałowe.** 1 $m^3$ (objętościowy) szczap zawiera około 0,7 $m^3$ (mw) drzewa, a 0,3 $m^3$ przestworów; 1 $m^3$ polan kręglakowych (pał) zawiera 0,6 do 0,65 mw drzewa, a 0,4 do 0,35 $m^3$ przestworów, p. T. I, str. 323 i 324, oraz T. II, str. 111 i Dział **XIII**, rozdz. **I A. a.**

## Rodzaje drzewa na budulec.

W Niemczech stosują przeważnie na budulec drzewa następujące:

**Dąb** najcenniejsze i pod każdym względem najlepsze drzewo tak na budynki, jako też do budowy statków i w wodnictwie.

**Sosna** (choja, chojka, choina, choinka) wyśmienita w suchem (najlepsze wiązania dachowe) albo też zupełnie pod wodą; również dobra przy suchości i wilgoci na przemiany. Kanadyjska sosna smolista (pitchpine) znakomita do budowy okrętów, na podłogi (posadzki do tańca).

**Modrzew** jest najcenniejszem drzewem iglastem; zastosowanie jak dębu lub sosny.

**Świerk** (smrok, smrek, smerek) w suchem lub zupełnie pod wodą, nie nadaje się natomiast w przemiennej wilgoci i suchości.

**Jodła** zachowuje się jak świerk.

*) Centralbl. d. Bauverw. 1898, str. 127 i 263.

**Wiąz** (większy gatunek brzostem zwany) wszędzie przydatny, zwłaszcza w młynownictwie, wodnictwie i budowie okrętów (okrętownictwie).

**Buk** zupełnie pod wodą trzyma się znamienicie, stosuje się zatem do robót podwodnych; przy zmianach suchości na przemian z wilgocią jest nietrwały.

**Olsza** (olcha) wyborna na roboty podwodne i wogóle w wodnictwie i młynownictwie.

Inne rodzaje drzew, jako to jesion, grab, topól i t. p. używają się na budulec tylko wyjątkowo.

---

## IX. SMARY.*)

**Celem** smarowania jest zapobieganie bezpośredniemu zetknięciu się powierzchni po sobie się poruszających, a zatem zmniejszenie tarcia i związanych z niem strat pracy, zagrzewania się i ścierania powierzchni po sobie się ślizgających. Przy dostatecznem smarowaniu tarcie pojawia się nie na samych powierzchniach przesuwanych, lecz raczej w warstewce smaru między niemi zawartej (tarcie wewnętrzne).

Przymioty niezbędne dobrego smaru są:

1. Ślizgowatość**) możliwie wielka, t. j. przyczepność i lepkość.

Smar powinien przyczepiać się silnie do powierzchni ślizgających się, aby je możliwie zupełnie i trwale przedzielał (mniejsze ścieranie się metalu), a zarazem możliwie mało ustępował w bok pod ciśnieniem (mniejsze zużycie smaru).

2. Płynność dostateczna, t. j. nie nadmierna spoistość, a raczej sczepność.

Cząstki smaru powinny się lekko przesuwać po sobie, w celu dokładnego wypełniania wszelkich nierówności na powierzchniach, oraz w celu niepowiększania oporu przez nadmierne tarcie wewnętrzne. Jednakże im bardziej płynnym będzie smar, tem snadniej da się wytłoczyć na boki, tem większem też będzie jego zużycie.

3. Możliwa niezmienność pod wpływem powietrza, ciśnienia i zmian temperatury.

a) Żywicznienie i jełczenie wzmaga się pod wpływem ciepła i pyłu; powoduje ono wytwarzanie się zeskorupień i zeskwarzeń, okazujących się szkodliwemi, zwłaszcza w olejach żywicznych, z których rzadkopłynne są najgorszymi smarami. b) Parowanie (np. olejów mineralnych przy 150° w cylindrach parowych i suwakach) i rozkład ich zwłaszcza przez parę wodną.

4. Zupełna wolność od kwasów. ***)

---

*) St. Nakielski, O smarach: Przegl. Techn. 1902, str. 401, 429 i 452 i t. d. J. Grossmann, Die Schmiermittel u. Lagermetalle: Wiesbaden 1894, C. W. Kreidel. A. Kunkler, Die Maschinenschmierung: Mannheim 1893. S. Kapff. Oznaczenie wartości smarów w Zeitschr. d. V. d. Ing. 1898, str. 553 i nast.

**) Ślizgowatością zowiemy zdolność wytworzenia ślizkości na powierzchniach smarowanych; bardziej ślizką stanie się powierzchnia (np. posadzka) od lepkiego smaru gęstopłynnego niż od zupełnie sztywnego łoju, albo od zupełnie rzadkopłynnego oleju, wyciskającego się z łatwością w bok.

***) Keller. Zeitschr. d. v. d. Ing. 1888, str. 676.

Części metalowe, stykające się ze smarem, cierpią bardzo od najmniejszych domieszek kwasów nieorganicznych (siarczanego), a nawet od kwasów organicznych (tłuszczowych). Olejo mineralne nie zawierają w sobie prawie wcale kwasów nieorganicznych; kwasy te znachodzą się natomiast często w tłuszczach i olejach roślinnych i zwierzęcych, oczyszczanych kwasami, których potem nie zobojętniono należycie. Kwasy organiczne, zawarte w smarach lub się w nich wytwarzające, są natomiast mniej szkodliwe.

5. Wolność od przymieszek ciał stałych, chociażby nawet rozpuszczonych.

Domieszki podobne (cząstki tkanek, śluz w olejach roślinnych, cząstki skóry w zwierzęcych, koksu w mineralnych, a domieszki naciążające w celach fałszerstwa we wszystkich rodzajach smarów) same powodują już tarcie, jakoteż wytwarzanie się zeskorupień, zapychanie kanalików dopływowych i t. p. Cząstki metalu, starte z powierzchni ślizgających się, zanieczyszczają po pewnym czasie smar tak dalece, że sam staje się szkodliwym dla tychże powierzchni. Trzeba zatem smar odnawiać, używany zaś można oczyszczać, np. odsączając takie cząstki stałe.

6. Niezmienność w zimie, przy mrozach lub dla maszyn oziębiających.

7. Bezwodność.

Oleje, używane do oliwienia za pośrednictwem knota, nie powinny zawierać w sobie ponad 0,5% wody, która wogóle zmniejsza wssawalność knota. Tłuszcze zdolne do wchłaniania większych ilości wody, bywają nią nieraz zafałszowane.

Smary istotnie oszczędne (ekonomiczne) powinny łączyć w sobie ślizgowatość z pewną lepkością, lecz tylko do takiego stopnia, aby spowodowane nią tarcie wewnętrzne (zagrzewanie i strata pracy) nie pochłaniało korzyści z oszczędności na smarze samym.

Pomijając cenę, przy **wyborze smaru** powinniśmy uwzględnić: 1. ciśnienie jednostkowe na powierzchnie, 2. prędkość ich ruchu, 3. temperaturę, w jakiej smar działa.

Np. do oliwienia czopa, umiarkowanie obciążonego i obracającego się niezbyt prędko, nad olejem rzepakowym, nader ślizgowatym i rzadkopłynnym, będzie miał przewagę stosowny olej mineralny, jeszcze lepki przy 50°, lecz dostatecznie ślizgowaty, gdyż zużywane ilości oleju rzepakowego byłyby nadmierne. Natomiast przy znacznem ciśnieniu (np. czopa korby u wielkiego silnika parowego) olej rzepakowy okaże się właściwszym, bo ów olej mineralny nie byłby dostatecznie odporny na takie ciśnienie, z powodu niedostatecznej ślizgowatości.

Przy małem ciśnieniu, a wielkiej prędkości (np. do wrzecion przędzarek) pierwszym warunkiem będzie rzadkopłynność, gdyż tarcie wewnętrzne wzrasta wraz z prędkością; nadawałby się tu zatem olej mineralny rzadkopłynny, czysty, albo z domieszką 25% oliwy. Do smarowania części poruszających się w parze (tłoki, suwaki i t. p.) wypada używać smaru przedewszystkiem wysoce ślizgowatego, ponieważ przy tak wysokich temperaturach rozmaite rodzaje smaru mało się różnią pod względem stopnia swej płynności.

Płynność olejów mineralnych w temperaturach zwykłych ulega znacznym zmianom pod wpływem zmieniającej się temperatury; przy ich stosowaniu trzeba zatem baczyć na temperaturę, w jakiej mają działać. Oleje takie, jeszcze zupełnie lepkie przy 20°, stają się dwa razy płynniejszymi przy 35° do 40°, a przy 50° do 60° są już zupełnie rzadkopłynne.

Smar sztywny*), t. j. tłuszcz nader lepki, prawie skrzepły, zaleca się chyba w razach wyjątkowych. Zalety jego (nie ścieka, pozostaje w miejscu nawet w czasie spokoju, chroni od dostępu kurzu, jest zatem oszczędny i wygodny w użyciu) nikną wobec wad: skutkiem nader małej jego ślizgowatości i bardzo wielkiego tarcia wewnętrznego tak praca stracona, jako też ścieranie się powierzchni są nadzwyczaj wielkie;**) nadto smarowanie jest nierównomierne i niepewne, smar taki trzeba pod ciśnieniem doprowadzać między powierzchnie, a zupełna jego nieprzejrzystość nie pozwala rozpoznawać domieszek: wreszcie zużywa się przy nim do czyszczenia wiele ście-

*) Heusinger v. Waldegg, Schmiermittel der Eisenbahnen; Wiesbaden 1871.
**) Woodbury, Measurements of the friction of lubricating oils: New-York 1885.

rów (materyałów do czyszczenia), które można powrotnie oczyszczać tylko benzyną. Jedynie do smarowania czopów bardzo obciążonych, a powoli się poruszających, do rozległych pędni (transmisyi) o małej liczbie obrotów, do luźnych kół pasowych, albo do łożysk niedostępnych, wreszcie do szybko wirujących części, z których smar płynny by odpryskiwał, zaleca się niekiedy stosowanie smarów sztywnych.

Prawie w każdej fabryce wypadnie zatem stosować rozmaite gatunki smarów, rozumie się, w możliwie ograniczonej ilości gatunków, co najmniej jednak trzeba mieć dwa gatunki, z których jeden do cylindrów i suwaków silnika parowego. Lepiej kupować smary nie po cenach najtańszych, lecz u dostawców zaufania godnych, bo tanie smary, aczkolwiek pozornie zupełnie dobre, okazują się z czasem zazwyczaj bardzo drogimi, bo szkodliwymi dla urządzeń fabrycznych, oraz pochłaniającymi wiele pracy mechanicznej.

Smar ściekający z łożysk w ściekiewki (miseczki zbierające) zawiera w sobie cząstki metaliczne, kurz i t. p. nadaje się zatem w tym stanie już tylko do celów podrzędniejszych (przy wierceniu, szmyrglowaniu i t. p.). Gdy jednakże smar doprowadzamy nader obficie, np. przy maszynach szybkochodzących (silniki gazowe, prądnice i t. p.), ponowne użycie smaru, po należytem oczyszczeniu, będzie wskazane. Oczyszczamy zaś smar w oddzielnych przyrządach przez osadzanie się części stałych i przez ich odsączanie.

Nawet ze ścierów (np. odcinki bawełniane do ścierania smarów rozmazanych na częściach maszyn) można wydobyć część smarów przez odwirowanie. Ściery takie oczyszcza się do reszty od tłuszczów, piorąc je w benzynie (mieszadło w naczyniu zamkniętem), co przy smarach sztywnych jest jedynym sposobem oczyszczenia.

Ważniejsze rodzaje smarów są:

### 1. Oleje tłuste i tłuszcze.

Tłuszcze zwierzęce i roślinne, zwłaszcza zaś w końcu wspomniane, ulegają rozkładowi pod wpływem tlenu powietrza, przez co jełczeją, t. j. wydzielają niezwiązane kwasy tłuszczowe. Rozprowadzone w cienkie warstewki wysychają one prędzej lub wolniej (oleje zżywiczałe i niezżywiczałe, oraz żywiczniejące i nieżywiczniejące). Gotując je z ługiem potasowym lub sodowym, zmydłamy je na szare mydło (potasowe) lub na mydło twarde (sodowe). Wszelakie oleje tłuste i tłuszcze ulegają w mniejszym lub większym stopniu rozkładowi przy odparowaniu.

Surowe oleje roślinne wytłaczamy ponajczęściej z rozdrobnionego materyału surowego, rzadziej wydobywamy je przez wyługowanie siarczkiem węglowym; są one zamącone ciałami białkowemi i śluzowemi, które usuwamy działaniem kwasów (zwykle siarczanego), kwasy zaś uobojętniamy rozczynem sody, poczem olej przemywa się wodą. Olej tak oczyszczony (rafinowany) jest barwy jasnożółtej do wodnisto-przezroczystej.

Olej rzepakowy zawiera 1,5% ciał śluzowych i t. p., a w surowym stanie nadaje się do użytku jedynie po należytem odstaniu się i oddzieleniu od osadów; lepszym będzie olej oczyszczony kwasem siarczanym. Jasny olej (czyszczony) okazuje się korzystniejszym w zastosowaniu niż ciemniejszy (nieczyszczony). Olej rzepakowy

słabo tylko żywicznieje, natomiast jełczeje łatwo, co jednakże nie przeszkadza jego stosowaniu, o ile się go tylko ochrania od kurzu i ciepła. Jest on smarem ze wszystkich tłuszczów najpowszechniej stosowanym z powodu względnej taniości i znacznej smarowności (t. j. przymiotów właściwych dobremu smarowi). Stosownie do ceny otrzymuje on w handlu domieszki innych olejów roślinnych i mineralnych, a nawet żywicznych. Ciężkość właściwa średnio 0,914; krzepnie przy $-1^0$ do $-10^0$.

Oliwa przeważnie zielonkowata, jest jeszcze bardziej smarowną niż olej rzepakowy, nie wysycha, nie tworzy skorupy, natomiast zawiera najwięcej swobodnych kwasów tłuszczowych. Stosują ją najwięcej do przędzarek, a oczyszczoną i do maszyn delikatniejszych. Wysoka cena skłania do zafałszowań. Wypadałoby unikać przynajmniej jej fałszowania olejami: konopnym, lnianym, makowym i innymi szybko schnącymi. Ciężkość właściwa średnio 0,918; krzepnienie: już powyżej zera wydziela się stearyna.

Olej rycynowy, lepki i dość łatwo schnący, mimo to w stosownych warunkach niezłym bywa smarem. Ciężkość właściwa średnio 0,965.

Olej z siemienia bawełnianego, słabo schnący, używa się zatem na domieszkę do innych olejów, zwłaszcza oliwy, a przez utlenianie wyrabiają z niego olej utleniany, inaczej sztucznym olejem rycynowym zwany, (Blown oil, oxidized oil), który często bywa kwaśny. Ciężkość właściwa średnio 0,926; krzepnienie: wydziela palmitynę już przy $+12^0$.

Olej migdałowy (słodki), oczyszczany jest wybornym smarem dla delikatnych przyrządów, zegarków i t. p.

**Tłuszcze zwierzęce** wydobywają się z materyałów surowych (łoju, słoniny, racic, kopytek i t. p.) przez gotowanie (wytapianie) nad ogniem (często z kwasem siarczanym) lub parą przegrzaną, albo przez ługowanie benzyną i t. p.

Łój wołowy i skopowy, jeżeli ma być zdatny do użycia, powinien być wolny od kwasu siarczanego. Dobry łój jest twardy, zawiera w sobie mało swobodnego kwasu tłuszczowego, nie jełczeje łatwo (łój skopowy jełczeje łatwiej niż wołowy). Fałszują go często domieszkami innych tłuszczy, a nawet ciałami nietłustymi. Ciężkość właściwa średnio 0,948; łój wołowy topnieje przy $45^0$, skopowy przy $47^0$.

Łojem wołowym smarują pasy skórzane (p. T. I, str. 477). Używają do tego celu też smarów innych, nie lepszych, lecz droższych (smar przeciw ślizkości, tłuszcz przyczepny i t. p.), w Ameryce zaś mieszaniny 3 części tranu z 1 częścią gorącego łoju.

Na smary używają też, lecz tylko w okolicach, gdzie jest tani, tranu rybiego lub wielorybiego.

Olej raciczny i kopytczany wyrabia się w najlepszym gatunku z racic wołowych i owczych — w gorszym z kopyt końskich — nie jełczeje on, nie schnie, a jest nader ślizgowaty. Z powodu wysokiej ceny stosują go tylko do maszyn delikatniejszych, a w postaci oczyszczonej nawet do zegarków; wysoka cena jest też przyczyną licznych zafałszowań.

Olej olbrotowy jest tłuszczem najbardziej rzadkopłynnym, nie jełczeje, nie schnie, jest zatem wyśmienitym smarem dla delikatnych maszyn.

Olej smalcowy odtłacza się ze smalcu wieprzowego, a służy przeważnie do fałszowania innych olejów.

Tłuszcz z wełny w stanie surowym jest zbyt lepki, można go zatem używać jedynie w mieszaninie z innymi tłuszczami; po przekropleniu (dystylacyi) zawiera zaś wiele kwasów i staje się zupełnie niezdatnym na smary.

**2. Oleje mineralne,** surowe otrzymujemy z suchej dystylacyi węgla lub torfu (oleje smolne, mazie), albo też jako oleje kopalne (olej ziemny, skalny), a przekraplając, rozdzielamy je na oleje lekkie, a rzadkopłynne (oleje do oświetlenia, do wyrobu gazu i do czyszczenia) i na oleje ciężkie, a lepkie (smary), z których przez przesączanie (filtrowanie) otrzymujemy smary do cylindrów, a smary zwykłe przez przekraplanie i czyszczenie kwasem siarczanym, oraz ługiem sody żrącej.

Oleje mineralne na powietrzu, z wyjątkiem barwy, nie podlegają zmianom, a więc nie wydzielają kwasów, nie gęstnieją i nie wysychają. W cieple parują, zwłaszcza nizkowrzące. Barwa rozmaita od jasnożółtej i żółtoczerwonej do czarnobrunatnej. Łatwo je odróżnić od olejów tłuszczowych, posiadają one bowiem, gdy światło na nie pada, połysk innobarwny, niebieskawy lub zielonawy. Jedne (amerykańskie) wydzielają parafinę już przy $+ 10^0$ i, krzepnąc przy $0^0$, nabierają gęstości maści; inne (rosyjskie) pozostają płynnymi w bardzo nizkich temperaturach. Wszystkie zaś stają się bardzo rzadkopłynnymi w temperaturach wyższych. Ciężkość właściwa: 0,885 do 0,932.

Niektóre oleje mineralne nadają się zaledwie do podrzędniejszych zastosowań, inne dorównywają jako smary najlepszym olejom tłuszczowym. A że nadto ceny ich są na ogół niższe, więc też mineralne oleje rosyjskie i amerykańskie, wyrabiane z olejów ziemnych, zastępując oleje tłuszczowe, wyparły je już prawie zupełnie z użycia.

Przy jednakowym stopniu oczyszczenia, t. j. przy barwie jednakowej, olej mineralny bardziej lepki posiada też większą ślizgowatość niż rzadziej płynny. A że ślizgowatość jest najważniejszym przymiotem smaru, więc też lepki olej mineralny daje zazwyczaj więcej oszczędności, przynajmniej dopóki ilościowo mniejsze spotrzebowanie nie przeważy niekorzyści wynikających z większego tarcia wewnętrznego.

Wyparowalność bywa tem mniejsza, im wyższą będzie temperatura zapłomienienia (zapłonięcia) i zapalności; a na wyparowalność trzeba zwracać szczególną uwagę przy olejach mineralnych, smarujących części poruszające się w parze lub gazach gorących. Temperatura, w której lżejsze części oleju parują i wytwarzają gazy palne (temperatura zapłomienienia) powinna być znacznie wyższa od temperatury w cylindrze parowym i suwaku. Smar do cylindrów powinien nadto posiadać ślizgowatość możliwie wielką.

Dane o niektórych olejach mineralnych zestawiono w tablicy poniższej:

| Nazwa i pochodzenie | Ciężkość właściwa przy 15° | Krzepnie przy | Barwa | | Temp. zaplomienia | Temp. zapalności | Lepkość*) przy | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | pod światło | ze światłem | | | 50° | 150° |
| Olej do wrzecion. amerykański | 0,885 | — 2° | jasno żółta | zielona, nieco niebieskawa | 174° | 202° | 1,8 | . |
| Olej do maszyn, jasny, rosyjski | 0,909 | poniżej — 10° | żółta | zielona i niebieska | 197° | 234° | 6.6 | . |
| Olej do cylindrów. ciemny, rosyjski | 0,920 | — 8° | czerwono brunatna | zielonawa | 210° | 235° | . | 1,53 |

*) Woda przy + 20° ma lepkość = 1.

**3. Oleje żywiczne** otrzymujemy przez przekraplanie żywicy drzew iglastych i następne odkwaszenie; zasychają one łatwo na twarde skorupy i posiadają nieznaczną tylko ślizgowatość; można je stosować na smary jedynie w mieszaninie z olejami mineralnymi lub roślinnymi.

**4. Oleje i tłuszcze z domieszkami.** Lepkie tłuszcze do maszyn są ponajczęściej mieszaniną mydła wapniowego i oleju, lecz z powodu znacznego tarcia wewnętrznego nie zalecają się wcale na smary. Smar na koła zębate jest mieszaniną łoju i oleju, zazwyczaj z domieszką grafitu, albo łojku (talcum).

Do **oceny smarów** stosują rozmaite sposoby badań mechanicznych i chemicznych. (Próbiarki ślizgowatości, próbiarki lepkości lub płynności, próbiarki zaplomienienia i t. p.) *)

**Warunki na dostawę smarów mineralnych** (podł. okólnika pruskiego ministra robót publicznych z 4 lutego 1892) wymagają, aby płynne smary do wagonów, silników parowych i obrabiarek miały ciężkość właściwą przy + 20° od 0,9 do 0,925, a lepkość mierzona próbiarką Englera, względnie do przyjętej za jedność lepkości wody przy 20°, ma pozostawać w granicach:

| przy temperaturze | 20° | 30° | 40° | 50° |
|---|---|---|---|---|
| stopnie lepkości od | 45 | 20 | 12 | 9 |
| „ „ do | 25 | 12 | 8 | 6 |

Zaplomienienie: Smar zagrzany do 160° nie ma wydzielać par zapalnych (Przyrząd do prób opisano szczegółowo). Krzepnienie: Rozróżnia się smar zimowy i letni, pierwszy jeszcze przy —15°, drugi zaś przy —5° ma być jeszcze na tyle płynnym, aby pod stałem ciśnieniem 50 mm słupa wodnego wznosił się przynajmniej na 10 mm w rurce szklanej, 6 mm średnicy w świetle. (Przyrząd do prób opisano szczegółowo). Smar ma być bezwodny i wolny od kwasów, o słabym zapachu i zupełnie rozpuszczalny w benzynie naftowej, o ciężkości właściwej 0,67 do 0,70. Smar ma być niczem niezanieczyszczony i niema dawać osadu, nawet po długiem odstawaniu się, a cienkie jego warstewki na powietrzu nie powinny ani zżywiczać się, ani też wysychać na powłokę w rodzaju pokostowej.

Warunki szczegółowe **Dyrekcyi kolejowej w Altonie:**

Olej rzepakowy do smarowania parowozów i tendrów ma być zupełnie przezroczysty, należycie odstały i wolny od kwasów i śluzu. Powinien być bez wszelkich obcych domieszek, zwłaszcza olejów żywicznych, smołowych lub mineralnych, albo wy-

*) Bliższe dane o próbiarkach smarów, jakoteż o zwykłych zafałszowaniach smarów p. A. Kunkler, Die Maschinenschmierung i t. d., Mannheim 1893, wydane przez autora.

**) Centralbl. d. Bauverw. 1892, str. 87. Odbitki u Wilh. Ernst & Sohn, Berlin W. 66.

tworów przekraplania olejów w końcu wspomnianych, a nie ma dawać osadu nawet przy dłuższem przechowywaniu.

Łój wołowy powinien niezawierać w sobie ani kwasów mineralnych, ani innych obcych domieszek, ani nawet cząstek skóry, mięsa lub wogóle tkanek zwierzęcych; barwa jego ma być biała, o tonie nieco żółtawym, a zapach świeży, nie zjełczały. Nie przyjmuje się ani łoju zawierającego ponad 1% kwasu tłuszczowego (a raczej ilości równoważącej 1% kwasu siarczanego), ani też łoju, którego punkt krzepnienia leży poniżej 33°, albo powyżej 38°.

Do niektórych zastosowań, np. do zgęszczarek (kompresorów), dobrym smarem okazał się **grafit.**

---

# X. SKÓRZANE PASY NAPĘDOWE.

Najgrubsze skóry wołowe lub bycze po wygarbowaniu mają 5 do 8 mm grubości; skóry niegarbowane są wprawdzie bardziej wytrzymałe na ciągnienie, lecz są one mało sprężyste, nie przylegają należycie do koła pasowego i podlegałyby zepsuciu. Skóra z krów nie nadaje się na pasy, jako zbyt niejednostajna, a skóra koni morskich, (morsów) aczkolwiek do 20 mm gruba, rzadko się używa na ten cel.

Skóra na zwierzęciu ma kształt beczkowaty; przy wyrobie rozpłaszcza się ją, a rdzenna część skóry wołowej, zdatna na pasy, jest najwyżej 1,2 m szeroka, a 1,2 do 1,5 m długa w kierunku od głowy do ogona. Środkowa część nagrzbietna (słupcowa), szerokości do 200 mm, t. j. po 100 mm na każdą stronę od środka, posiada prawie zupełnie jednostajną grubość około 5 mm; dalej od środka, aż do 400 mm średnio w każdą stronę, pogrubia się skóra zwolna do 8 lub 9 mm. Wobec tych okoliczności można z jednej skóry otrzymać pasy o grubości jednostajnej tylko: z części środkowej, do 5 mm grubości i do 200 mm szerokości, a z każdej połaci bokowej po jednym skroju 8 do 9 mm grubym i również do 200 mm szerokim, przyczem środki tych skrojów są równoległe do linii grzbietowej na skórze. Pasy podwójne mogą być 2 razy grubsze.

Pasy prosto i prędko chodzące ($\geqq$ 10 m/sek.) należy wykrawać wyłącznie z części nagrzbietnej (do prądnic dla oświetlenia, do rozdrabniarek i t. p. już przy szerokościach od 100 mm począwszy), ponieważ tylko w takich pasach wszystkie włókna, jako przybliżenie równoległe, zdolne są do znoszenia w przybliżeniu równych naprężeń. Przy powolnym ruchu i na koła niezbyt małe można brać i pasy bokowe, gdyż w takich warunkach różnie naprężone włókna (wewnętrzne i zewnętrzne) będą miały czasu podostatkiem do wzajemnego wyrównania naprężeń. Skóra wycięta z boków krzywi się przy rozciąganiu. Na wszystkie powyżej wyłuszczone stosunki pozostaje nie bez wpływu i znaczenia pochodzenie skóry (z wołów, czy byków; z bydła górskiego, czy nizinnego), jako też jej garbowanie.

Oceniać wisności i wytrzymałości pasa, a więc jego przydatności na przenośnik pracy, podług jego grubości i wagi niemożna, albowiem grubość pasa zmniejsza nawet nieraz jego przydatność na cele powyższe.

C. v. Bach *) sądzi, że nawet wytrzymałość skóry nie może być miarodajną do oceny wartości pasa i jego zdolności przenoszenia pracy; ważniejszą jest jego **sprężystość**, oraz taki sposób obchodzenia się z pasem i jego zastosowania, aby tę jego sprężystość możliwie trwale mu zachować.

Przez przesadzone napęcznianie można wytworzyć skórę bardzo grubą, a nadto komórki skóry tak napchać garbnikiem, że skóra będzie wydawała się jędrną i mocną; lecz postępowanie takie jest tak samo niewłaściwe, jak sztuczne naciążanie (zwiększanie wagi) skóry cukrem gronowym, spatem ciężkim i t. p. materyałami, stosowanymi wyłącznie w celu omamienia odbiorców. Porównywać ze sobą można tylko skóry z ras podobnych i garbowane w sposób podobny.

Długość oddzielnych skrojów pasa, jak już wspomniano, bywa tylko 1200 do 1500 mm; część pofałdowaną skóry można używać co najwyżej w złączeniach pasa, które dla szerszych pasów (stosownie do właściwości końcy łączonych) miewają 200 do 400 mm długości; każda długość skóry wydaje zatem tylko 1000 do 1300 mm długości użytkowej pasa.

Łączy się skroje, przeszywając je natłuszczonymi trokami wpoprzek (pasy podwójne i wzdłuż), albo też skleja się je i stłacza ze sobą, a do sklejania używa się kleju, z dodatkiem terpentyny weneckiej z odrobiną octu. Na każdy $cm^2$ przekroju pasa liczą po 15 do 25 $cm^2$ powierzchni sklejanej. Końce pasa ścina się ukośnie w ostrze specyalnym heblem do skóry. Wytrzymałość złączenia bywa 200 do 300 $kg/cm^2$.

Zaleca się oczyszczanie pasów przynajmniej w odstępach rocznych: zmywa się je i szczotkuje ciepłą wodą, ochraniając przytem miejsca sklejenia, oraz wysusza i naciera ciepłym tłuszczem do pasów (p. str. 117).

Najbardziej wytrzymałe warstwy skóry leżą w przybliżeniu na $^1/_3$ grubości, licząc od wewnętrznej strony skóry (od mięsa), lecz też w wewnętrznej połowie grubości wytężanie pasów bywa największe. Tak z tego powodu jakoteż, by pas zachował w działaniu swe przyrodzone warunki przeginania, t. j. takie, w jakich skóra przeginała się na zwierzęciu, kładzie się pasy pojedyncze zazwyczaj stroną od mięsa (nie zaś stroną od włosa) na powierzchnie kół pasowych. Dane o wytrzymałości pasów skórzanych p. T. I str. 336.

C. O. Gehrkens w Hamburgu, chcąc oznaczyć właściwości oddzielnych miejsc rdzennej płyty skóry, t. j. części ogrzbietnej, około 1200 mm szerokiej, pociął połowę takiej płyty na 48 pasków 5 cm szerokich, a 30 cm długich i dla każdego z tych pasków oznaczył rozciągnięcie i wytrzymałość przy zerwaniu, oraz wagę. Zwłaszcza rozciągnięcie w częściach bokowych skóry okazało się nader nierównomiernem, np. jeden pasek 5 cm, a sąsiedni 10 cm rozciągnięcia. Wynika z tego, że pas wycięty z części bokowych będzie się rozciągał nierównomiernie, a więc przy rozciąganiu będzie się krzywił i wichrzył. Z części bokowej nie można zatem wyciąć dobrego pasa prostego, natomiast bardzo dobrze można stąd wykroić pasy napółskrzyżowane i wogóle zwichrzone.

Dalsze wiadomości o pasach skórzanych p. T. I str. 474 i nast.

---

*) C. v. Bach. Die Maschinenelemente. 7 wydanie, Stuttgard 1899, oraz C. v. Bach Sprężystość pasów i lin napędowych, w Zeitschr. d. V. d. Ing. 1887, str. 221 i 245.

# DZIAŁ DZIEWIĄTY.

# MIERNICTWO.

## I. NARZĘDZIA I PRZYRZĄDY.

### A. Narzędzia do mierzenia długości.

1. **Łata,** żerdź drewniana, 3 do 5 m długa, o przekroju prostokątnym, podzielona pomalowaniem w dwa kolory na jednostki miary, z okuciem żelaznem lub mosiężnem na końcach.

2. **Łańcuch,** 20 m długi, składa się z ogniw z mocnego drutu żelaznego lub stalowego, zagiętych na końcach i połączonych pierścieniami. Odległość środków dwóch pierścieni 0,5 m. Pięć, dziesięć i piętnaście metrów odznaczają się małemi blaszkami metalowemi. Pierścienie końcowe są większe dla nakładania na kostury. Konieczne jest sprawdzanie łańcucha co pewien czas, bo przez używanie zmienia on swą długość. Szpilki służą do liczenia odmiarów.

3. **Taśma,** 20 m długa, lepsza od łańcucha, ma 1 do 2 cm szerokości, a 1 mm grubości. Podziałka oznacza się przynitowanemi blachami mosiężnemi. Na końcach taśmy mieszczą się ruchome pierścienie do wkładania kosturów. By zapobiedz załamaniom taśmy, pierścienie te osadza się przegubowo na dwóch, do siebie prostopadłych sworzniach.

4. Używają się nadto: stolik, dalmierz, koło miernicze i liczykrok (pedometr). [Średni krok 30-letniego mężczyzny średniego wzrostu bywa 80 cm $\pm$ 5 cm, a jego zmienność 1 do 2%].

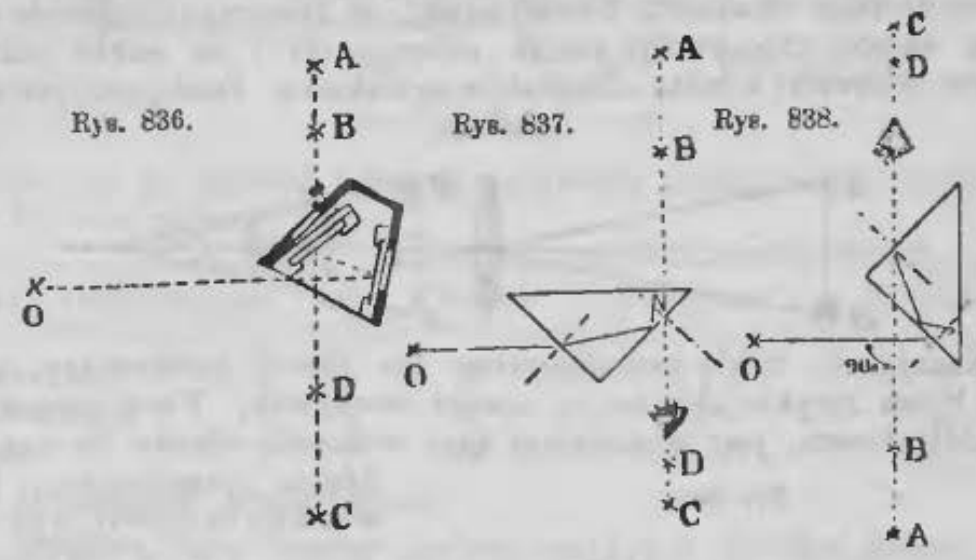
5. Granice błędów. Błąd średni $F$ w **mm,** przy mierzeniu długości $l$ w m, wynosi $F = f_1 l + f_2 \sqrt{l}$, jeżeli $f_1$ odnosi się do stałych przyczyn błędów, a $f_2$ do niezwykłych. Przy mierzeniu łatami, układanemi wzdłuż wyciągniętego sznura, bywa: $f_1 \backsim 0$, a $f_2 = 0{,}0005$ do 0,002. Dla łat bez sznura: $f_1 = -0{,}2$ do $-0{,}5$, $f_2 = \pm 1$ do $\pm 5$. Dla łańcucha i taśmy: $f_1 = -0{,}2$ do $-05$, $f_2 = \pm 2$ do $\pm 10$. Błędu $f_1$ możemy prawie uniknąć, jeżeli zrobimy narzędzie umyślnie nieco dłuższem, np. jeżeli łacie pięciometrowej nadamy długość 5,001 m.

Przy robotach przedwstępnych dla projektów dróg żelaznych dozwala się przy wielokątowaniu: na 1 m długości błąd średni 0,003 m, a na długości $l$ m największy błąd $0{,}003 \sqrt{l}$ m.

## B. Narzędzia do wytykania kątów prostych.

1. **Dajkąt przeziernikowy:** mosiężny walec, graniastosłup lub stożek ścięty, wewnątrz pusty i poczerniony, z 2-ma lub 4-ma przezierniczami, leżącemi w jednej płaszczyznie z osią przyrządu. Płaszczyzny przechodzące przez oddzielne przeziernice przecinają się nawzajem pod kątem $90^0$ lub $45^0$. Każda przeziernica składa się z przeziernika, t. j. wąskiej szczeliny pionowej i celownika, t. j. szerszej szczeliny z rozciągniętą w pośrodku nitką pionową. Dajkąt tego rodzaju nadaje się tylko do wyprowadzania, a nie do spuszczania prostopadłych do linii wytkniętej.

2. **Dajkąt dwuźwierciadełkowy,** albo źwierciadełko dajkątne (rys. 836) składa się z umieszczonych w odpowiedniem pudełku, dwóch zwierciadełek, pochylonych względem siebie o $45^0$. Służy do wyprowadzania i do spuszczania prostopadłych. Jeżeli z punktu położonego na prostej $AB$ wyprowadzić trzeba prostopadłą, to tykę $O$ dopótąd należy przesuwać, dopókąd jej obraz, utworzony przez podwójne



Rys. 836.



Rys. 837.



Rys. 838.

odbicie, nie zejdzie się z tykami $A$ i $B$, widzianemi ponad zwierciadełkiem. Jeżeli z $O$ mamy spuścić prostopadłą do $AB$, to trzeba posuwać się od $D$ po $AB$ dopótąd, dopóki się nie ujrzy obrazu tyki $O$, schodzącego się z tykami $A$ i $B$. W obu razach otwór dajkąta zwraca się nieco ku punktowi $O$.

Dajkąt źwierciadełkowy uważać można za wyregulowany, gdy prostopadła z $O$ na $AC$ przecina ją w tym samym punkcie, przy kolejnem postępowaniu w obu kierunkach, t. j. $AC$ i $CA$. W przeciwnym razie należy poprawić kąt pochylenia zwierciadełek, czyto za pomocą śrubek nastawnych, przesuwających jedno z nich, czy też za pomocą klinika wchodzącego pomiędzy zwierciadełka.

3. **Dajkąt pryzmatowy,** albo pryzmat do kątów (rys. 837 i 838) jest to odpowiednio oprawiony pryzmat szklany, o podstawie z trójkąta prostokątnego, równoramiennego. Ściana przeciwprostokątna działa jako zwierciadło. Tylko dwa razy odbity i dwukrotnie załamany

obraz (wedł. rys. 837 i 838) daje kierunek prostopadły. Obraz ten, przy lekkiem pokręcaniu dajkąta około osi pionowej, wydaje się nieruchomym. Sprawdzenie i zastosowanie jak pod 2.

4. Błąd dozwolony dla narzędzi z pod 1 do 3 jest 2′ do 8′. Długość prostopadłej nie powinna przenosić 40 m, bo przy 50 m i błędzie 2′ uchybienie w położeniu byłoby już $\frac{2'}{3439} \times 50 = 0{,}03$ m.

5. **Krzyż pryzmatowy** służy do wytykania linii prostych między dwoma punktami, a składa się z dwóch pryzmatów prostokątnych, równoramiennych, których płaszczyzny przeciwprostokątne stoją na sobie prostopadle.

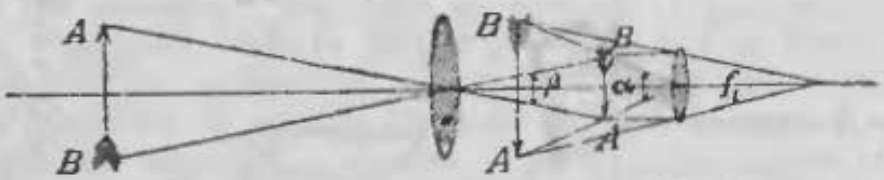
## C. Przyrządy do mierzenia kątów.

### a. Przyrządy o stałej podstawie.

#### 1. Części składowe.

1. **Luneta astronomiczna,** albo **Keplerowska** *) składa się ze szkła przedmiotowego (soczewki dwuwypukłej, ze znaczną odległością ogniskową, dającej rzeczywisty obraz odwrócony) i ze szkła ocznego (takiejże soczewki z małą odległością ogniskową, działającej jak szkło

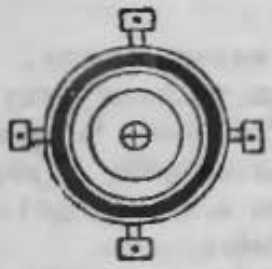
Rys. 839.




powiększające). Szkło przedmiotowe ma ustrój niebarwiący, szkło oczne bywa zwykle złożone z dwóch soczewek. Powiększenie, jakie daje luneta, jest stosunkiem kąta widzenia obrazu do kąta widzenia przedmiotu. Pole widzenia lunety (rys. 840) zależy od $\sphericalangle \alpha = \frac{a}{F} \cdot 206265$ w sek., jeżeli $a$ jest średnicą otworu z krzyżem nitkowym, a $F$ odległością ogniskową szkła przedmiotowego. Krzyżujące się nitki (rys. 841 i 842) powinny się znajdować tam, gdzie się tworzy obraz rzeczywisty, rzucony przez szkło przedmiotowe. W tym celu krzyż nitkowy, łącznie ze szkłem ocznem, albo od niego niezależnie, można przesuwać wzdłuż osi lunety za pośrednictwem zębnicy. Punkt, do którego celujemy, leżeć powinien na osi

Rys. 840.

Rys. 841.



Rys. 842.

*) W słowniku mierniczym „glądnikiem gwiaździarskim“ nazwana

optycznej (kolimacyjnej), która łączy środek optyczny szkła przedmiotowego ze środkiem krzyża nitkowego. Najczęściej stosują się następujące, złożone szkła oczne:

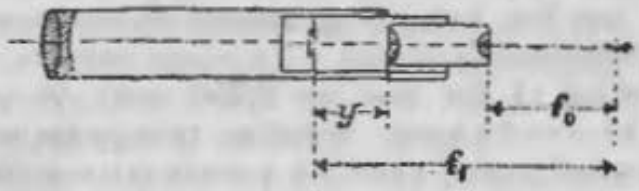
**Szkło oczne Huyghens'a** (rys. 843) składa się z dwóch soczewek płaskowypukłych, których wypukłości zwracają się w stronę szkła

Rys. 843.

przedmiotowego; między temi soczewkami mieści się krzyż nitkowy.

**Szkło oczne Ramsden'a** (rys. 844) składa się z dwóch soczewek płaskowypukłych, zwróconych do siebie wypukłościami; krzyż nitkowy zaś jest ruchomy i leży między szkłem ocznem a przedmiotowem.

Rys. 844.




Obierając za jedność odnośne przymioty pojedyńczego szkła ocznego Keplera, mamy:

| Przy szkle ocznem | Keplera | Huyghens'a | Ramsden'a |
|---|---|---|---|
| Powiększenie . . . . | $V$ | $^2/_3\ V$ | $^{10}/_9\ V$ |
| Pole widzenia . . . . | $\alpha$ | $^3/_2\ \alpha$ | $^9/_{10}\ \alpha$ |
| Jasność . . . . . | $H$ | $^9/_4\ H$ | $^{81}/_{100}\ H$ |

2. **Urządzenia przeczytowe.**

$\alpha$. **Noniusz,** albo **Vernier,** drobnomiarem również zwany, służy do mierzenia części odstępu między kreskami podziałki, wzdłuż której się przesuwa. Noniusz bywa wsteczny i postępowy. Podziałka na wstecznym idzie w przeciwnym, a na postępowym w tym samym kierunku, co i podziałka główna. Jeżeli $N$ oznacza jednostkę podziałki noniusza, a $M$ jednostkę podziałki głównej, $n$ liczbę jednostek podziałki noniusza, wreszcie $A = M : n$ jego wykładnik, to dla noniusza wstecznego będzie:

$$n\,N = (n+1)\,M, \quad \text{czyli} \quad N = M + A,$$

a dla noniusza postępowego:

$$n\,N = (n-1)\,M, \quad \text{więc} \quad N = M - A.$$

Noniusz postępowy używa się przeważnie do podziałek kolowych, wsteczny zas do prostolinijnych.

$\beta$. **Mikroskop.** 1) Mikroskop pojedynczy, czyli **szkło powiększające,** składa się z soczewki dwuwypukłej, której odległość ogni-

skowa jest mniejsza od odległości, z jakiej zdrowe oko widzi wyraźnie (około 24 cm).

2) Mikroskop złożony, czyli **drobnowidz**, składa się ze szkła przedmiotowego, z soczewki płaskowypukłej i ze szkła ocznego (utworzonego z dwóch soczewek, czyli układu Campani'ego).

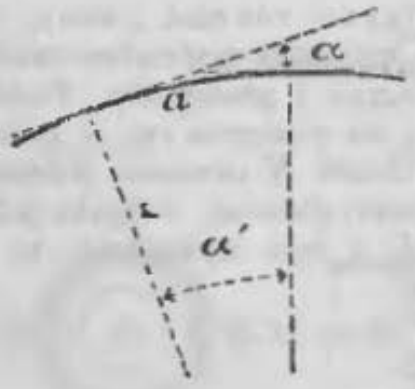
3. Drobnowidz śrubowy jest zwykłym drobnowidzem, zaopatrzonym jednak w leniwkę (śrubę mikrometryczną), której przesunięcie przyczytuje się na podziałce umieszczonej na łebku śruby, a przenosi się na krzyż nitkowy, który się przesuwa w kierunku równoległym do podziałki głównej. Całkowity obrót śruby odpowiada przesunięciu krzyża nitkowego o jednostkę tejże podziałki.

3. **Poziomnice**, służą do sprawdzania poziomu linii prostych i płaszczyzn, a składają się z oprawnych w mosiądz, zamkniętych naczyń szklanych, wypełnionych cieczą (zwykle eterem) z pozostawieniem jednak bańki powietrza lub pary.

α. **Poziomnica podłużna:** rurka szklana, zewnątrz walcowa, oprawiona w rurkę mosiężną, z wierzchu wyciętą i umieszczoną na podstawie mosiężnej. Wnętrze rurki szlifuje się podług powierzchni obrotowej, której tworzącą jest łuk koła. (Poziomnice wytworzone z rurek wygiętych nie są dostatecznie czułe). Na rurce wyryta jest podziałka w liniach paryskich (1 lin. par. = 2,256 mm). W pośrodku tej podziałki leży punkt środkowy. Jeżeli w tym punkcie styczna do wewnętrznej powierzchni rurki, czyli oś poziomnicy jest równoległą do podstawy poziomnicy lub do osi przyrządu, z którym poziomnica jest złączona, to ta podstawa lub oś przyrządu będzie poziomą, skoro tylko środek bańki zejdzie się z punktem środkowym podziałki.

Poziomnica tem jest czulszą, im więcej się bańka odsunie, przy jednakowem pochyleniu osi do poziomu, albo też im mniejszy jest kąt $\alpha$ pochylenia osi (rys. 845) przy jednakowem odsunięciu się bańki, czyli im większy jest promień $r$ łuku, według którego wyszlifowano wewnętrzną powierzchnię rurki. Do sprawdzania poziomnicy służy płyta płaska, spoczywająca na trzech śrubkach nastawnych, której pochylenie do poziomu możemy zmieniać za pomocą jednej z tych śrubek, mającej podziałkę leniwkową (mikrometryczną) na łebku. Jeżeli przy jednakiem pochyleniu odsunięcie bańki będzie jednakowe w każdą stronę, to poziomnica jest dobrą. Równoległość osi poziomnicy do jej podstawy sprawdza się przez doprowadzenie środka banki do punktu środkowego podziałki, za pomocą śrubki nastawiającej położenie rurki w oprawie mosiężnej, a następnie przez odwrócenie poziomnicy o 180°. Jeżeli i wtedy środek bańki zejdzie się z punktem środkowym, to narzędzie jest wyregulowane. W przeciwnym razie odchylenie bańki odpowiada zdwojonemu kątowi pochylenia osi poziomnicy względem

Rys. 845.



poziomu, a bańkę za pomocą śrubki nastawnej cofnąć należy o połowę odchylenia.

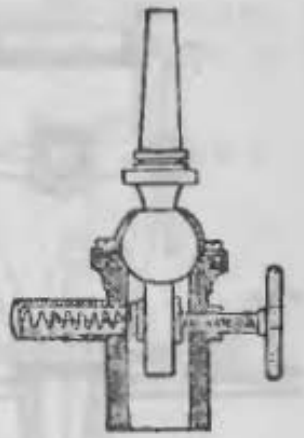
β. **Poziomnica okrągła** składa się z okrągłego pudełka metalowego, którego pokrywę tworzy szkło płasko- lub wypukło-wklęsłe. Na wierzchu pokrywy wyryte są koła współśrodkowe. Środek bańki schodzi się ze środkiem tych kół, gdy poziomnica stoi poziomo. Czułość poziomnicy okrągłej bywa mniejsza niż podłużnej i dla tego nie nadaje się ona do ścisłych pomiarów. Podstawa powinna być równoległą do płaszczyzny stycznej w środku kół współśrodkowych. Sprawdzanie uskutecznia się w sposób podobny jak przy poziomnicy podłużnej.

4. **Nastawy** służące do nastawiania przyrządów do poziomu (przy zastosowaniu poziomnicy), są:

α. **Nastawa kulkowa** (rys. 846) posiada czop, na który wsadza się tulejkę przyrządu, albo też naodwrót nastawa ma tulejkę, w którą się wkłada czop przyrządu. Czop lub tulejka nastawy kończy się u spodu kulką, której przedłużenie walcowate utrzymują w żądanem położeniu dwie śrubki nastawne i czopik przyciskany sprężyną.

β. **Nastawa trzyramienna** nastawia przyrząd przy pokręcaniu trzech śrub nastawnych, cienkogwintnych, przechodzących przez naśrubki w ramionach nastawy nacięte.

Rys. 846.



γ. Nastawa Müller'a i Reineckego łączy się z dowolnym trójnogiem i służy do szybkiego i pewnego nastawienia do poziomu dowolnego przyrządu, nawet przy silnie pochylonym grzbiecie trójnogu, przyczem długość śrub nastawnych mogłaby się okazać niewystarczającą. Przeguby kuliste tej nastawy chwytają między siebie w ten sposób grzbiet trójnogu, że ich zakleszczenie utwierdza zarazem całą nastawę, pozwalając nietylko ustawić jej oś do pionu, ale nadto przesunąć ją w pewnych granicach i w kierunku poziomym, (bez przestawiania trójnogu) w celu uśrodkowania przyrządu.

5. **Trójnogi.**

α. **Trójnóg czopowy,** o nogach całkowitych, składa się z graniastosłupa trójkątnego, zakończonego u wierzchu czopem, na który wchodzi tulejka przyrządu. Do ścian bocznych graniastosłupa przylegają wierzchy nóg, przykleszczane naśrubkami motylkowymi.

β. **Trójnóg grzbietowy,** o nogach górą rozwidlonych, ma płaski grzbiet drewniany, na którym się ustawia nastawę trzyramienną. Przez otwór w środku grzbietu przechodzi hak, który za pośrednictwem silnej sprężyny przyciąga nastawę do grzbietu. Nogi łączą się z grzbietem na zawiasy, przykleszczane naśrubkami motylkowymi.

## 2. Teodolit.

Służy najczęściej do mierzenia kątów poziomych, o ile zaś posiada koło pionowe, służyć może i do mierzenia kątów piono-

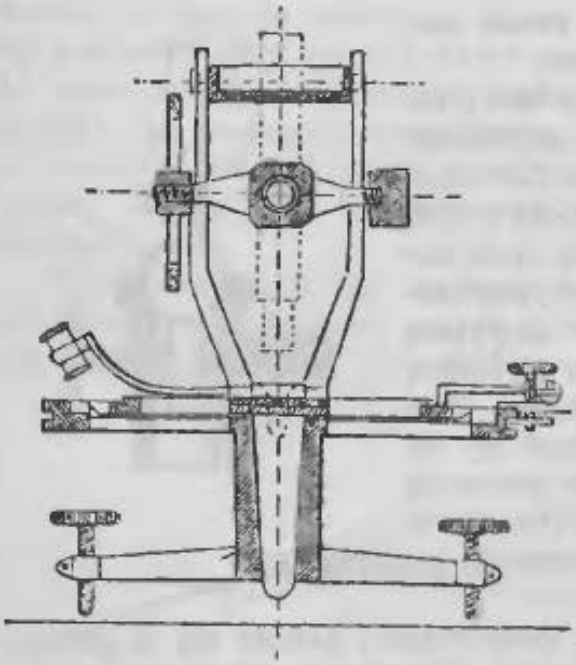
wych. *) Teodolit bez koła pionowego zowią też kołem poziomem, lepiej przyrządem odpołudnikowym (azymutowym). Teodolit składa się z części następujących:

1. **Nastawa trzyramienna** (ob. w.).

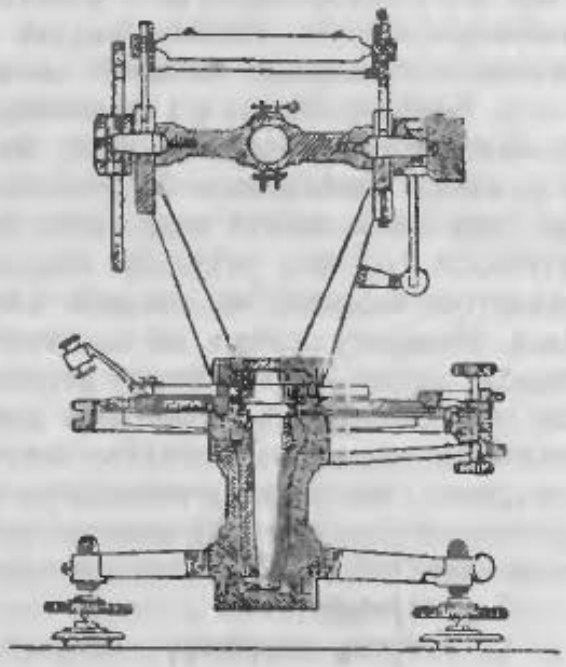
2. **Koło podziałkowe,** przez niektórych stopniówką zwane, posiada podziałkę w całych, połówkach lub trzecich częściach stopni, wyrytą zazwyczaj na taśmie srebrnej, nałożonej na brzegu koła. W zwykłych teodolitach (rys. 847) koło to łączy się na stałe z nastawą trzyramienną. W teodolitach powtarzających natomiast koło podziałkowe złączone jest z czopem, który się swobodnie obraca w tulejce nastawy.

3. **Celownica,** koło współśrodkowe z poprzedniem, a wewnątrz niego umieszczone, której czop obraca się niezależnie przy teodolitach zwykłych w tulejce nastawy, a przy teodolitach powtarzających w wydrążonym czopie koła podziałkowego. Na celownicy, po obu końcach średnicy, wyryte są noniusze postępowe, albo też zastępują je mikroskopy śrubowe. Nowy ustrój A. Meisnera osi pio-

Rys. 847.



Rys. 848.

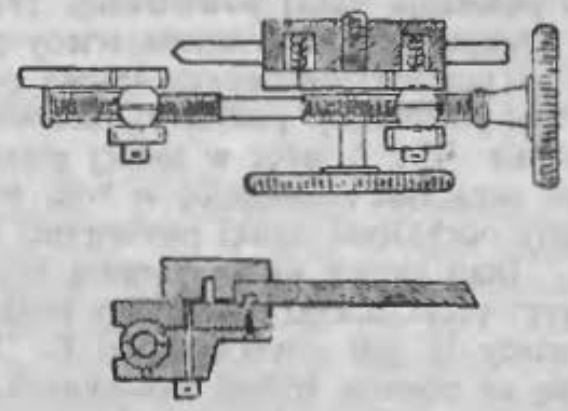


nowej teodolitów powtarzających polega na tem, że w tulejkę środkową, stale połączoną z nastawą trzyramienną, wchodzi ściśle dopasowany czop stalowy celownicy, a do zewnętrznej powierchni tejże tulejki środkowej, obtoczonej stożkowo, przylega ściśle tulejka zewnętrzna, połączona stale z kołem podziałkowem. Tym sposobem oba koła są nawzajem od siebie niezależne, a czop koła podziałkowego nie jest obciążony ciężarem górnych części przyrządu.

*) Nazywanie tych kątów wierzchołkowymi prowadzi do nieporozumień, dogodniejszą byłaby już nazwa kąty szczytowe, t. j. mierzące wzniesienie szczytów gór, wież i t. p. punktów.

4. **Kleszcze i leniwka** ustalają czasowe położenie celownicy względem koła podziałkowego, oraz jego położonie względem nastawy trzyramiennej. Kleszcze bywają boczne, na obwodzie koła (rys. 849) lub lepiej środkowe, przy osi.

Rys. 849.

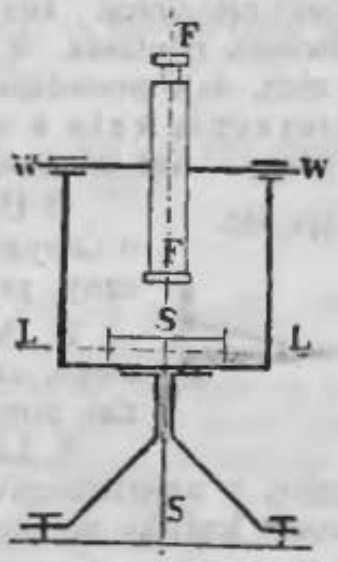


5. Optyczna oś **lunety** leży w płaszczyźnie pionowej, przechodzącej bądź to przez oś przyrządu, bądź też mimo niej. Łożyska spoczywające na podstawach przymocowanych do celownicy, bywają zamknięte, albo otwarte, umożliwiające przekładanie lunety, podczas gdy przy łożyskach zamkniętych luneta może się tylko obracać około swej osi poprzecznej, przyczem niektóre ustroje dozwalają obracać lunetę na wywrot, a nawet zupełnie wokoło. Stosują nadto **lunetę ustalającą**, którą nastawiwszy przed rozpoczęciem pomiaru na pewien punkt stały, możemy każdej chwili sprawdzić, czy się przyrząd nie przesunął.



6. **Poziomnica** przy teodolicie bywa albo okrągła, stawiana na celownicy, albo podłużna, osadzona za pośrednictwem widełek na osi lunety (por. str. 126).

Rys. 850.




Przy sprawdzaniu teodolitu, należy zbadać położenie (rys. 850) osi optycznej $F$, osi poziomej $W$, osi pionowej $S$ i osi poziomnicy $L$. Wypełnione być muszą następujące cztery warunki:

1) $F$ prostopadłe do $W$,
2) $W$ prostopadłe do $S$,
3) $L$ prostopadłe do $S$,
4) $S$ położone w płaszczyźnie obrotu $F$, dla lunety umieszczonej w płaszczyźnie przez oś teodolitu przechodzącej.

Gdy $F$ nie jest prostopadłe do $W$, wtedy zachodzi błąd kolimacyjny, gdyż oś optyczna (kolimacyjna) przy obrocie lunety opisuje podwójną powierzchnię stożkową. Błąd ten ujawnia się przy celowaniu do pewnego punktu i przełożeniu lunety. Po przełożeniu punkt ów powinien się znów znaleść w płaszczyźnie zakreślanej przez oś optyczną. Poprawia się błąd kolimacyjny przez przesunięcie krzyża nitkowego prostopadle do osi obrotu lunety.

Sprawdzenie 1) jest niezależne od ustawienia poziomnicy. Sprawdzenie 2) wykonywa się przy poziomnicy okrągłej w założeniu, że warunek 3) już jest wypełniony. Błąd wychodzi na jaw przy celowaniu

do punktów wzdłuż linii pionowej. Przy podnoszeniu i opuszczaniu lunety środek krzyża nitkowego nie powinien schodzić z tej linii.

Warunek 3) wymaga, aby osie $L$ i $S$ były do siebie prostopadłe. W razie przeciwnym, poziomnica okrągła, doprowadzona do środkowego położenia bańki powietrznej, przy obróceniu przyrządu o 180° daje odchylenie. Oś $L$ trzeba wtedy pochylić o połowę tego odchylenia za pomocą nastawnych śrubek poziomnicy.

Przy poziomnicy podłużnej, ustawionej na poprzecznej osi lunety mają osie $W$ i $L$ leżeć w jednej płaszczyźnie. Jeżeli osie się mijają, to, obracając poziomnicę w bok, w jedną lub drugą stronę, otrzymujemy odchylenia bańki powietrznej w dwóch przeciwnych kierunkach. Błąd usuwa się za pomocą bocznych śrubek poziomnicy. Jeżeli przy przekładaniu poziomnicy bańka powietrzna pozostaje w środku, wtedy $W$ jest równoległe do $L$. W razie odchylenia, błąd usuwa się za pomocą śrubek nastawnych, służących do podnoszenia lub opuszczania jednego końca rurki.

Przy używaniu teodolitu wyrównywającego, z lunetą obracającą się w łożyskach zamkniętych, lecz zupełnie dokoła, błędy pochodzące z wadliwego, wzajemnego pochylenia obrotowej i optycznej osi lunety i z ich położenia poza płaszczyzną pionową, przechodzącą przez oś teodolitu, znoszą się, jeżeli każdy kąt mierzymy dwukrotnie, przed i po obróceniu lunety i bierzemy średnią arytmetyczną dwóch przeczytów.

Gdy oś obrotu celownicy nie schodzi się z osią koła podziałkowego, wtedy różnica dwóch przeczytów nie jest miarą kąta, o jaki obrócono celownicę. Dla tego też na celownicy mieszczą się dwa przeciwległe noniusze, a średnia arytmetyczna przeczytów u każdego z nich, daje prawdziwą wielkość kąta.

Mierzenie kąta z wyrównaniem za pomocą zwykłego teodolitu. Kąt mierzony $lor$ (rys. 851):

Rys. 851.

1) Ustawia się teodolit pionowo ponad punktem $o$ (zwykły pion, czyli ołowianka, pionownik optyczny, pionownik sztywny z poziomnicą okrągłą).

2) Doprowadza się przyrząd do położenia poziomego, za pomocą trzech śrub nastawy, według wskazań poziomnicy.

3) Lunetę naprowadza się na punkt $l$, obracając celownicę, a unieruchomiwszy ją kleszczami, nastawia się krzyż nitkowy lunety leniwką na punkt $l$.

4) Przeczytuje się wskazania obu noniuszów i bierze średnią arytmetyczną.

5) Zluzowawszy kleszcze, nastawia się lunetę na $r$ jak pod 3)

6) Przeczytuje się wskazania obu noniuszów i bierze średnicę arytmetyczną, od której odejmuje się średnią otrzymaną pod 4).

7) Obraca się lunetę na wywrót i powtarza pomiar.

8) Bierze się średnią obydwóch wyników.

Zapisywanie uskutecznia się np. w sposób poniższy:

| Stanowisko | Cel | Położenie lunety: I. Noniusze: 1 | 2 | Średnia | II. Noniusze: 1 | 2 | Średnia | Kąt mierzony | Średnia |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| o | l | 45° 10′ 0″ | 12′ 0″ | 45° 11′ 0″ | 225° 14′ 0″ | 15′ 0″ | 225° 14′ 30″ | 53° 35′ 30″ | 53° 36′ 15′ |
| | r | 98° 46′ 0″ | 47′ 0″ | 98° 46′ 30″ | 278° 51′ 0″ | 52′ 0″ | 278° 51′ 30″ | 53° 37′ 0″ | |

Mierzenia kąta teodolitem powtarzającym.

Różnica pomiędzy tą czynnością, a mierzeniem za pomocą zwykłego teodolitu (j. w.) polega na tem, że tu, przy jednem nastawieniu i podwójnem przeczycie, mierzy się dowolna wielokrotność danego kąta, z której przez podzielenie otrzymuje się kąt szukany. Mierzenie uskutecznia się jak poprzednio, poczem następuje odhamowanie koła podziałkowego i obrócenie o pewien kąt w sposób następujący (rys. 851):

Celuje się do punktu $l$, a po przeczytaniu wielkości łuku na noniuszu celownicy, celuje się do punktu $r$, unieruchomia celownicę względem koła podziałkowego i obraca to koło razem z celownicą, dopokąd luneta nie wróci do kierunku $ol$; wtedy unieruchomia się koło podziałkowe, luzuje kleszcze celownicy i nastawia lunetę na punkt $r$. Jeżeli na tem mierzenie się kończy, to różnica pomiędzy drugim a pierwszym przeczytem daje podwójną wartość kąta mierzonego. Przy wielokrotnem powtarzaniu, należy do ostatniego przeczytu $a_n$ dodać tyle razy po 360°, ile razy noniusz przeszedł przez zero podziałki. Jeżeli przy $n$ pomiarach zdarzyło się to $m$ razy, to kąt szukany będzie:

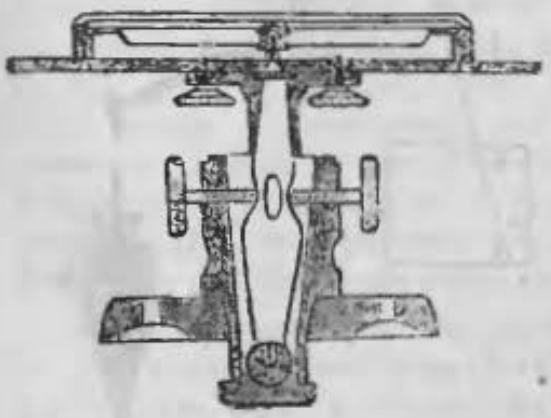
$$\alpha = \frac{360\,m + a_n - a}{n},$$

w którym to wzorze $a$ oznacza pierwszy przeczyt. Tym sposobem usuwa się błąd pochodzący z niedokładności podziałki.

## 3. Busola.

1. **Busola z przeziernikami** (rys. 852) jest to okrągłe, płaskie, pudło mosiężne; wewnątrz, na połowie wysokości mieści się koło podziałkowe, dzielone na połówki, albo trzecie części stopnia. W pośrodku, na ostrzu stalowem, wspiera się agatowem łożyskiem igła magnesowa, a całość górą zamknięta pokrywą szklaną. Pod busolą mieści się celownica, t. j. liniał z przezierniczą, czyli przeziernikiem i celownikiem, które leżą na linii przechodzącej przez 0° i 180° koła podziałkowego. Podczas nieużywania busoli igłę magnesową unieruchamia urządzenie, przyciskające ją do szklanej pokrywy.

Rys. 852.



2. **Busola z lunetą,** podobna do poprzednio opisanej, tylko zamiast przezierników posiada lunetę.

Sprawdzanie: Pudło nie zawiera w sobie żelaza ani niklu, jeżeli igła z niego wyjęta i swobodnie zawieszona, przy zbliżaniu lub oddalaniu pudła, nie zmienia swego kierunku. Płaszczyzna przechodząca przez przeziernicę powinna być prostopadłą do płaszczyzny koła podziałkowego. Sprawdzenie jak przy teodolicie. Równoległość szklanej pokrywy do płaszczyzny koła podziałkowego, oraz prostopadłość obu tych płaszczyzn do pionowej osi obrotu, wykaże poziomnica okrągła niezmiennem położeniem bańki powietrznej, raz doprowadzonej do środka, oraz sama igła swem pozostawaniem w płaszczyźnie koła podziałkowego, przy obrocie narzędzia o 180°.

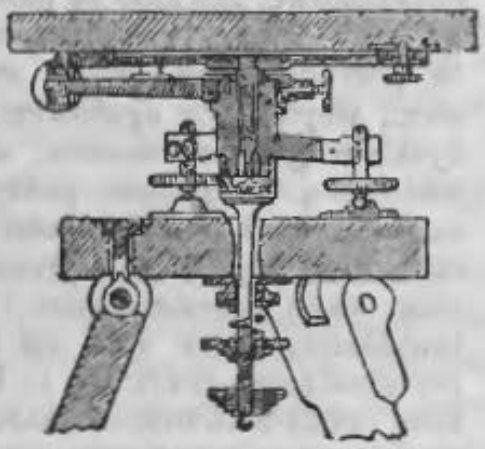
Użycie. Dla zmierzenia kąta *lor* (rys. 851) ustawia się przyrząd tak, aby jego oś pionowa przechodziła przez *o*, sprawdziwszy zaś jego położenie poziome za pomocą poziomnicy okrągłej, możemy odhamować igłę magnesową. Naprowadzamy celownicę, albo lunetę, najprzód na *l*, następnie na *r* i dokonujemy przeczytów dla obydwu końców igły w obydwóch tych położeniach. Różnice przeczytów dla każdego końca igły dają dwie wartości, których średnia jest wielkością kąta *lor*, wolną od błędu pochodzącego z mimośrodkowego położenia igły.

## 4. Stolik mierniczy.

Służy do bezpośredniego rysunkowego zdejmowania i wykreślania kątów i długości w zmniejszonej podziałce. Części składowe są:

1. **Trójnóg płaski** (rys. 853).
2. **Nastawa trzyramienna** z urządzeniem podtrzymującem deskę.
3. **Deska,** kwadratowa (0,5 m) lub prostokątna, możliwie dokładnie płaska i niepodlegająca spaczeniu. Nastawia się poziomo trzema śrubami nastawy podług poziomnicy okrągłej, obraca zaś na urządzeniu podtrzymującem deskę, najpierw od ręki, pod koniec leniwką.

Rys. 853. Rys. 854. Rys. 855.



4. **Celownica** z przeziernicą lub lunetą. Celownica Breithaupt'a składa się z liniału, na którym umieszczony słupek podtrzymuje lunetę z dalmierzem, mogącą wykonywać całkowity obrót około osi poziomej. Do mierzenia kątów pionowych służy koło pionowe przy lunecie, którego środek leży na osi obrotu lunety. Oś ta powinna być równoległą do powierzchni stolika, a płaszczyzna, jaką tworzy przy obrocie oś optyczna lunety, prostopadłą do tejże powierzchni. Brzegi liniału powinny być równoległe do wzmiankowanej płaszczyzny. Na liniale mieści się mała busola, ułatwiająca nakierowanie stolika.

Użycie. Jeżeli stolik ma być ustawiony w kierunku $AB$ (rys. 854), to go się ustawia w $A$ w ten sposób, aby odpowiadający temu miejscu punkt $a$ rysunku leżał na pionowej przechodzącej przez $A$, co się uskutecznia z pomocą pionownika (rys. 855). Przykłada się liniał prawidła do linii rysunku $ab$, odpowiadającej $AB$, a następnie obraca stolik, najpierw odręcznie, potem zaś leniwką, dopóki punkt $B$ nie ukaże się w lunecie.

Nakierowanie stolika względem trzech punktów danych jest jednem z ważniejszych zadań (p. str. 144).

**Zdjęcie topograficzne** okolicy za pomocą stolika (jak w Prusach, gdzie arkusze w podziałce 1:25000 przedstawiają trapezy kuliste 10 minut długie, a 6 min. wysokie) wypada poprzedzić trójkątowaniem. Na jeden arkusz przypada 9 do 10 wierzchołków trójkątów, z których trzema najdogodniej położonymi posiłkuje się przy nakierowaniu stolika.

## b. Przyrządy ręczne do mierzenia kątów.

1. **Sextans** składa się z metalowego wycinka kołowego ($^1/_6$ okręgu), na którego łuku, na taśmie srebrnej wyrytą jest podziałka dająca $^1/_{12}{}^0$. Na jednem ramieniu, równolegle do promienia przechodzącego przez $0^0$ podziałki, stoi zwierciadełko mniejsze, podlane tylko w połowie bliższej płaszczyzny koła podziałkowego. Drugie zwierciadełko większe mieści się w środku koła, na obracającem się około tego środka ramieniu, które w drugim końcu ma noniusz w zetknięciu z podziałką. Naprzeciwko zwierciadełka mniejszego znajduje się przeziernica, albo lepiej luneta, ziemska lub astronomiczna, z krzyżem nitkowym przy szkle ocznem. Do ułatwienia przeczytań służy szkło powiększające, utwierdzone na ramieniu dodatkowem, które można nasunąć ponad noniusz.

Pomiar kąta $lor$ (rys. 851) uskutecznia się sekstansem, stając w $o$, patrząc przez niepodlaną część mniejszego zwierciadełka na $l$ i obracając ramię z noniuszem tak długo, aż obraz punktu $r$, przez podwójne odbicie w obu zwierciadełkach powstający, nie zejdzie się z widzianem bezpośrednio $l$. Wtedy ramię z noniuszem i promień $0^0$ tworzy kąt równy połowie $lor$. Aby oszczędzić trudu zdwajania przeczytu, podziałkę wypisują odrazu podwójną, t. j. od $0^0$ do $120^0$.

2. Na tej samej zasadzie, co sekstans, polegają inne przyrządy, jako to: półkole zwierciadełkowe Douglas'a, cyrkiel katoptryczny, a także koło zwierciadełkowe Mayer'a i Bordy, takież koło załamujące Pistor'a i Martins'a i inne, w których zastosowano

całkowite okręgi, pozwalające przy przeczytywaniu posiłkować się i metodą powtarzania i w których jedno lub oba zwierciadełka zastąpiono pryzmatami.

3. Jeżeli ramiona kąta $\alpha$ są pochylone do poziomu, a kąty tych pochyleń są $\beta$ i $\gamma$, to kąt $A$, będący rzutem kąta $\alpha$ na płaszczyznę poziomą, określa się wzorem:

$$\sin \frac{A}{2} = \sqrt{\frac{\sin {}^1/_2 (\alpha + \beta - \gamma) \sin {}^1/_2 (\alpha - \beta + \gamma)}{\cos \beta \cos \gamma}}.$$

## D. Narzędzia i przyrządy do mierzenia wysokości.

### a. Narzędzia i przyrządy poziomnicze.

#### 1. Narzędzia z pionem.

1. **Łata z krokiewką.** Krokiewka z drzewa lub metalu ma kształt trójkąta prostokątnego, równoramiennego, z nakreśloną prostopadłą, spuszczoną z wierzchołka kąta prostego na przeciwprostokątnię. Jeżeli przyczepiony do wierzchołka krokiewki sznurek z ciężarkiem (ołowianka) schodzi się z nakreśloną na niej prostopadłą do podstawy, to podpory łaty leżą na jednym poziomie. Stosowna tylko na niewielkie odległości.

2. **Sznur z blaszką.** Półkrąg metalowy z podziałką, zawieszony u dwóch haczyków na poziomo wyciągniętym sznurze. Położenie sznura jest poziome, gdy pion (ołowianka), zawieszony w środku półkręgu, przechodzi przez 0 podziałki. Odchylenie ołowianki oznacza w stopniach kąt, jaki kierunek sznura tworzy z poziomem. Sprawdzenie uskutecznia się przez odwrócenie sznura o 180°.

3. **Kieszonkowy poziomnik Bohne'go** z lunetą, która samodzielnie ustawia się poziomo na zawieszeniu systemu Cardan'a. *)

4. **Zwierciadełko wiszące,** zawieszone pionowo na dwóch ostrzach. Oko i jego obraz w zwierciadełku wyznaczają kierunek poziomy. Sprawdzenie przez odwrócenie o 180°.

#### 2. Przyrządy hydrostatyczne.

Oparte na prawie równowagi cieczy w naczyniach sprzężonych.

1. **Poziomnik wodny:** rura metalowa w kształcie litery **U,** z ramionami utworzonemi przez przykitowane rurki szklane; w pośrodku tulejka służąca do nasadzenia przyrządu na trójnóg lub pachołek. Do połowy wysokości rurek szklanych rura wypełnia się wodą czystą, albo, co lepsze, zabarwioną. Powierzchnie wody w obu rurkach szklanych wyznaczają kierunek poziomy.

---

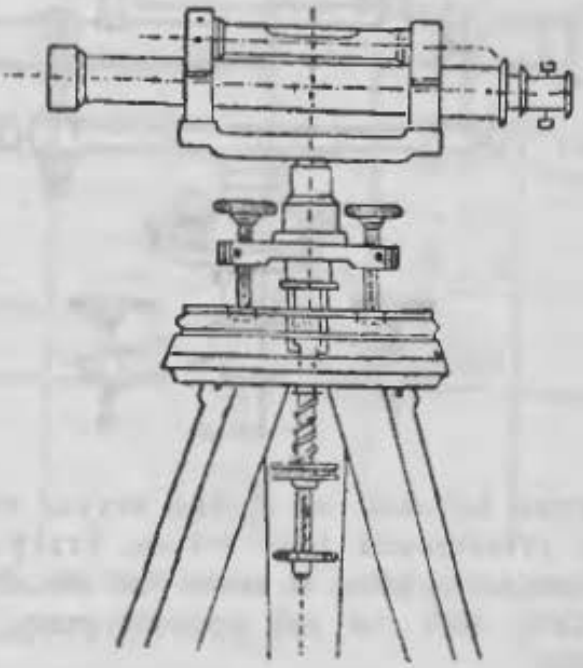
*) Centralbl. der Bauverw. 1877, str. 41.

2. **Poziomnik rtęciowy,** podobny do poprzedniego, lecz napełniony rtęcią, w której pływają dwa pływaki, zaopatrzone w przeziernik, względnie celownik; ustrój ten obecnie jest już mało używany.

### 3. Poziomniki z poziomnicą i lunetą,

zwane zazwyczaj wprost poziomnikami, powinny mieć oś optyczną lunety równoległą do osi poziomnicy, a obie te osie muszą znów być prostopadłe do pionowej osi obrotu przyrządu. Dwa główne typy:

Rys. 856.



**Poziomnik z lunetą stałą** (rys. 856). Luneta i poziomnica są stale osadzone na beleczce metalowej i zaopatrzone w śrubki nastawne do regulowania poziomnicy i do przesuwania krzyża nitkowego w lunecie.

Sprawdzenie. 1) Oś poziomnicy prostopadła do osi pionowej: Ustaw lunetę z poziomnicą równolegle do dwóch śrub nastawy, doprowadź do poziomu i obróć o 180°. Usuń połowę odchylenia bańki powietrznej za pomocą śrubki nastawiającej poziomnicę. Powtórz to kilkakrotnie.

2 Oś lunety równoległa do osi poziomnicy: Sprawdzenie w polu przy użyciu łaty poziomniczej. Ustaw przyrząd w $a$, łatę zaś w $b$ (rys. 857). Zmierz wysokość narzędzia $i$ w $a$ i przeczytaj z $a$ wysokość $h$ na łacie. Toż samo wykonaj w $b$, gdzie otrzymasz $i_1$ oraz $h_1$. Gdy przyrząd wyregulowany, powinno być:

$$h_1 - i = i_1 - h,$$

albo:

$$h + h_1 = i + i_1,$$

t. zn. że suma wysokości przeczytanych na łacie jest równa sumie wysokości przyrządu. Błąd:

$$f = {}^1/_2 (h + h_1) - {}^1/_2 (i + i_1),$$

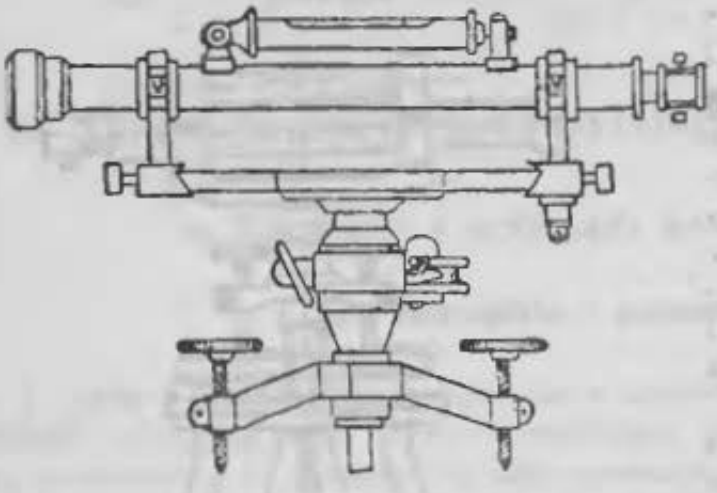
usuwa się przez pionowe przesunięcie krzyża nitkowego.

Rys. 857.

**Poziomniki z lunetą przekładaną** (rys. 858). Na beleczce metalowej umieszczone są dwie podstawy górą rozwidlone, na których spoczywa luneta, dająca się okręcać około swej osi podłużnej, oraz

przekładać. Poziomnica jest albo stale przytwierdzona do lunety albo też się na nią nakłada za pośrednictwem widełek. Śruby nastawne, jak w przyrządzie ze stałą lunetą, nadto jedne z widełek podtrzymujących lunetę posiadają oddzielną śrubę, służącą do ich podnoszenia i opuszczania. W narzędziu Stampfer'a śruba ta ma urządzenie leniwkowe.

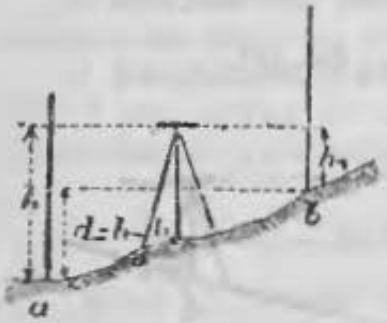
Rys. 858.



Sprawdzenie:

1) Luneta ma być uśrodkowaną, t. zn. jej oś optyczna powinna się schodzić z osią geometryczną, wyznaczoną przez łożyska widełkowe, albo przynajmniej być do tej osi równoległą. Celuj więc na punkt oddalony, poczem obracaj lunetę w około jej osi o 180°, przyczem punkt widziany nie powinien schodzić ze środka krzyża nitkowego. Błąd poprawia się przez przesunięcie tego krzyża. Przypuszcza się przytem, że szkło przedmiotowe samo w sobie jest uśrodkowane, t. zn., że jego środek optyczny leży na osi geometrycznej, wyznaczonej przez widełki łożyska.

Rys. 859.




2) Co do sprawdzenia równoległości osi lunety z osią poziomnicy (p. str. 135 p. 2).

3) Osie lunety i poziomnicy powinny być prostopadłe do pionowej osi obrotu przyrządu: Nakieruj lunetę z poziomnicą równolegle do dwóch śrub nastawy, nastaw do poziomu, obróć o 180°. Połowę odchylenia bańki usuń, pokręcając śrubkę pod jednemi z widełek poziomnicy.

**Poziomowanie.** Różnicę wzniesień dwóch punktów *a* i *b* (rys. 859) mierzy się, ustawiając poziomnik w pobliżu środka odległości między tymi punktami. Zmniejsza się tym sposobem możliwe błędy, wynikające z niedostatecznej równoległości osi lunety i poziomnicy, z kulistości ziemi i ze załamywania się promieni światła. Mierzone wzniesienia zapisują się w sposób szczegółowy lub skrócony.

Dalsze szczegóły o mierzeniu wysokości p. str. **144** i nast.

Szczegółowy dziennik poziomniczy.

| Stanowiska | Odległości | Przeczyty na łacie | | | Różnice | | Punkty poziomowane | Pioniki (rzędne) | Uwagi |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Wstecz | Naprzód | Pośrednie | Wznos | Spad | | | |
| | m | m | m | m | m | m | | m | |
| 0—0,5 | 50 | 1,046 | | | | | 0 | 100,000 | Ponad N. N. p. str. 145 |
| | | | 2,980 | | | 1,934 | 0,5 | 98,066 | |
| 0,5-1,0 | 50 | 0,920 | | | | | | | |
| | | | | 0,125 | | | Środek | 98,861 | Próg drzwi |
| | | | 1,460 | | | 0,540 | 1,0 | 97,526 | |
| 1,0-2,0 | 100 | 3,260 | | | | | 1,5 | 98,632 | |
| | | | | 2,154 | | | | | |
| | | | 3,105 | | 0,155 | | 2,0 | 97,681 | |
| Sprawdzenie | Razem | 5,226 | 7,545 | | 0,155 | 2,474 | | | |
| | | | 5,226 | | | 0,155 | | | |
| | | Różnica 2,319 | | | | 2,319 | | | |

Wreszcie: Pionik 0 — pionik 2,0 = 100,000 — 97,681 = 2,319 m

Skrócony dziennik poziomniczy.

| Punkty poziomowane | Przeczyty na łacie | Pioniki (rzędne) | | Uwagi |
|---|---|---|---|---|
| | | Poziomu przyrządu | Punktów poziomowanych | |
| | m | m | m | |
| 0 | 1,046 | 101,046 | 100,000 | Ponad N. N. p. str. 145. |
| 0,5 | 2,980 | | 98.066 | |
| 0,5 | 0,920 | 98,986 | 98.066 | |
| Środek. | 0,125 | | 98,861 | Próg drzwi. |
| 1.0 | 1,460 | | 97,526 | |
| 1,0 | 3,260 | 100,786 | 97,526 | |
| 1,5 | 2,154 | | 98,632 | |
| 2,0 | 3,105 | | 97,681 | |

## b. Barometry.

### 1. Barometry rtęciowe.

1. **Barometr naczyńkowy Fortin'a.** Walec mosiężny, obejmujący rurkę barometru, posiada podziałkę, której zero oznaczone jest w naczyńku ostrzem kościanego trzpienia, wkręconego we wieko. Ostrze

to przy przeczytywaniu powinno właśnie dotykać poziomu rtęci. W tym celu dno naczyńka można podnosić lub opuszczać, za pośrednictwem śruby.

2. **Barometr lewarkowy,** składa się z rurki w kształcie litery **U,** której dłuższe ramię na końcu zalutowano. Różnica wzniesień poziomu rtęci w obu ramionach mierzy się podziałką przesuwaną. Doczepiony termometr wskazuje ciepłotę podczas pomiaru. Otwór krótszego ramienia rurki, przy przenoszeniu, zamyka się korkiem, przez którego środek przechodzi mocna rurka włoskowata, umożliwiająca rozszerzanie się rtęci.

### 2. Barometry sprężynowe.

1. **Barometr sprężynowy Naudet'a,** składa się z zamkniętego pudełka z rozrzedzonem powietrzem; dno i wierzch pudełka są z blachy falistej. Pod wpływem zmian ciśnienia powietrza zewnętrznego blachy te wginają się, a ich ugięcia przenoszą się na wskazówkę. Ciśnieniu powietrza przeciwdziała płaska blacha sprężynująca.

2. **Barometr sprężynowy Goldschmidt'a** ma zamiast skazówki tarczę stanowiącą łeb leniwki. Koniec śruby doprowadza się przez obrót do zetknięcia z drążkiem, poruszającym się razem z blachą falistą. Zetknięcie to następuje w chwili, gdy kreski wyryte na końcach oddzielnej sprężynki i drążka schodzą się w jedną linię prostą. Wykonany obrót tarczy daje na podziałce miarę ciśnienia powietrza.

### c. Tachymetr Moinot'a, *)

jest to teodolit z kołem pionowem i dalmierzem systemu Porro, używany głównie przy pomiarach przedwstępnych, poprzedzających budowę dróg żelaznych. Ma zwykle dwie poziomnice: jedną do nastawiania przyrządu, a drugą, połączoną z dalmierzem, do poziomowania. Koło poziome zaopatrzone jest w busolę. Często przyrząd taki posiada jeszcze lunetę ustalającą (por. str. 129). W dalmierzu stosunek przeczytu do odległości bywa zwykle 1 : 100, albo 1 : 200 (p. str. 147, oraz Dział **XI,** rozdz. **I. A. IV. b.**).

## E. Narzędzia rysownicze i przyrządy do obliczania powierzchni.

1. **Podziałki** rysunków mierniczych w Rosyi: dla szczegółów 25 i 50 sażeni na 1 cal ang. (1 : 2100 = 0,00047619; 1 : 4200 = 0,0002381), dla planów 100 saż na 1 cal ang. (1 : 8400 = 0,00011905).

Według dawniej obowiązujących w Królestwie „Przepisów przy pomiarach dóbr i lasów rządowych“ (Warszawa 1843), dla pierworysów pomiarów gruntów i lasów 1 : 5000, siedzib po wsiach i lasach 1 : 2500, siedzib miejskich 1 : 1250. Dozwolone były także inne

*) Wypada odróżniać: tachymetr, t. j. przyrząd do szybkiego mierzenia, niejako szybkomierz, od tacheometru, wskazującego prędkość, np. kątową, i będącego niejako miernikiem prędkości.

podziałki, większe i mniejsze, stosownie do potrzeby, ale zawsze wielokrotne względem podziałki zasadniczej 1:5000.

W Prusach zaś obowiązują podziałki poniższe:

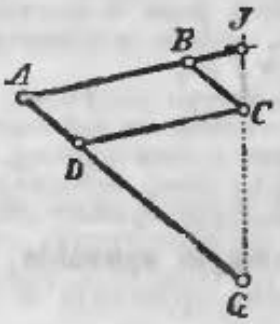
| | |
|---|---|
| Pola do 5 arów . . . . . | 1:500, |
| „ od 5 a do 50 a . . . . . | 1:1000, |
| „ ponad 50 a . . . . . | 1:2000, |
| Plany obszernych lasów . . . . | 1:4000, |
| „ szczegółowe dróg żelaznych . . | 1:2500, |
| Mapy sztabu generalnego . . . . . | 1:100000, |
| „ „ „ większe . . | 1:25000. |

Przy przekrojach zwykle podziałka wysokości 10 razy większa od podziałki długości.

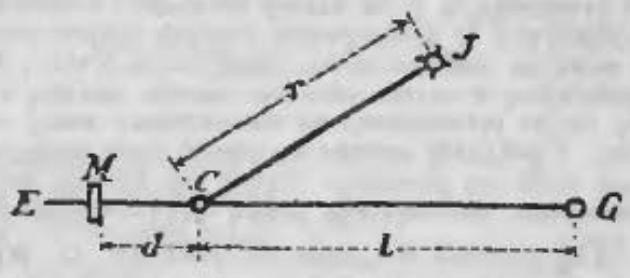
Na planach mierniczych i mapach niezbędną jest podziałka i kierunek południka.

2. **Odryśnik** czyli pantograf, służy do odrysowywania w zmniejszonej, albo zwiększonej podziałce. Pręty złączone czterema sworzniami tworzą równoległobok (rys. 860) w ten sposób, że powstają dwa trójkąty podobne $BJC$ i $AJG$, mogące się obracać około punktu $J$.

Rys. 860.




Rys. 861.




Punkty $J$, $C$ i $G$ leżą na jednej prostej; $J$ umocowuje się stale na płaszczyźnie rysunku, $G$ prowadzi się po danym rysunku, a $C$ kreśli nowy rysunek zmniejszony w stosunku $JC:JG$. Przesuwalność sworzni (przegubów) umożliwia dowolną zmianę stosunku podziałek.

3. **Powierzchnik biegunowy Amsler'a** wyznacza mechanicznie całkę pola, wyrażoną w spółrzędnych biegunowych:

$$F = \int {}^1/_2\, r^2 \cdot d\varphi.$$

Po ramieniu ruchomem $EG$ (rys. 861) przesuwa się łożysko przegubowe $C$, łączące to ramię z ramieniem $CJ$. Łożysko $C$ łączy się stale z osią poziomą kółka $M$. Całkowite obroty kółka $M$ wskazuje liczyobrót (obrotomierz) umieszczony przy $C$, części tych obrotów wskazuje skaźnik na samem kółku. Gdy biegun $J$ utwierdzimy na rysunku, ostrze $G$ dosięgać będzie mogło wszystkich punktów rysunku, których odległość od $J$ jest mniejsza niż $l+r$, a większa niż $l-r$. Przy obwodzeniu ostrzem $G$ pola mierzonego, kółko $M$ wykonywa odpowiednią liczbę obrotów. Jeżeli $u$ oznacza obwód kółka, $l$ długość ramienia ruchomego, $n$ ogólną ilość obrotów wskazanych na liczyobrocie i na kółku, to, gdy biegun leży poza obrębem pola mierzonego, będzie:

$$F = n\, l\, u.$$

Iloczyn $lu$ oznacza się przez próby, a przez przesunięcie łożyska $C$ można nadać mu wartość zaokrągloną, dogodną do obliczeń. Znaczki na ramieniu $EG$ wskazują położenia odpowiadające najczęściej stosowanym wartościom $lu$. Gdy zaś naodwrót biegun leży wśród pola mierzonego (p. rys. 861), będzie:

$$F = nlu + (r^2 + l^2 + 2dl)\,\pi,$$

a stałą tego wzoru, t. j. $(r^2 + l^2 + 2dl)$, oznacza się doświadczalnie, przez obwiedzenie pola o znanej wielkości. Najczęściej obiera się biegun na zewnątrz pola, choćby przyszło z tego powodu obliczać je częściami.

4. **Suwak rachunkowy** *) służy do wykonywania obliczeń. Na linijce 25, albo 50 cm długiej i na suwającej się po niej przesówce wyryto dwie podziałki, proporcyonalne do logarytmów liczb wypisanych. Dla znalezienia, np. iloczynu $ab$, ustawia się 1 przesówki na $a$ górnej podziałki i przeczytuje na tej podziałce liczbę, położoną ponad $b$ przesówki. Iloraz $a:b$ znajduje się, stawiając $b$ przesówki na $a$ górnej podziałki i odczytując na tej podziałce liczbę, położoną nad 1 przesówki.

Suwak powyżej opisany przedstawia ustrój pierwotny, podatny tylko do wykonywania najprostszych działań: mnożenia, dzielenia, oraz oznaczania potęg, a nawet pierwiastków. Linijka otrzymuje jednak zazwyczaj 2 a nawet 4 rozmaite podziałki — podobnie i przesówka, t. j. na każdej krawędzi i z obydwu stron, przez co przyrząd staje się podatnym i do wykonywania różnych innych obliczeń, zależnie od rodzaju podziałek, np. może on zastąpić tablice logarytmów, wstaw. dostaw i t. p.

Dogodniejszą w użyciu odmianę ustroju suwaka rachunkowego otrzymamy, jeżeli podziałkę linijki przeniesiemy na obwód tarczy stałej (dość ciężkiej, by statecznie stała na biurku), a podziałkę suwaka na obwód nieco mniejszej tarczy spółśrodkowej, obracającej się około osi pionowej. Ustrój ten dozwala jedną ręką (lewą) wykonywać obliczenia suwakiem, pozostawiając prawą rękę swobodną do zapisywania wyników obliczenia.

5. Wspomnieć wypada tu jeszcze o **wykreślnym sposobie** przenoszenia pomiarów tachymetrycznych na rysunek, opisanym w Dziale **XI**, rozdz. **I A. IV. b. a. 1.** 2.

---

# II. UŻYCIE NARZĘDZI I PRZYRZĄDÓW.

## A. Pomiary poziome.

W Prusach dozwala się uchybienia w pomiarach długości, wynoszące do 0,002 w okolicy płaskiej, a w bardzo nierównej do 0,003 długości zmierzonej.

### a. Trójkątowanie.

Przy pomiarze większego obszaru, dzieli się go na trójkąty, z których każde dwa, sąsiednie mają jeden bok wspólny. Do tej sieci związkowej odnosi się następnie czynności: wielokątowania i zdjęć szczegółowych.

---

*) Centralbl. d. Bauverw. 1887, str. 253; 1888, str. 95 i 548; 1889, str. 278 i 510; 1893, str. 174 i 330.

Trójkąty 4-go i 3-go rzędu, o bokach krótszych niż 3000 m, wzgl. 6000, uważa się za płaskie, a trójkąty 2-go i 1-go rzędu za powierzchnie kuliste.

Jeden bok sieci związkowej, tak zwaną podstawę, mierzy się dla sprawdzenia dwukrotnie 5-ciometrowemi łatami mierniczemi. Wyniki obu tych pomiarów nie powinny różnić się między sobą o więcej jak o 0,0002 długości podstawy. Po zmierzeniu podstawy następuje mierzenie kątów. Dla trójkątów 4-go i 3-go rzędu suma kątów w trójkącie nie powinna się różnić od 180° więcej niż o $^1/_2'$, wzgl. $^3/_4'$.

**Wyrównanie błędów** uskutecznia się na zasadzie następujących trzech warunków:

1) Warunek okręgu: suma kątów wokoło jednego punktu $= 360^0$.

2) Warunek trójkąta: suma kątów w trójkącie $= 180^0$.

3) Warunek długości: każdy bok należący do dwóch sąsiednich trójkątów powinien wykazać tę samą długość, po jej obliczeniu z każdego z tych trójkątów.

Wyrównanie błędów uskutecznia się grupami, t. j. oddzielnie dla każdej grupy trójkątów schodzących się w jednym punkcie.

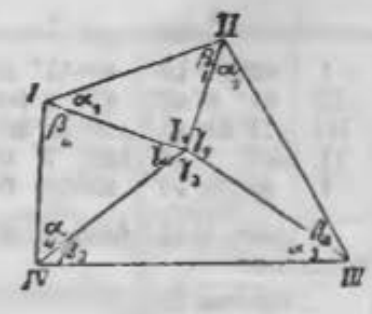
Błąd kołowy $k$ rozdziela się na każdy z kątów $\gamma$ (rys. 862) równomiernie:

$$k_t = \frac{3k - \Sigma\Delta}{2n},$$

jeżeli $\Delta_1$, $\Delta_2$ . . . $\Delta_n$ oznaczają błędy trójkątowe, a $n$ liczbę trójkątów. Błąd trójkątowy $\Delta$ rozdziela się także równomiernie na każdy z trzech kątów trójkąta:

$$\Delta_{nt} = \frac{\Delta_n - k_t}{3}.$$

Rys. 862.




Poprawka dla każdego kąta $\gamma$ wynosi zatem:

$$v_\gamma = k_t + \Delta_{nt}.$$

Kąty $\alpha$ i $\beta$ byłyby tym sposobem już określone; gdy jednak warunek długości jest od nich zależny, więc wyrównanie błędów długości nastąpić może przez powiększenie każdego kąta $\alpha$ o tęż samą wielkość $x$, o którą zmniejszymy przynależny kąt $\beta$ i odwrotnie. Poprawka będzie:

$$x = \frac{L}{\Sigma r} \text{ w sek.},$$

jeżeli: $L = \Sigma \log\sin\alpha - \Sigma \log\sin\beta$,

$r = \log\sin(\alpha + 1'') - \log\sin\alpha$,

względnie: $r = \log\sin(\beta + 1'') - \log\sin\beta$.

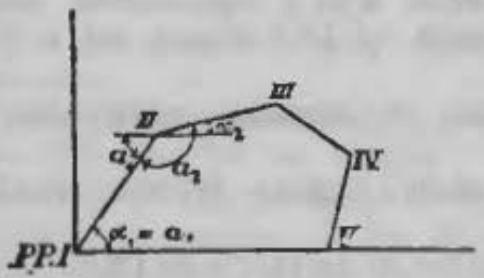
Boki trójkątów obliczają się na zasadzie proporcyonalności boków trójkąta do wstaw kątów przeciwległych.

Przy wyrównywaniu błędów następnej grupy trójkątów, wielkości uprzednio poprawione uważają się jako już dokładne.

## b. Wielokątowanie.

Oblicza się wielokąty zamknięte, których $n$ boków mierzy się dwukrotnie. Oba odmiary nie powinny się różnić więcej jak na 2 do $3^0/_{00}$ sumy boków (p. punkt 5, str. 122). Odmiar kątów uważa się za dobry, jeżeli suma kątów nie różni się więcej jak o $^1/_2\, n$ minuty od $(n-2)$ $180^0$. Błąd rozdziela się równomiernie na wszystkie kąty.

Rys. 863.




Najdłuższy bok wielokąta obieramy za oś odciętych, a prostopadłą do niej, przechodzącą przez jeden z wierzchołków, za oś rzędnych. Pochylenie któregokolwiek boku do osi odciętych jest (rys. 863):

$$\alpha_n = \alpha_{n-1} + \alpha_n - 180^0.$$

We wielokącie zamkniętym, suma algebraiczna rzutów boków wielokąta tak na oś odciętych, jak i na oś rzędnych, powinna być równą zeru. Różnice rozdzielają się ze znakiem przeciwnym na boki, proporcyonalnie do ich długości.

Zapisywać pomiary można, np. w sposób następujący:

| Stanowiska | Kąty mierzone $\alpha$ | Kąty poprawione $\alpha$ | Boki wielokątów: Oznaczenie | Długość | Pochylenie do osi odciętych $\alpha$ | Wierzchołek | Rzuty na oś rzędnych + | Rzuty na oś rzędnych − | Rzuty na oś odciętych + | Rzuty na oś odciętych − | Rzędne | Odcięte |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | 89° 57′ 15″ | 89° 57′ 0″ | I-II | 287,3 | 89° 57′ 0″ | II | 287,3 | . | 0.2 | . | 287,5 | 0,2 |
| II | 87° 9′ 45″ | 87° 9′ 30″ | II-III | 84,4 | — 2° 53′ 30″ | III | . | 4,2 | 84,3 | . | 283,3 | 84,5 |
| III | 173° 53′ 45″ | 173° 53′ 30″ | III-IV | 331,4 | — 9° 0′ 0″ | IV | . | 51.8 | 327.3 | . | 231,5 | 411.6 |
| IV | 123° 7′ 15″ | 123° 7′ 0″ | IV-V | 253,9 | —65° 53′ 0″ | V | . | 231,7 | 103,7 | . | 0 | 515,2 |
| V | 65° 53′ 15″ | 65° 53′ 0″ | V-I | 514,8 | ±180° | I | . | - | . | 514.8 | 0 | 0 |
| Σ | 540° 1′ 15″ | 540° 0′ 0″ | | | | Σ | 287.3 | 287,7 | 515,5 | 514,8 | | |
| (5—2) 180° = | 540° | | | | | | | 287,3 | 514,8 | | | |
| Błąd: | 1′ 15″ = 75″ | | | | | | Błąd: -0.4 | | +0.7 | | | |

$$\frac{75''}{5} = 15'' = \text{Poprawka dla każdego kąta.}$$

## c. Wyznaczanie punktów niedostępnych.

### 1. Celowanie naprzód.

Dane są (rys. 864) położenia dwóch punktów $a$ i $b$; punkt $c$ jest niedostępny. Oznaczyć długości $ac$ i $bc$.

$$\text{Mamy: } ac = \frac{ab \cdot \sin\beta}{\sin(\alpha+\beta)}, \quad bc = \frac{ab \sin\alpha}{\sin(\alpha+\beta)}.$$

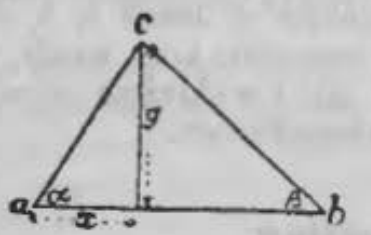
Dla wkreślenia w rysunek oblicza się nadto:

$$x = ac \cdot \cos\alpha = ab - bc \cdot \cos\beta,$$
$$y = ac \cdot \sin\alpha = bc \cdot \sin\beta.$$

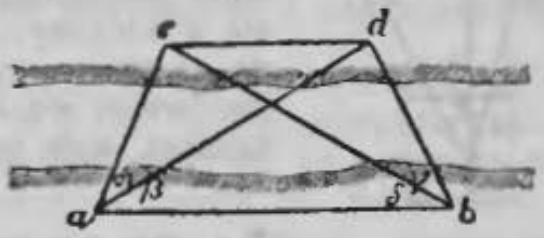
W rys. 865 daną jest podstawa $ab$. Długości $ac$ i $bc$, $ad$ i $bd$, oznacza się jak poprzednio, poczem mamy:

$$cd = \sqrt{ac^2 + ad^2 - 2\,ac \cdot ad \cdot \cos\alpha}$$
$$= \sqrt{bc^2 + bd^2 - 2\,bc \cdot bd \cdot \cos\gamma}.$$

Rys. 864.




Rys. 865.




Bezpośrednie wykreślenie jest możliwe przy użyciu stolika.

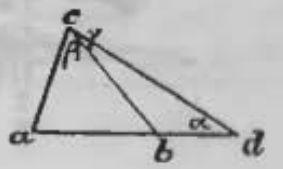
## 2. Celowanie w bok.

Dana jest (rys. 866) długość $ab$. Punkty $a$ i $b$ są niedostępne; oznaczyć mamy długości $ac$ i $bc$.

Stawia się przyrząd na przedłużeniu $ab$, np. w $d$ i otrzymuje (oznaczywszy uprzednio kąty $\beta$ i $\gamma$ w $c$):

$$ac = \frac{ab \cdot \sin(\alpha + \gamma)}{\sin\beta}$$
$$bc = \frac{ab \cdot \sin(\alpha + \beta + \gamma)}{\sin\beta}.$$

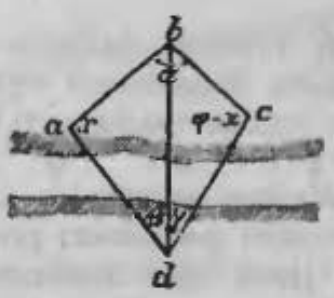
Rys. 866.




Rys 867.

## 3. Celowanie wstecz.

(Zadanie Pothenot'a).




Dane są (rys. 867) punkty $a$, $b$ i $c$, oraz kąty $\beta$ i $\gamma$; oznaczyć położenie punktu $d$ względem punktów $a$, $b$ i $c$.

Ponieważ suma kątów czworokątu $= (4-2)\,180^0 = 360^0$, więc:

$$(\varphi - x) + x = 360^0 - (\alpha + \beta + \gamma) = \varphi.$$

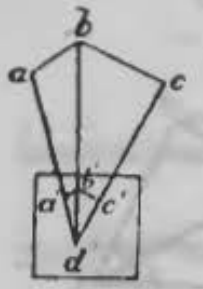
Zrównanie dwóch wartości boku $bd$, otrzymanych z dwóch trójkątów $abd$ i $bdc$ na zasadzie prawa wstaw, daje, po podzieleniu przez $\sin x \sin\varphi$:

$$\operatorname{ctg} x = \frac{ab \cdot \sin\gamma}{bc \cdot \sin\beta \sin\varphi} + \operatorname{ctg}\varphi,$$

z którego to wzoru obliczamy kąt $x$. Na zasadzie prawa wstaw obliczają się boki $ad$, $bd$ i $cd$. Rozwiązanie jest nieokreślone, gdy punkty $a$, $b$, $c$, $d$ leżą na tym samym obwodzie koła.

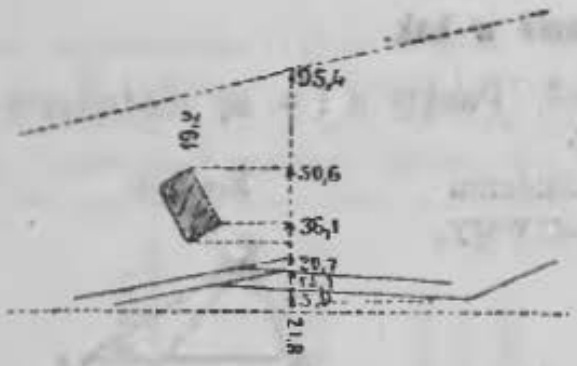
**Rozwiązanie wykreślne** tego samego zadania za pomocą stolika (rys. 868). Jeżeli $a'$, $b'$, $c'$, przedstawiają na stoliku punkty $a$, $b$, $c$, to linie celu $aa'$, $bb'$, $cc'$, albo przecinają się w jednym punkcie $d$, albo też tworzy się tak zwany trójkąt błędów. Po przesunięciu stolika powstaje drugi taki trójkąt, a proste, które łączą odpowiadające sobie wierzchołki dwóch tych trójkątów, przetną się w szukanym punkcie $d$. Jeżeli $a$, $b$, $c$, $d$, leżą na tym samym obwodzie koła, wtedy, tak nakierowanie stolika, jak i wykreślne rozwiązanie zadania, staje się niemożliwem.

Rys. 868.




## d. Pomiar szczegółów

Rys. 869.




następuje po wielokątowaniu (p. str. 142), a odnosi się go do boków lub przekątni wielokątów, albo do innych prostych, stosownie wkreślonych. Odległości (rys. 869) wpisują się w szkice odręczne w kierunkach prostopadłych do tych linij pomiarowych. Linie krzywe pomierzają się i wkreślają w postaci linij łamanych, przez oznaczenie ich punktów załamań.

# B. Pomiary wysokości.

W Prusach dozwala się uchybienie $f$ przy poziomowaniu zwykłem na długościach wynoszących:

0—0,020—0,045—0,10—0,25—0,5—1,0—2—3—4—5—6—7,5 km

$f = 4$ 6 9 14 20 28 40 49 56 63 69 77 mm.

Według przepisów z r. 1895 poziomowanie, w celu związania się z pruskim poziomem porównawczym (normalnym), uważa się za dobre, jeżeli błąd dostrzeżony $f_0$ nie przekracza 3 mm na 1 km długości, a za możliwe do użytkowania, jeżeli $f_0 < 5$ mm na 1 km.

Jeżeli średni błąd na 1 km jest $f_0$, to, przy równych zawsze oddaleniach łaty od narzędzia, średni błąd przypadkowy $F$ na $l$ km będzie: $F = f_0 \sqrt{l}$. Dłuższe poziomowania wypada możliwie jak najczęściej związywać z punktami stałymi poziomowań krajowych. Na drogach i kolejach z niewielkimi spadkami poziomować można w ciągu dnia przeciętnie 6 km. Ustawiać łatę w odległości ponad 60 m od narzędzia, nie wypada.

Przy zdejmowaniu podłużnych profili dróg żelaznych dozwala się $f_0 = 6$ do 10 mm; dla poziomowań podrzędniejszego znaczenia nawet większy błąd $f_0$. Przy poziomowaniu pól wystarcza zwykle oznaczanie pioników gruntu z przybliżeniem do 10 cm.

Poziomowania odnoszą się do poziomu porównawczego, odmiennego w różnych państwach, a będącego ponajczęściej poziomem średnim sąsiedniego morza. W Rosyi obrano za podstawę średni poziom morza Bałtyckiego, który stanowi zero portu Kronsztadzkiego. W Niemczech normalny poziom porównawczy (N N) leży na 0,32 m *) niżej zera Kronsztadzkiego, a na 37 m poniżej znaku (N H) umieszczonego na berlińskiem obserwatoryum astronomicznem. Poziomy porównawcze leżą: w Austryi na 0,464 m, we Francyi na 0,809 m, w Belgii na 2,333 m. poniżej niemieckiego (N N), a w Szwajcaryi o 373,220 m wyżej.

## a. Poziomowanie przekrojów podłużnych i poprzecznych.

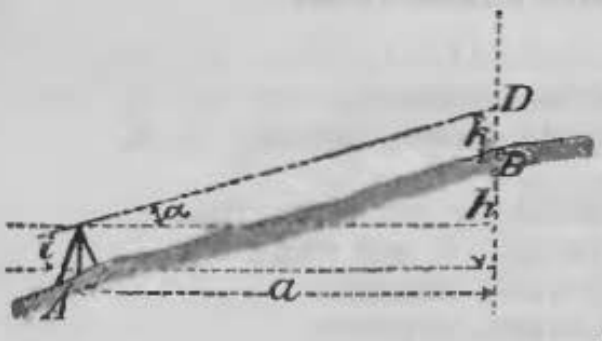
Przy zdejmowaniu przekrojów podłużnych oś wyznacza się kołkami numerowanymi, wbijanymi co 50 m. Punkty pośrednie oznaczamy odległościami od kołków poprzedzających. Na punktach zmianowych wypada zwracać szczegółowszą uwagę na pionowość łaty i dokładność przeczytów, tak naprzód, jak i wstecz. Zaleca się tu przeczytywanie dwukrotne, przed i po zapisaniu przeczytu. Przekroje poprzeczne, na prawo i na lewo, bierzemy w kierunkach prostopadłych do osi, zapisując przeczyty na szkicu odręcznym. W okolicach górzystych, ze stromymi spadkami, nadaje się łata z poziomnicą, stolik, tachymetr i barometr sprężynowy.

## b. Poziomowanie kątami.

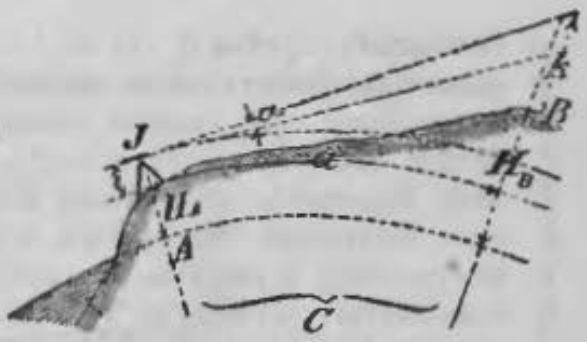
Różnicę wysokości dwóch punktów $A$ i $B$ (rys. 870) przy małych odległościach ($a < 120$ m; błąd dla $h < 1$ mm) określa wzór:

$$h = a \operatorname{tg} \alpha + i - k,$$

Rys. 870.




Rys. 871.




a z uwzględnieniem wpływu kulistości ziemi i załamania światła:

$$h = a \operatorname{tg} \alpha + \frac{a^2}{2R}(1 - \mu) + i - k,$$

w których to wzorach oznacza: $R$ promień ziemi, odpowiadający poziomowi danego miejsca **), a $\mu$ średni spółczynnik załamania światła w atmosferze.

Różnica wysokości (ponad poziomem porównawczym danego kraju) $H_A$ i $H_B$ punktów $A$ i $B$ (rys. 871) przy uwzględnieniu kulistości ziemi i załamania światła będzie:

*) S. Rylke. Katałog wysot ruskoj niwellirnoj sieti. S. Pbg. 1894 str. 45.

**) Jeżeli oddalenie $a$ sprowadzamy do poziomu porównawczego danego kraju, to i $R$ powinno odnosić się do tegoż samego poziomu.

$$h = H_B - H_A = a \operatorname{tg} \alpha + \frac{a^2}{2R}(1-\mu) + i - k + \frac{H_B^2}{2R} - \frac{H_A^2}{2R}.$$

Odległość poziomą $a$ lepiej sprowadzać do poziomu porównawczego danego kraju. Przy małem $\alpha$ wystarcza zmierzenie $a$ z mapy. Jeżeli $a > 5$ km, dogodnie bywa dobrać punkt pośredni $C$, położony w pobliżu środka odległości $AB$, a wtedy:

$$h = (H_B - H_C) + (H_C - H_A).$$

Według Gauss'a dla Niemiec, przy szerokości geograficznej około 50°, jest:

$$\mu = 0{,}1306; \quad \log [(1-\mu) : 2R] = 0{,}8333 - 8.$$

Wartości $\frac{a^2}{2R}(1-\mu)$ dla $a = 0$ do 7900 m są następujące:

| $a$ | 0 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,06 |
| 1000 | 0,07 | 0,08 | 0,10 | 0,12 | 0,13 | 0,15 | 0,17 | 0,20 | 0,22 | 0,25 |
| 2000 | 0,27 | 0,30 | 0,33 | 0,36 | 0,39 | 0,43 | 0,46 | 0 50 | 0,53 | 0,57 |
| 3000 | 0,61 | 0,65 | 0,70 | 0,74 | 0,79 | 0,83 | 0,88 | 0,93 | 0,98 | 1,04 |
| 4000 | 1,09 | 1,15 | 1,20 | 1,26 | 1,32 | 1,38 | 1,44 | 1,51 | 1,57 | 1,64 |
| 5000 | 1,70 | 1,77 | 1,84 | 1,91 | 1,99 | 2,06 | 2,14 | 2,21 | 2,29 | 2,37 |
| 6000 | 2,45 | 2,54 | 2,62 | 2,70 | 2,79 | 2,88 | 2,97 | 3,06 | 3,15 | 3,24 |
| 7000 | 3,34 | 3,43 | 3,53 | 3,63 | 3,73 | 3,83 | 3,94 | 4,04 | 4,15 | 4,25 |

Przykład: Dla $a = 4700$ m mamy $\frac{a^2}{2R}(1-\mu) = 1{,}51$ m.

## c. Poziomowanie barometrem.

Oznaczamy przez:

$\varphi$ szerokość geograficzną stanowiska wyższego,
$z$ wzniesienie nad poziom morza stanowiska niższego w m,
$R$ średni promień ziemi w m *),
$B$ stan barometru stanowiska niższego w mm słupa rtęc.,
$b$ stan barometru stanowiska wyższego w mm słupa rtęc.,
$t$ temperaturę powietrza na stanowisku niższem,
$t_1$ temperaturę powietrza na stanowisku wyższem,
$T$ temperaturę rtęci na stanowisku niższem,
$T_1$ temperaturę rtęci na stanowisku wyższem,
$\sigma$ prężność pary w powietrzu na stanowisku niższem w mm sł. rt.,
$\sigma_1$ prężność pary w powietrzu na stanowisku wyższem w mm sł. rt.

*) **Wymiary ziemi według Bessel'a:**
Połowa osi większej (promień równika) $a = 6377397$ m, $\log a = 6{,}8046435$.
Połowa osi mniejszej (obrotowej) . $b = 6356079$ m, $\log b = 6{,}8031894$.
Czwarta część południka $Q = (10000856 \pm 498)$ m, $\log Q = 7{,}0000372$.
Spłaszczenie: $p = \frac{a-b}{b} = \frac{1}{299{,}15 \pm 4{,}7} = \frac{1}{300}$ (w przybliżeniu).
Mimośrodkowość elipsy obrotowej $e = \sqrt{\frac{a^2-b^2}{a^2}} = 0{,}081697 \pm 0{,}000635$.
Dla wielu robót uważa się ziemię za kulę o promieniu $R = 6366740$ m ($\log R = 6{,}8039171$).

Przy tych oznaczeniach, **różnica wysokości** $h$ obu stanowisk będzie według wzoru Gauss'a, ulepszonego przez Bauerfeind'a:

$$h = 18404{,}9\left(1 + 0{,}003665\frac{t+t_1}{2}\right)(1 + 0{,}0026\cos 2\varphi)\left(1 + \frac{2z+h}{R}\right)\left[1 + \frac{3}{16}\left(\frac{\sigma}{B} + \frac{\sigma_1}{b}\right)\right]\left\{\log\frac{B\left(1 - \frac{T}{5550}\right)}{b\left(1 - \frac{T_1}{5550}\right)} + 2\log\left(1 + \frac{h}{R}\right)\right\}.$$

Podstawiając wysokości barometryczne $B_0$ i $b_0$, sprowadzone do $0^0$, oraz średnią prężność pary $\sigma_m$, otrzymamy:

$$\log h = \log 18404{,}9 + \log\left\{1{,}0025 + 0{,}000046\,(t + t_1)\right\} + \log\left\{1 + 0{,}00183\,(t + t_1)\right\} + \log\left\{1 + 0{,}0026\cos 2\varphi\right\} + \log\left(1 + \frac{2z+h}{R}\right) + \log\left(1 + \frac{3}{4}\,\frac{\sigma_m}{B+b}\right) + \log\left(\log\frac{B_0}{b_0}\right),$$

albo symbolicznie:

$$\log h = G + A + Z + S + \log u,$$

przyczem wyraz $A$ jest zależny od $t + t_1$, $Z$ od $z$ i $\log h$, $S$ od $\sigma_m$,

$$\text{a}\quad u = \log\frac{B_0}{b_0}.$$

Dla wzoru powyższego obliczono tablice pomocnicze *), a posiłkując się niemi lub wzorem powyższym, trzeba wskazania barometru metalowego zastąpić równoważnemi wysokościami słupa rtęciowego.

## d. Poziomowanie tachymetrem.

P. str. 138, oraz dział **XI**, rozdz. **I, A IV. b** $\alpha$ **1.** 2. Odległość pozioma punktu poziomowanego od przyrządu (rys. 872) będzie:

$$d = AD\sin(z + {}^1\!/_2\,\alpha),$$

Rys. 872.

$$\text{a że:}\quad AD = \frac{e\sin(z - {}^1\!/_2\,\alpha)}{\sin\alpha},$$

$$\text{więc:}\quad d = \frac{e}{\sin\alpha}(\sin^2 z\cos^2 {}^1\!/_2\,\alpha - \cos^2 z\,\mathrm{isn}^2\,{}^1\!/_2\,\alpha).$$

Ponieważ $^1\!/_2\,\alpha$ jest kątem bardzo małym, więc w przybliżeniu będzie:

$$d = \frac{e}{\sin\alpha}\sin^2 z,$$

$\sin\alpha$ jest stałe dla danego narzędzia, zwykle $\sin\alpha = {}^1\!/_{200}$, a natenczas $d = 200\,e\sin^2 z$; różnica wysokości zaś będzie:

$$H = d\,\mathrm{ctg}\,z.$$

*) W. Jordan, Barometrische Hülfstafeln, Stuttgart 1886, J. B. Metzler.

### e. Warstwice.

Warstwice (krzywe jednakich wzniesień) łączą jednakowo wzniesione punkty danej okolicy. Stała różnica wysokości między warstwicami bywa od 1 do 5 m.

Sposoby kreślenia warstwic są rozmaite, w zależności od kształtu zdejmowanej powierzchni gruntu. Na wązkich pasach poziomuje się oś podłużną i prostopadle do niej przekroje poprzeczne, w odległości wzajemnej po 50 m, a między punktami poziomowanymi należy wypośrodkować punkty leżące na wysokości warstwic. Łącząc liniami krzywemi jednakowo wzniesione takie punkty, tak z osi podłużnej, jak i przekrojów poprzecznych, otrzymuje się warstwice. Na powierzchniach pagórkowatych ustawia się stolik mierniczy na wzgórzu, poczem mierzy się i poziomuje wzdłuż promieni rozchodzących się ze stanowiska. Płaskie, faliste obszary dzieli się na prostokąty i poziomuje po liniach rozdziału, a następnie, wypośrodkowawszy punkty leżące na wysokości warstwic, łączy się jednako wzniesione punkty warstwicami.

## C. Obliczanie zawartości pól.

Pola ograniczone liniami krzywemi oblicza się zwykle za pomocą powierzchnika, a ograniczone liniami prostemi za pośrednictwem spółrzędnych prostokątnych (p. Tom I str. 131 pod **3.**)

Błędy dozwolone w obliczeniach powierzchni (zawartości pól):

| w Rosyi | | w Prusach | |
|---|---|---|---|
| do 1 dziesięciny | 1,2% | do 1 hektara | 1,4% |
| od 1 do 10 dzies. | 0,7% | od 1 do 10 hekt. | 0,8% |
| ponad 10 dzies. | 0,62% | ponad 10 hekt | 0,7% |

# DZIAŁ DZIESIĄTY.

# BUDOWNICTWO.

## I. POSADOWIENIE (FUNDAMENTOWANIE) BUDOWLI.

Łączące się ze sobą części budowli trzeba wedle możności posadawiać (fundamentować) jednakowo.

**Spód posady** powinien leżeć głębiej, niż grunt przemarza, u nas zatem 1,25 do 1,5 m, (w gruncie skalistym mniej), zawsze jednak powinienby on dosięgać warstw dostatecznej nośności, a o ile to okaże się niewykonalnem, wypada uciec się do sztucznego posadowienia (p. str. 151) przystosowanego do danych warunków gruntu.

W mroźnych okolicach Syberyi, np. w Jakucku, naodwrót, spód posady dosięgać powinien przynajmniej tej głębokości, na której wiecznie zmarzły tam grunt nie podlega latem odtajaniu.

### a. Badanie gruntu.

Dla małych budowli wystarcza badanie gruntu dzidą do gruntowania, dla poważniejszych budowli lepiej zapomocą otworów wiertniczych lub przez rozkopanie.

**Grunt bezpieczny:** 1) opoka, czyli grunt skalisty, ponad 3 m gruby, przy dostatecznej rozciągłości; martwica i grunt kamienisty, o ile nie zagraża mu osuwanie się; otoki i rozkruchy kamienne, żwir i piasek gruboziarnisty.

2) Piasek drobnoziarnisty i suche pokłady gliny tłustej lub chudej, czystej lub z domie zką piasku, lecz tylko przy grubości warstw ponad 4 do 6-ciu m. są już gruntem bezpiecznym; przy mniejszej grubości trzeba je umacniać nasypem kamieni, biciem pali lub rozgród.

**Grunt niepewny:** mokra glina, choć nawet zmieszana z piaskiem, szczególniej niebieskawy piasek gliniasty, piasek bardzo mokry, kurzawka, moczary, ziemia bagnista, łęgowa, czarnoziem, torf, margiel, nasypywany gruz budowlany, nawet po wiekowem uleżeniu się.

### b. Zakładanie posad na gruncie nośnym.

Jeżeli oznaczymy przez:

$l$ **nośność** gruntu w kg/cm$^2$,

$\gamma_0$ wagę gruntu (piaszczystego) w kg/m$^3$,

$h$ głębokość spodu posady w m,

$\varrho$ naturalny kąt zesypu gruntu (przeciętnie $\varrho = 30^0$ do $37^1/_2{}^0$), to w przybliżeniu według doświadczeń Jankowskiego będzie:

$$t = 0{,}0002\,\gamma_e\,h\left(\frac{1+\sqrt{2}\sin\varrho}{1-\sqrt{2}\sin\varrho}\right)^2 = 0{,}0002\,\gamma_e\,h\,n^2.$$

| Dla $\varrho =$ | $15^0$ | $20^0$ | $25^0$ | $30^0$ | $35^0$ | $37^1/_2{}^0$ | $40^0$ | $45^0$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| jest $n^2 =$ | 4,6427 | 8,2578 | 15,769 | 33,971 | 91,987 | 179,03 | 440,66 | $\infty$. |

Nadto $t$ pozostaje w zależności od rozmiarów i kształtu podstawy $F$, a mianowicie $t$ wzrasta wraz z wielkością tejże podstawy $F$*). **Bezpieczne obciążenie** $k$ gruntu powinno zawsze być stosownie mniejsze od $t$. Dla wytrzymałej opoki (gruntu skalistego) $t$ bywa około $^1/_{10}$ wytrzymałości samej skały na ściskanie, a natenczas $k$ pozostaje zazwyczaj w granicach od 5 do 15 kg/cm². Mocno uleżały **żwir** lub **piasek** obciąża się zwykle ciśnieniem 2,5 kg/cm² (przepisy berlińskiej policyi budowlanej określają: $k = 2{,}5$ kg/cm² dla tak zwanego dobrego gruntu), znosi on jednak do 10 kg/cm², podobnie i sucha **glina**, jeżeli nie zachodzi obawa jej przemoczenia. Sucha glina i piasek nie w zbitej masie znoszą 2 do 3 kg/cm². Zawsze jednak przy wyborze wartości $k$ należy uwzględniać i głębokość $h$ spodu posady ($k$ wzrasta bowiem wraz z $h$, por. wzór powyższy) i okoliczność, czy przemoczenie gruntu jest stałe, czy też zmienne. Ciśnienie na podstawę ma być do niej możliwie prostopadłe i równomiernie rozłożone.

Oprócz średniego obciążenia $k$ należy zbadać i rozdział ciśnienia na pole podstawy, oznaczając przedewszystkiem największe ciśnienie skrajne, zwłaszcza jeżeli budynek ma znosić i parcia poziome (wiatru, sklepień i t. p.). Wypadkowa wszystkich sił pionowych i poziomych powinna nie wychodzić poza środkową trzecią część szerokości podstawy, (p. Tom I, str. 408) a największe ciśnienie skrajne nie ma przenosić wartości $k$, bezpiecznej dla danego gatunku gruntu.

### c. Obgroda wykopu.

Przy napływie wody lub przy posadowieniu pod wodą obgradza się wykop grodzami lub rozgrodami (ścianami szpuntbalowemi).

**Grodze jednościenne** przy głębokościach wody do 1,5 m: pale zabijane w odstępach 1,25 do 1,50 m i połączone oczepem, o który się opiera mocne przepierzenie z desek pionowych, zabitych w ziemię na 50 do 60 cm, które od zewnątrz uszczelnia się nasypem ziemi lub nawozu.

**Grodze dwu- i wielościenne** przy głębokościach wody ponad 1,50 m. Według Eytelwein'a szerokość ich, przy wysokości do 2,5 m, ma się równać wysokości, przy grodzach wyższych równa się połowie wysokości + 1,25 m. Dogodne są nieraz grodze wielościenne, zwłaszcza schodkowe: grzbiet niższej grodzy wewnętrznej, rozszerzając górną część wykopu, ułatwia niejednokrotnie roboty. Pale

*) F. Engesser, Przyczynek do teoryi gruntu budowlanego, Centralbl. d. Bauverw. 1893, str. 306; oraz tamże 1893, str. 455.

zabijają się w odstępach po 1,25 m, na 1,3 do 2 m głębokości; dyby w pionowej odległości wzajemnej 1,25 m. Do wypełnienia grodzy nadaje się albo dobrze ubita ziemia gliniasta, możliwie sucha, albo też glina zmieszana z piaskiem, lecz bez części roślinnych lub korzeni.

**Rozgrody.** Na 1 m. bież. liczy się: 5 półpalików (pali z półdrzewa) po 24 cm szerokich, albo tyleż całych pali po 25 cm szerokości, albo wreszcie 3 do 4 bali 11 cm grubych, a 31 cm szerokich, wraz z 1 mb. całego pnia na oczep.

## d. Posadowienie na gruncie niedogodnym.

### Wybór sposobu posadowienia. *)

| Jakość wody | Grunt dobry blizko powierzchni | Grunt dobry możebny do dosięgnięcia | Grunt dobry nie dający się dosięgnąć |
|---|---|---|---|
| **1. Wody niema.** (Nie stosować drzewa). | Murowanie bezpośrednio na niezamarzającej warstwie gruntu. | 1) Wykop aż do gruntu dobrego i mur pełny.<br>2) Wykop i filary zesklepione łukami podziemnymi.<br>3) Skrzynie zabijane lub studnie zapuszczane.<br>4) Pale żelazne. | 1) Rozszerzenie muru u podstawy.<br>2) Podsyp piaskowy.<br>3) Sklepien. odziemne.<br>4) Szeroki pokład betonu.<br>5) Mur z kamieni na sucho. |
| **2. Woda gruntowa lub na powierzchni, lecz dająca się przemódz.** (Drzewo pod wodą jest trwałe). | 1) Murowanie bezpośrednie.<br>2) Oddzielne filary zesklepione łukami podziemnymi.<br>3) Cienka warstwa betonu (dla zatamowania źródeł).<br>4) Grodze drewniane lub żelazne, w całości zapuszczane. | 1) Studnie zapuszczane.<br>2) Podziemny ruszt na palach.<br>3) Pale z wypełnieniem górnej przestrzeni między nimi betonem lub kamieniami.<br>4) Beton (wyłącznie do zatamowania źródeł). | 1) Podsyp piaskowy.<br>2) Ruszt bez pali.<br>3) Szeroki pokład betonu.<br>4) Sklepien. odziemne.<br>5) Wzmocnienie gruntu ubitą warstwą szabru, albo przez zabicie krótkich pali<br>6) Ruszt na palach. |
| **3. Woda nie do przemożenia.** (Drzewo pod wodą jest trwałe). | 1) Beton wśród grodzy drewnianych lub żelaznych, wypełnionych lub nie.<br>2) Posadowienie pod ściśnionem powietrzem (pneumatyczne), z grodzami.<br>3) Studnie (murowane) zapuszczane.<br>4) Skrzynie zapuszczane, z dnem.<br>5) Nasyp kamienny lub zatapianie kamieni. | 1) Studnie (murowane) zapuszczane.<br>2) Posadowienie pod powietrzem ściśnionem.<br>3) Ruszt nadziemny na palach.<br>4) Pale żelazne.<br>5) Czerpanie gruntu i beton.<br>6) Skrzynie zabijane z rusztem na palach.<br>7) Zamrażanie gruntu.<br>8) Pale z betonem lub nasypem kamieni.<br>9) Czerpanie gruntu, oraz nasyp lub zatapianie kamieni. | 1) Ruszt na palach w celu utłoczenia gruntu, na nim skrzynie.<br>2) Szerokie skrzynie zabijane (zastępujące ruszt bez pali) i posada wydrążona.<br>3) Podsyp piaskowy w celu wytłoczenia lub utłoczenia gruntu nienośnego.<br>4) Obciążenie gruntu wokoło, łącznie z poszerzeniem posady murowanej. |

*) Podług: Handbuch der Baukunde, Grundbau, str. 100.

Przy wszystkich, poniżej wyszczególnionych **sposobach posadowienia** dobrze będzie przedsiębrać uprzednio próbne obciążania gruntu.

1. **Utłaczać** należycie można tylko grunt jednolity, a uskutecznia się to przez obciążanie lub ubijanie.

2. **Gruz ubijany.** Ubiwszy należycie sam grunt poddający się, nakładamy gruz oddzielnemi warstwami, około 0,3 m grubości, ubijając każdą z osobna, dopóki grubość całego pokładu gruzu nie dosięgnie 1 do 1,25 m. Przy sprzyjających warunkach warstwa grubości 0,5 m zdoła znieść na sobie obciążenie budynkiem dwupiętrowym.

3. **Podsyp z ostrego piasku żwirkowatego,** grubego, a czystego powinien być w należytym stosunku poszerzony względnie do podstawy posady, aczkolwiek ze względów bezpieczeństwa przy obliczaniu uważamy za powierzchnię nośną, na której spoczywa cały ciężar budynku, tylko powierzchnię spodniej warstwy muru. Grubość podsypu przynajmniej 0,8 m, lepiej 1,5 do 2 m; podsyp piaskowy narzucamy oddzielnemi warstwami 0,10 do 0,15 m grubości, ułatwiając im równomierne osiadanie przez polewanie wodą i utłaczanie walcami; ubijanie bowiem bywa szkodliwe.

Podsypy takie można obciążać ciśnieniem 2 do 3 kg/cm². Wodę gruntową należy wypompowywać z miejsca stosownie obranego.

W sposób podobny jak podsypy piaskowe działają też płaskie kamienie układane pod posadę, a zalewane niekiedy na spoinach rzadką zaprawą. Niezbędna grubość $d$ podsypu z piasku lub betonu (p. pod 4) na gruncie miękkim jest według Rankine'a w m

$$d = \frac{10000\, p\, c^2}{\gamma - \gamma_e\, c^2},$$

jeżeli $p$ oznacza największe ciśnienie budowli na podstawę w kg/cm², $\gamma = 1600$ do $2000$ kg/m³, wagę piasku, lub $\gamma = 1800$ do $2200$ kg/m³, wagę betonu, $\gamma_e = 1600$ kg/m³, wagę miękkiej ziemi, a

$$c^2 = \left(\frac{1 - \sin \varrho}{1 + \sin \varrho}\right)^2,$$

w którym to wzorze $\varrho$ oznacza naturalny kąt zesypu (pochyłość zesypu) dla materyału, z którego się składa grunt. Ponajczęściej bywa $\varrho = 30^0$ do $37\frac{1}{2}{}^0$.

| Dla $\varrho =$ | $15^0$ | $20^0$ | $25^0$ | $30^0$ | $35^0$ | $37\frac{1}{2}{}^0$ | $40^0$ | $45^0$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| jest $c^2 =$ | 0.346 | 0,240 | 0,165 | 0,111 | 0,073 | 0,059 | 0,047 | 0,0296. |

4. **Pokład z betonu** bywa również znacznie szerszy od podstawy posady, a zaleca się on przy wysokim poziomie wody i głęboko leżącąm gruncie stałym. Jeżeli jest woda, to za obgrodę wykopu starczy rozgroda. Opuszczanie betonu pod wodę odbywa się zapomocą lejów z desek grubości 5 do 8 cm, obitych na krawędziach blachą żelazną, albo też w skrzynkach otwierających się nad dnem wykopu, np. w obracających się naokoło osi podłużnej, dwóch ćwiartkach walca z blachy żelaznej, 1,2 m średnicy, a 1,0 m długich, łącznej objętości około 0,6 m³. Beton nasypuje się warstwami, a nale-

ży go opuszczać możliwie prędko i w dużych ilościach, oraz możliwie bez przerw. Zetknięcia z wodą podczas opuszczania należy unikać ponad niezbędną konieczność, jak również rozrzucania lub ubijania betonu pod wodą. Obliczoną według powyższych wzorów (str. 152) grubość $d$, uwzględniając niedokładność roboty, jakiej pod wodą nie sposób uniknąć, wypada stosownie powiększyć.

Gdy dobry grunt leży głęboko, układamy chudy beton na sucho, co zaleca się zwłaszcza tam, gdzie główny materyał do betonu (żwir i piasek) jest tani. Warstwa betonu grubości 1 m znosi bezpiecznie na gruncie mało ściśliwym ciężar 4 do 5 kg/cm², na ściśliwym i niejednolitym tylko 2,5 kg/cm².

Grubości poniżej 0,5 m należy unikać. Warstwa betonu powinna występować poza brzeg posady przynajmniej na $^3/_4$ swej grubości.

**Pokład betonowy z wkładkami żelaznemi.** Wkłada się względnie cienkie taśmowniki lub krągowniki (gruby drut) w większej lub mniejszej ilości na krzyż w jedną lub kilka warstw betonu, czyniąc w ten sposób warstwę wytrzymałą na ciągnienie, które w niej powstać może skutkiem nierównomierności gruntu. Albo też układają wśród warstwy, w kierunku podłużnym ścian, teowniki; ilość belek koło siebie leżących zależy od grubości muru. Połączenia belek na narożnikach i przecięciach są zbyteczne. Wkładki żelazne, dozwalając zmniejszać grubość warstwy betonu, dają oszczędność na czasie przy wykonaniu.

5. **Murowane filary podziemne,** zesklepione łukami, nadają się na posady, gdy dobry grunt nie leży zbyt głęboko i gdy niema wody zaskórnej.

6. **Studnie zapuszczane,** najlepiej okrągłe, używają się, gdy dobry grunt leży głęboko, ponad 6 m do 18 m. Ścianki, przy średnicy 1 do 2 m, w grubościach 1 do $1^1/_2$ cegły. Pod ścianami głównemi rozstawia się studnie podług osi budynku w odstępach środków 2,5 do 3,75 m, zagłębiając je na 0,6 do 1,0 m w grunt stały; pod ścianami drugorzędnemi natomiast odstępy studzien zależą od wytrzymałości gruntu. Studnie należy zesklepiać łukami przynajmniej w 2 cegły grubymi. W narożnikach budynku stawia się po dwie, a często i po trzy studnie odporowe, koniecznie złączone ściągami. Przed zaczęciem budowy kopią dół około 4 m w kwadrat, a 1,5 m głęboki i w nim na podwójnym wieńcu z bali murują podmurowanie studni, nadmurowując je w miarę jej zapuszczania. Równomierne opuszczanie się studni podczas jej zapuszczania osiągamy przez sztuczne obciążanie, oraz przez podkopywanie (a pod wodą przez podczerpywanie gruntu). W celu ułatwienia opuszczania się studni, zewnętrzna jej powierzchnia bywa stożkowa, o pochyleniu $^1/_{50}$ do $^1/_{20}$ względem pionu. Dno studni zapuszczonej wypełnia się pokładem betonu, reszta zaś pustej przestrzeni murem z kamienia, na który nadstawia się z kamienia lub z klinkieru opory dla łuków łączących studnie.

7. **Skrzynia zabijana** zastępuje poniekąd studnię murowaną. Plan skrzyni bywa prostokątny lub kwadratowy. Słupy narożne, 12 do

20 cm grube, o złączeniach wzajemnie się mijających, obite z zewnątrz deskami 5 do 8 cm grubości. Skrzynie zabijają się, a raczej zapuszczają podobnie jak studnie. Wysokość skrzyni nie ponad 5,5 do 7 m. Nadstawiając skrzynie jedną na drugą, można dosięgnąć głębokości 12,5 do 15 m. Skrzynie wypełniają się do poziomu wody betonem, dalej zaś murem z kamienia, wreszcie łączą się ze sobą (zesklepiają) łukami.

Niewielka zbieżność ścian ku górze (1 : 50 do 1 : 25) ułatwia opuszczanie. Złączenie ściągami studni i skrzyń (po linii opór łuków) zapobiega ich usuwaniu się, jest zawsze wielce pożądane, a już wprost niezbędne przy obciążeniu mimośrodkowym (pod ścianami granicznemi) lub przy parciach poziomych. Studnie i skrzynie nadają się zamiast rusztu na palach, osobliwie przy budynkach otoczonych innymi, gdyż ustawienie i przesuwanie kafarów bywa kosztowne i kłopotliwe, a bicie pali szkodziłby mogło budynkom sąsiednim. Przy znaczniejszem zagłębieniu studni i skrzyń można obciążać grunt więcej niż zazwyczaj.

8. **Ruszt bez pali.** Wszelkie drzewo ma leżeć przynajmniej 0,3 do 0,5 m pod najniższym poziomem wody.

*α.* Ruszt z bali układa się wzdłuż, na poprzecznicach, z bali 8 do 10 cm grubych, leżących w odstępach 1 do 1,25 m.

*β.* Ruszt z podwalin. Na podkładzinach (poprzecznicach) szerokości 24 do 31 cm, przy 16 do 24 cm wysokości, leżących w odstępach 1 do 1,5 m, układa się podwaliny (podłużnice) grubości 21 do 31 cm, w odstępach nie ponad 1,1 m, a podwaliny skrajne w odległości 0,3 do 0,5 m od końców podkładzin poprzecznych. Czasem układ bywa odwrotny: podkładziny podłużne, a na nich krótkie podwaliny poprzeczne. Ruszt wypełnia się kamieniami lub betonem i pokrywa balami grubości 8 do 10 cm, występującymi po 5 cm na każdym końcu. Obciążenie 2 do 3 kg/cm$^2$.

9. **Ruszt na palach** sosnowych lub dębowych, których wierzch leżeć powinien conajmniej 60 cm pod najniższym poziomem wody. Grubość pali w m bywa: $d = 0{,}12 + 0{,}03\,l$ lub $d = 0{,}15 + 0{,}0275\,l$, jeżeli $l$ = długości pala w m, a więc dla pali 6-ciometrowych będzie $d = 30$ do 31,5 cm. Odstępy środków pali w szeregu 0.75 — 1,0 m, a osi szeregów 0,8 do 1,25 m, czyli że jeden pal przypada na 0,60 do 1,25 m$^2$. Czopy na palach bywają 16 cm długie, 8 cm szerokie, 5 cm grube; na nich oczepiają się oczepy (podłużnice) przynajmniej 26 cm w kwadrat, które wypada stykać zawsze ponad palem, a zetknie takie wzmacniać łubkami żelaznemi. Podwaliny poprzeczne, t. j. przewiązki lub poprzecznice, 15 do 25 cm grube, wrębują się w podłużnice w odstępach 2,5 do 3 m, między temi przewiązkami zaś układają się bale 8 do 10 cm grube, przymocowane do oczepów (podłużnic) gwoździami drewnianymi, wyjątkowo zaś żelaznymi. Zacios (ostrze) pala, 1,5 do 2 razy dłuższy od dolnej średnicy pala, uzbraja się dla gruntu żwirowego lub kamienistego grotem żelaznym, wagi 2,5 do 7 kg, zaopatrzonym w dwie lub cztery łapy, któremi grot przyczepia się gwoździami do zaciosu pala.

**Pokład betonu na palach** zastępuje ruszt drewniany, na palach spoczywający, a zaleca się zwłaszcza wtedy, gdy pale nie dosięgły dobrego gruntu i trzymają się tylko tarciem. Warstwa betonu przynajmniej 75 cm gruba, a łby pali zagłębione w beton 15—30 cm. W razie potrzeby beton ochrania się rozgrodami od podpłókiwania. Przy dostatecznej grubości pokładu betonowego, można całe pole nim pokryte uważać za nośne.

10. **Pale żelazne (o śrubie).** Bywają one niekiedy bardzo dogodne, choć drogie. W miękkim gruncie stosują duże średnice śruby i gwint jednozwity, natomiast w glinie twardej, pomieszanej z kamieniami, gwint dwuzwity, lecz z każdego gwintu biorą tylko pół zwoju. Oddzielne kawały rur łączą się ze sobą nasówkami na gwint. *)

## e. Bicie pali.

**Nośność pali.** Jeżeli pal dosięga dobrego gruntu, to można go tak silnie obciążać, jak na to pozwala wytrzymałość na wyboczenie; w żadnym jednak razie bezpieczne obciążenie gruntu nie powinno przekraczać $k = 20—40$ kg/cm² przekroju pola, stosownie do gatunku gruntu (berlińska policya budowlana). Długość pali określa się przez zabijanie pali próbnych. Pale wogóle powinny tkwić 2 do 3 m w dobrym gruncie. Długość pali do 20 m, zwykle jednak nie ponad 12 do 15 m, gdyż przy większych głębokościach inne sposoby posadowienia będą tańsze. Pale, skierowane w dół końcem od wierzchołka, bywają trwalsze niż pale z zaciosem na odziomku. Im bardziej grunt jest zbity, tem mniej smukłym powinien być sam zacios. W piasku, mułku, błocie i t. p. wystarcza proste zaciosanie długości 1,5 do 2 razy większej od dolnej średnicy pala; sam koniec zaciosu powinien być przytępiony w średnicy $^1/_3$ do $^1/_4$ $d$. . Groty żelazne, z ostrzem stalowem zalecają się tylko w gruncie żwirowatym lub kamienistym, albo też gdy trzeba przebijać pokład drzewa.

Wpłókiwanie pali w grunt strumieniem wody, z następnem dobijaniem lub lepiej nawet bez niego, zaleca się w gruncie piaszczystym lub żwirowatym, szczególniej jeżeli trzeba unikać silnych wstrząśnień. Ciśnienie wodociągów miejskich starczy zazwyczaj do wpłókiwania pali, a wodę doprowadza się do końca pala rurą gazową (około 50 mm prześwitu) ułożoną we wpustce wyżłobionej wzdłuż pala. Podczas wpłókiwania trzeba pokręcać palem.

Jeżeli koniec pala nie dosięgnie gruntu stałego, to pal przenosi obciążenie swoje tarciem na otaczający go grunt. Nośność pala można w takim razie określić li tylko przez obciążenia próbne, ponieważ tarcie zmienia się w zależności od wzajemnych odstępów pali, oraz od głębokości i wilgotności gruntu. Z ciężaru budynku określa się stosowne obciążenie jednostkowe, przy którem jednakże największe osiadanie się pala nie powinno przekraczać kilku cm. Pale krótkie,

*) Brennecke, der Grundbau (w Handb. d. Baukunde), nadto Centrbl. d. Banverw. 1885, str. 279 i nast.

lecz blizko siebie rozstawione, z powodu większego utłoczenia gruntu, znoszą więcej niż długie, lecz w dalekich odstępach zabite.

Jeżeli $Q$ oznacza wagę baby w kg, $h$ wysokość jej spadu w cm, $s$ ilość cm, o jakie się pal zagłębił przy ostatniem uderzeniu, $R$ opór spotykany po drodze $s$ w kg, wreszcie $a = 20600$ kg/cm, to podług Brennecke'go *) będzie:

$$s = \frac{Qh}{R} - \frac{R}{a}, \text{ a więc: } \quad R = 0{,}5\,a\left(-s + \sqrt{s^2 + \frac{4\,Q\,h}{a}}\right).$$

Największe, bezpieczne obciążenie pala jest $P = R : n$, przyczem, stosownie do ważności budynku, dobiera się $n = 4$ do 10.

Obliczenie powyższe zasadza się na założeniu, że nośność $\geq$ tarciu, a wzór sam wyprowadzono z doświadczeń Hurtzig'a, przy których mierzono opór tarcia podczas wyciągania pali. Dla pali rozgrodowych, trących się o grunt nie ze wszystkich stron, wypada wartość spółczynnika $a$ zmiejszyć do: $a = 13000$ kg/cm$^2$.

Wzory na nośność pali: Redtenbacher'a, Weisbach'a, Brix'a, Ritter'a, Rankine'a, Wellington'a i in. stosują się tylko do pewnych warunków gruntu, nie posiadają zatem ogólnego znaczenia. **)

**Taranek** (baba ręczna) na 1 do 4-ch ludzi podnosi się zazwyczaj o 1 m, a na każdego robotnika przypada po 15 kg wagi. Lina główna miewa 4 do 5 cm, linki pociągne zaś 1 do 1,3 cm średnicy.

**Kafar pociągany.** Baba waży 150 — 600 kg i bywa najczęściej z żelaza lanego. Jeden robotnik liczy się na każde 15 kg wagi baby. Dzienna ilość uderzeń 4000 — 5000. Kółko do liny, drewniane lub lanożelazne (żeliwne), o średnicy 0,5—0,6 m, 30 uderzeń min., podniesienie 1,2—1,5 m. Kafar pociągany nadaje się do mniejszych robót, oraz gdy wypada go często przestawiać, dalej przy gruncie nieścisłym, wreszcie do zabijania rozgród. Nie nadaje się on natomiast przy glinie sprężystej, ścisłym piasku lub żwirze i wogóle na znaczne głębokości.

**Kafar dźwigarkowy.** Baba lanożelazna, 600 — 800 kg, podniesienie 2—8 m. **Ręczny kafar dźwigarkowy** wymaga 4-ch do 5-ciu robotników do podnoszenia baby dźwigarką (windą). Moc jednego robotnika: 11 do 13 kgm/sek., jeśli siła jego 14 do 16 kg, przy prędkości 0,8 m/sek. Kafar ten zaleca się przy glinie sprężystej, ścisłym piasku lub żwirze, lecz nie przy kurzawce lub ziemi bagnistej. **Dźwigarkowy kafar parowy** nadaje się szczególniej do robót prowadzonych z rusztowań pływających. Bardziej znane systemy tych kafarów są, np. Schwartzkopff'a, Schramm'a, a z łańcuchem bez końca, np. Menck & Hambrock'a.

**Kafar parowy,** o bezpośredniem działaniu (Nasmyth'a, Schwartzkopff'a, Riggenbach'a, Lewickiego). Baba do 2500 kg, podniesienie 0,8 — 1 m, 75 — 100 uderzeń/min.; albo baba 750 — 1000 kg, podniesienie 2 — 6 m, 3 — 10 uderzeń/min. Silnik 4 — 6 *M*. Kafar

*) Brennecke, Der Grundbau (w Handb. d. Baukde.) str. 145.

**) Kreuter i Bubendey w Centrbl. d. Bauverw. 1896, str. 145, 190, 533, 545; 1897, 46 i 160.

parowy nadaje się do zabijania rozgród w kurzawkę, oraz w ziemię bagnistą, przesadzaną warstwami piasku lub żwiru.

---

# II. MURY.

## a. Rodzaje murów.

### 1. Mur z kamienia łomowego.

Najmniejsza grubość murowanych ścian zewnętrznych w budynkach mieszkalnych bywa 45 do 60 cm, w Królestwie 2 cegły, czyli 0,55 m. Na 1 $m^3$ muru z kamieni łomowych lub polnych (narzutowych) potrzeba kamienia prawidłowo ułożonego 1,25 do 1,30 $m^3$ (jeżeli jednak kamień jest położysty, a grubość muru znaczna, to liczy się tylko 1,05 do 1,10 $m^3$), oraz 0,33 $m^3$ zaprawy.

### 2. Mur z ciosów.

Przy ciosach starannie obrobionych tylko spoiny zewnętrzne zapełnia się zaprawą wapienną lub kitem do kamieni, a przesuwaniu się kamieni zapobiega się szponami (klamrami) bronzowemi, miedzianemi, albo też żelaznemi ocynkowanemi, których końce zagięte (pazury) mają 2,5 do 4 cm długości. Najlepiej szpony te obsadzać w suche zagłębienia, zalać je ołowiem, który po ostygnięciu należy jeszcze dobić (wsztamować).

Do zalewania w ciosach można nadto stosować zaprawę cementową lub z wapna hydraulicznego, z domieszką drobnego, lecz ostroziarnistego piasku, wreszcie i zaprawę gipsową, właściwą jednak tylko w miejscach suchych.

Wzajemnemu przesuwaniu się kamieni po sobie można też zapobiedz zapomocą przechwytów (kołków, dybli) długości 8 cm, grubości 2 do 5 cm, żelaznych, kamiennych, albo też śpiżowych, o przekroju okrągłym, albo kwadratowym, lub też zapomocą zczepików kształtu dwupletwowego.

Do muru zalicowego (za licowaniem z kamienia ciosowego) używa się zaprawa nie zmniejszająca swej objętości podczas tężenia (zaprawa cementowa, albo zaprawa cementowo-wapienna), przyczem trzeba murować możliwie ściśle.

### 3. Mur z cegły.

a. Wymiary **normalnej cegły niemieckiej** są; 25 · 12 · 6,5 cm, przyczem objętość jednej cegły wynosi 1,95 *l*. 1 cegła normalna waży 2,75 do 3,0 kg. 1 klinkier tychże wymiarów: 3,5 kg. Na 1 m wysokości liczą 13 warstw muru (wysokość warstwy 7,7 cm; spoina łożyskowa 1,2 cm, spoina boczna 1,0 cm). Mur z cegły osiada przy wysychaniu o $^1/_{200}$ do $^1/_{150}$ swej wysokości.

Na 1000 cegieł potrzeba 0,55 do 0,70 $m^3$ zaprawy.

### Waga 1-go m² muru z cegły w kg.

[Łącznie z obustronną wyprawą razem 3 cm grubości].

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mur w | 1/2 | cegły | (12 cm) | wymaga | 50 | cegieł, | 0,035 | m³ | zaprawy; waży | 250 kg |
| „ | 1 | „ | (25 „ ) | „ | 100 | „ | 0,07 | „ | „ „ | 450 „ |
| „ | 1 1/2 | „ | (38 „ ) | „ | 150 | „ | 0,105 | „ | „ „ | 650 „ |
| „ | 2 | „ | (51 „ ) | „ | 200 | „ | 0,14 | „ | „ „ | 850 „ |
| „ | 2 1/2 | „ | (64 „ ) | „ | 250 | „ | 0,175 | „ | „ „ | 1050 „ |
| „ | 3 | „ | (77 „ ) | „ | 300 | „ | 0,21 | „ | „ „ | 1250 „ |
| „ | 3 1/2 | „ | (90 „ ) | „ | 350 | „ | 0,245 | „ | „ „ | 1450 „ |

Na 1 m³ muru pełnego potrzeba 400 sztuk normalnej cegły niemieckiej i 0,28 m³ zaprawy. Waga 1-go m³ muru pełnego z cegły palonej wynosi 1600 kg, 1-go m³ zaprawy wapiennej 1700 kg.

1 mb. cegieł na rąb (rolszychty) wymaga 13 sztuk cegieł i 0,01 m³ zaprawy.

Podczas roboty z dobrej cegły odpada łomu 1⅔ do 2%. W kosztorysach liczą jednak z dobrej cegły 3% straty na łomie, z pośledniejszej 5 do 8%, a stratę na zaprawie 3 do 5%.

**b.** Cegły wyrabiane w okolicach **Warszawy** miewają różne wymiary zbliżone przeważnie do formatu: 270 · 130 · 70 mm, który umożliwia prawidłowe wiązanie w murze. Na zasadzie tych też wymiarów cegły **Wydział Budowlany Magistratu warszawskiego** obliczył wartości robót mularskich w wydaniu cennika robót i materyałów z r. 1902.

Na 1 m wysokości muru z powyższej cegły liczy się 12 warstw (wysokość warstwy 8,33 cm; spoina łożyskowa 1,33 cm, spoina boczna 1,0 cm).

Przy użyciu cegły tego formatu grubości murów bez wyprawy są:

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| dla muru w | 1/4 | cegły | 7 | cm | dla muru w | 2 1/2 | cegły | 69 | cm |
| „ | 1/2 | „ | 13 | „ | „ | 3 | „ | 83 | „ |
| „ | 1 | „ | 27 | „ | „ | 3 1/2 | „ | 97 | „ |
| „ | 1 1/2 | „ | 41 | „ | „ | 4 | „ | 111 | „ |
| „ | 2 | „ | 55 | „ | „ | 4 1/2 | „ | 125 | „ . |

Na 1 m³ muru pełnego potrzeba średnio 325 sztuk cegieł wymiaru 27 × 13 × 7 cm i 0,28 m³ zaprawy, (licząc w tem 5% na straty).

1 mb. cegieł na rąb wymaga 12 sztuk cegieł i 0,01 m³ zaprawy.

### 4. Licowanie ścian.

**Licówka** (cegła licowa) jest o 2 mm w każdym wymiarze większa aniżeli zwyczajna cegła normalna, a zatem wymiary jej dla formatu niemieckiego będą: 25,2 · 12,2 · 6,7 cm.

1 m² licowania muru bez otworów, z całych licówek i połówek, w wiązaniu krzyżowem (które to licowanie powinnoby się wykonywać jednocześnie z samym murem), wymaga 75 całych licówek i 0,052 m³ zaprawy.

1 m² licowania muru bez otworów, z połówek i ćwiartek (które należy uskuteczniać dopiero po zupełnem wzniesieniu muru) wymaga po 50 sztuk połówek i ćwiartek i 0,040 m³ zaprawy.

Spoiny łożyskowe i boczne nie mają być cieńsze niż 1 cm (P. min. p.). *)

## b. Grubość murów.

Stosunek wzajemny grubości murów z różnych materyałów bywa:

| z ciosów. | z cegły, | z położystego kamienia łomowego |
|---|---|---|
| jak: 5 lub 6 : | 8 : | 10. |

### Grubość ścian z cegły w cm,

podług przepisów berlińskiej policyi budowlanej.

| Oznaczenie piętra | Budynki mieszkalne | | | | | | Budynki fabryczne | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ściana zewnętrzna z otworami, obciążona stropami | ściana środkowa z otworami, obciążona stropami | ściana szczytowa bez otworów i nieobciążona stropami | ściana graniczna bez otworów, obciążona stropami | ściana szczytowa z otworami, nieobciążona stropami | ściana schodni | ściana zewnętrzna z otworami, obciążona stropami | ściana środkowa z otworami, obciążona stropami | ściana szczytowa bez otworów i nieobciążona stropami | ściana graniczna bez otworów, obciążona stropami | ściana schodni |
| Strych . . . | 25-38 | . | 25 | 25 | 25 | 25 | 25-38 | . | 25 | 25 | 25 |
| Piętro IV . . | 38 | 38 | 25 | 38 | 25 | 25 | 38 | 38 | 25 | 38 | 25 |
| „ III . . | 38 | 38 | 25 | 38 | 25 | 25 | 51 | 38 | 25 | 38 | 25 |
| „ II . . | 51 | 38 | 25 | 38 | 38 | 25 | 51 | 38 | 38 | 51 | 25 |
| „ I . . | 51 | 38 | 38 | 51 | 38 | 25 | 64 | 51 | 38 | 51 | 38 |
| Przyziom (parter) . . . | 64 | 51 | 38 | 51 | 51 | 38 | 77 | 51 | 51 | 64 | 38 |
| Piwnice (podziemie) . . | 77 | 51 | 51 | 64 | 51 | 38 | 90 | 64 | 51 | 77 | 51 |

1. **Mury odosobnione (zagrodowe)** miewają grubość przynajmniej $^1/_{12}$ do $^1/_{10}$, a z kamienia łomowego $^1/_8$ wysokości.

**Mury z przyporami (kontrforsami).** Przy wysokości 3 m i przyporach na 2 cegły grubych, w odstępach do 4,5 m, sam mur między przyporami może być w 1 cegłę; jeżeli zaś odstępy przypór zmniejszą się do 2 m, to sam mur można wykonać w $^1/_2$ cegły, lecz na dobrej zaprawie.

2. **Ściany frontowe** przy wysokości piętr do 4,2 m otrzymują grubość $1^1/_2$ cegły w piętrze najwyższem, a w każdem następnem, poniżej leżącem piętrze o $^1/_2$ cegły większą. Jeżeli ściana taka łączy się z poprzecznemi w odstępach nie przekraczających 7,5 m, to, podług berlińskich przepisów policyjno-budowlanych, może ona przez dwa najwyższe piętra być $1^1/_2$ cegły, a przez każdą parę następnych

*) P. min. p. w dziale niniejszym oznacza, że przepis podany zaczerpnięto z **Przepisów ministeryum pruskiego**, wydanych 16 maja 1890 r. pod tytułem: Gebrauchsanweisung fur das Technische Bureau der Abteilung fur Bauwesen im preuss. Minist. d. offentl. Arbeiten, Berlin, W. Ernst i Syn.

piętr ma się zgrubiać o $^1/_2$ cegły. Mury piwniczne powinny być zawsze o $^1/_2$ cegły grubsze od ściany przyziomu, jaka się na nich wznosi. Przy wysokości piętr do 6 m ściany mają być o $^1/_2$ cegły grubsze od poprzednio wskazanych, a przy jeszcze większej wysokości przynajmniej o 1 cegłę grubsze Grubość ścian podstrzesza (trempla) z wystającymi zymsami murowanymi nie ma być mniejsza niż $1^1/_2$ cegły.

**Ściany frontowe mniejszych budynków** wiejskich bez piętr, tak mieszkalnych, jakoteż innych, np. stodół, wozowni i t. p. mogą być $1^1/_2$, a nawet 1 cegłę grube; przy grubości 1-ej cegły pod każdym wiązarem strzechy należy dodać przyporę (zgrubienie) w $^1/_2$ cegły, na szerokości 2 do $2^1/_2$ cegły.

**Uwaga.** Przy zatwierdzaniu projektów Wydział budowlany warszawskiego Rządu Gubernialnego wymaga następujących grubości murów:

W dwóch najwyższych piętrach 2 cegły, w każdych zaś dwóch następnych, niższych piętrach o $^1/_2$ cegły większą.

Ściany w piwnicy o $^1/_2$ cegły grubsze od przyziomowych. W budynku cztoropiętrowym grubości ścian byłyby zatem:

| | |
|---|---|
| na IV i III piętrze . . . . | 2 cegły |
| „ II i I „ . . . . . | $2^1/_2$ „ |
| w przyziomie . . . . . | 3 „ |
| „ piwnicy . . . . . | $3^1/_2$ „ |

3. **Ściany szczytowe,** o ile się na nich wspiera strzecha ścięta, uważać należy za przednie ściany zewnętrzne.

4. **Swobodnie stojące ściany szczytowe** otrzymują na strychu grubość 1 cegły z przyporami przynajmniej na 2 cegły szerokiemi, a na $^1/_2$ cegły grubemi, w miejscach odpowiadających słupom stolcowym wiązania strzechy. W piętrze najwyższem grubość $1^1/_2$ cegły, następne $1^1/_2$ do 2 cegieł, następne 2 cegły, następne $2^1/_2$ cegły.

5. **Obudowane, graniczne ściany szczytowe.** Wspólne: na strychu 1 cegłę grube, ze zgrubieniem o $^1/_2$ cegły na każde 2 piętra poniżej leżące. Nie wspólne, a więc dotykające sąsiedniej ściany szczytowej: Na strychu i dwóch piętrach poniżej leżących 1 cegłę, następne piętra 1 lub $1^1/_2$ cegły, w zależności od tego, czy długość frontów będzie 9 do 13 m, czy też większa. W Berlinie graniczne ściany szczytowe miewają na strychu grubość 1 cegły, przyczem słupy stolcowe są omurowane tą ścianą; w dwóch piętrach następnych również 1 cegłę, a na każde dalsze dwa piętra grubość zwiększa się o $^1/_2$ cegły.

6. **Wyższe ściany pod strzechą jednochylną,** nie przylegające do sąsiednich budynków, przy więźbach stojących, bywają na strychu 1 cegłę grube, w następnych 3-ch piętrach $1^1/_2$ cegły, a na każde 2 piętra dalsze o $^1/_2$ cegły grubsze. Ściany takie, przylegające do budynków sąsiednich, miewają grubości podane dla ścian szczytowych. Pod strzechami jednochylnemi i w szczytach na strychu wiążą (w Berlinie) ściany w rozwory, (mur pruski) oblicowują je na $^1/_2$ cegły, obejmując również murem na $^1/_2$ cegły i słupy stolcowe.

7. **Ściany środkowe,** obciążone belkami, przez 4 wyższe piętra w $1^1/_2$ cegły, następne dwa niższe piętra w 2 cegły. Nawet gdy belki dłuższe, sięgając poza ścianę środkową, opierają się i na innej ścianie środkowej (np. wązki korytarz między dwoma szeregami pokojów), jeżeli tylko cała długość belki przekracza 6 m, to ściany te nie powinny być cieńsze niż $1^1/_2$ cegły, a przy korytarzach sklepionych niż 2 cegły. Ściany schodni i świetlników bywają przez wszystkie piętra równo grube: przy dobrem ściągnięciu (ściągami) i zaprawie cementowej starczy grubość 1 cegły, lecz przy schodach murowanych lepiej $1^1/_2$ cegły.

8. **Ściany przedziałowe** bywają zazwyczaj przez trzy wyższe piętra $^1/_2$ cegły, niżej zaś co najmniej 1 cegłę grube. Przy sieniach głównych i wielkich salach 1 do $1^1/_2$ cegły. Nadto stosują i ściany w rozwory (mury pruskie) z wypełnieniem cegłą i wyprawą, albo też mury z cegieł dziurkowatych, stawianych na storc, na zaprawie cementowej, dalej ściany systemu Rabitz'a lub Monier'a, oraz ściany ze szkieletu żelaznego, obłożonego obustronnie płytkami gipsowemi, 5 do 7 cm grubości, wreszcie przepierzenia rozpornicowe, obustronnie wyprawione. Ściany takie, wymagając podparcia tylko w końcach, nadają się na przegrody na stropach nie podpartych w danem miejscu.

9. **Grodziżary,** czyli mury przeciwpożarne, wewnątrz budynków należy rozmieszczać w odstępach co 40 m, przez całą głębokość budynku i przez wszystkie piętra. Grodziżary powinny mieć przynajmniej 1 cegłę grubości i wystawać ponad strzechę przynajmniej na 20 cm. Z drewnianą więźbą strzechy mogą się one łączyć jedynie za pomocą kotew; należy przeto z każdej strony grodziżaru umieścić wiązar. Na strychu drzwi samozamykające się, podwójne (żelazne, albo lepiej systemu Rabitz'a lub Monier'a), najlepiej z progiem kamiennym i odrzwicą z ciosów.

10. **Mury odziomkowe** (cokułowe) mają zazwyczaj na zewnątrz odsadzkę szerokości 4 - 5 cm, którą należy odwodnić. Przy mieszkaniach suterynowych odziomek powinienby być przynajmniej 1,3 do 1,6 m wysoki. Grubość muru odziomkowego bywa o $^1/_2$ cegły większa od grubości ścian przyziomu (parteru), na nim spoczywających.

11. **Mury posadowe i podziemne.** Głębokość niezbędną p. str. 149 i nast. Grubość wierzchu posady bywa zazwyczaj o $^1/_2$ cegły większa od grubości odziomka na nim spoczywającego, a należy ją obliczać podług obciążenia posady przez budowlę. Spód posady w dobrym gruncie może znajdować się o 0,3 do 0,5 m poniżej posadzki piwnic, a wymiary podstawy oznacza się w ten sposób, ażeby nie przekroczyć bezpiecznego obciążenia gruntu (p. str. 150 i 159, oraz Tom I, str. 339).

Całą wysokość posady dzielą zwykle odsadzkami na ławy około 1,5 m wysokie, najniższa zaś ława, czyli ława właściwa (bankiet) bywa tylko 0,4 do 0,5 m wysoka. Odsadzki miewają zwykle po $^1/_2$ cegły z każdej strony, a w murach z kamienia łomowego po 15 cm; w żadnym razie szerokość odsadzki jednostronnej nie powinna przekraczać 0,6 do 0,8 wysokości odnośnej części posady.

## c. Robocizna przy wznoszeniu murów. *)

(według Gauthey'a).

**Dzionki robocze/m³ muru. **)**

| Rodzaj muru. | Wydobywanie kamienia z łomów | Obciosywanie kamienia (kamieniarzy | Murowanie (mularzy) | Pomoc (robotników) |
|---|---|---|---|---|
| Mur z kamienia na sucho . . . . | 0,85 | | 1,33 | 0,67 |
| Mur z cegły { zwykły . . . . . | | | 0,80 | 0,80 |
| Mur z cegły { w sklepieniach . . | | | 1,20 | 1,20 |
| Mur warstwowy, zwykły, z kamienia łomowego . . . . . | 0,85 | | 1,20 | 1,20 |
| Mur z przyciosanego kamienia łomowego . . . . . | 1,20 | 2,00 | 1,20 | 1,20 |
| Sklepienia z przyciosanego kamienia łomowego . . . . . | 1,20 | 3,00 | 1,20 | 1,20 |
| Mur z ciosów (z miękkich piaskowców) od . | 2,40 | 3,30 | 1,33 | 1,33 |
| Mur z ciosów (z miękkich piaskowców) do . | 3,30 | 8,00 | 2,70 | 2,70 |

Ilość dzionek na łamanie i ciosanie kamieni twardszych:

Na piaskowiec twardy 2 razy więcej niż na miękki.

Na wapień twardy, marmur i granit 3 do 4 razy więcej niż na miękki piaskowiec.

Powierzchnie krzywe wymagają w stosunku do płaskich:

$\left(1 + \frac{0{,}75}{\text{promień w m}}\right)$ razy więcej pracy.

Rozbieranie murów starych . . . 0,67 dzionki robotnika.

Rusztowania dla murów zwykłych 0,27 „ „

## d. Otwory w murach.

### 1. Okna.

Szerokość najmniejsza 0,3 m, zwykła 0,9 do 1,25 m. Okna dwuskrzydłowe w budynkach mieszkalnych 0,9 do 1,5 m szerokości; trzyskrzydłowe (weneckie) 1,5 m do 2,5 m. Wysokość ponad oknem do stropu w budynkach murowanych co najmniej 25 cm, w ścianach w rozwory przynajmniej 16 cm.

Wysokość podoknia 75 do 90 cm, zwykle 78 do 80 cm.

### 2. Drzwi.

Szerokość w prześwicie muru:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Wrota stodół . . . . . | 3,2 | do 4,5 | m |
| „ wozowni . . . . . | 2,5 | „ 3,2 | „ |
| Drzwi stajni . . . . . | 1,25 | „ 2,0 | „ |
| Wrota przejazdowe (bram) . . . . . | 2,5 | „ 3,5 | „ |

*) Porównaj: Dział: XI, 1. A. B. γ.

**) Dzionką nazywamy wytwórczość robotnika w czasie całodziennej pracy, dniówką natomiast płacę za dzień pracy.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Zewnętrzne drzwi wejściowe . . . . . | 1,5 | do | 2,25 | m |
| Drzwi do sal . . . . . | 1,5 | „ | 2,25 | „ |
| Podwoje w bawialniach . . . . . | 1,25 | „ | 1,5 | „ |
| Jednoskrzydłowe drzwi w pokojach zwykłych | 1,0 | „ | 1,25 | „ |
| Drzwi w małych pokojach . . . . . | 0,9 | „ | 1,1 | „ |
| Drzwi do kuchni . . . . . | 0,9 | „ | 1,1 | „ |
| Drzwi do spiżarni . . . . . | 0,7 | „ | 0,9 | „ |
| Drzwi ukryte (w obiciu) . . . . . | 0,6 | „ | 0,7 | „ |

Wysokość równa w przybliżeniu podwójnej szerokości, jednakże nigdy nie mniej niż 2 m. W przejazdach wysokość użyteczna w prześwicie przynajmniej 2,8 m. Drzwi zewnętrzne, wejściowe, oraz wrota bram, cofają się za lico muru przynajmniej na 25 cm, a wytwarzające się przytem obustronne węgary mają być przynajmniej 12 cm szerokie; drzwi wewnętrzne z odrzwicą (cargą), albo też mocowane do wsadek (tybli) i zaopatrzone w naddrzwicę, ponad którą przesklepia się łuk 25 do 38 cm gruby. Otwory w murach na drzwi wewnętrzne powinny być o 10 cm szersze i 5 cm wyższe niż zamierzony prześwit drzwiowy. (P. min. p.).

## e. Sklepienia.

Obliczenie objętości p. Tom I, str. 137.
Obliczenie statyczne p. Dział XV, rozdz. IV.

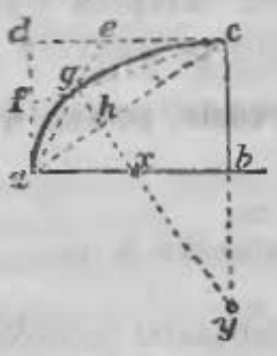
### 1. Wykreślenie linii kabłąkowatej. *)

Linia kabłąkowata, dawniej z niemiecka koszykową zwana, składa się z nieparzystej ilości łuków kołowych, przechodzących stycznie jeden w drugi w t. n. punktach zmiany krzywości. Dane są zazwyczaj: rozpiętość i strzałka.

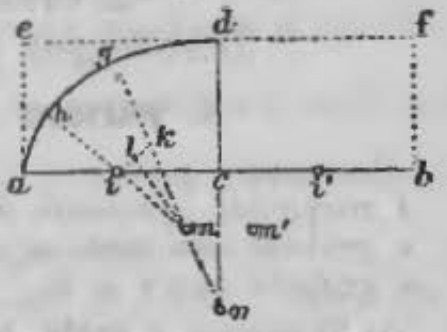
#### a. Opory leżą na jednym poziomie.

1. W prostokącie $a\,b\,c\,d$ (rys. 873) dwójsieczne $c\,f$ i $a\,e$ kątów $a\,c\,d$ i $c\,a\,d$ przecinają się w $g$, a prostopadła $g\,h$, spuszczona z tego punktu na $a\,c$, odcina punkty: $x$ na $a\,b$ i $y$ na $b\,c$, któreto punkty $x$ i $y$ są szukanymi środkami łuków $a\,g$ i $c\,g$. Tylko jedno rozwiązanie jest tu możebne.

Rys. 873.




Rys. 874.




2. Dane $a\,c$ i $c\,d$ (rys. 874). Dowolnie, lecz właściwie dobranym promieniem $n\,d$ zataczamy łuk koła $d\,g$ ze środka $n$, leżącego na $d\,c$. Z podobnież dowolnie obranego punktu $i$ na $a\,c$ zataczamy promieniem $i\,a$ tymczasowo nieograniczony łuk koła $a\,h$. Odcinamy $g\,k = a\,i$ (a więc $= h\,i$).

*) Puller: Obliczenie linii kabłąkowatych, Centrabl. d. Banv. 1894, str. 170.

Ze środka $l$ kresy $k\,i$ wyprowadzamy prostopadłą do niej linię $l\,m$, która odcina na $g\,n$ punkt $m$.

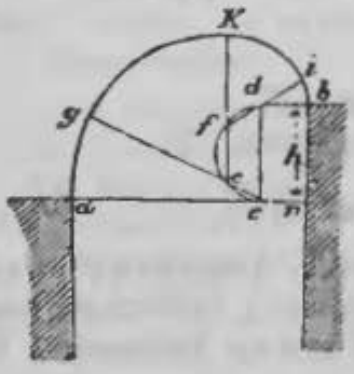
Punkty $i$, $m$, oraz symetrycznie do nich względem pionu $d\,c$ leżące punkty $i'$ i $m'$, i punkt $n$ są szukanymi 5-cioma środkami łuków kołowych linii kabłąkowatej, a punkty $g$ i $h$ (oraz symetryczne do nich punkty) są punktami zmiany krzywości.

Liczba rozwiązań w danym przypadku jest nieograniczona, w zależności od wyboru położeń punktów $n$ i $i$, które jednak dogodnie będzie zbliżyć wedle możności do położenia punktów $M$ i $N$ w rys. 12, na str. 106-ej, Tomu I-go, przez co kształt linii kabłąkowatej zbliży się do kształtu elipsy.

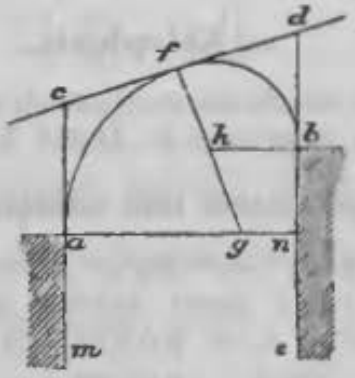
*β.* **Punkty oporów leżą na różnych poziomach.**

1. Dane: (rys. 875) rozpiętość $l = a\,n$, i wspięcie $h = n\,b$ punktu $b$ ponad $a$. Na $a\,n$ odcinamy $n\,c = {}^1/_2\,l - {}^3/_4\,h$ i kreślimy $c\,d \parallel n\,b$, a zatoczywszy półkole ponad $c\,d$, jako średnicą, dzielimy jego obwód na 3 równe części. Punkty kresowe tych 3-ch części, t. j. punkty $c$, $e$, $f$ i $d$, będą szukanymi środkami łuków kołowych: $a\,g$ (o promieniu $c\,a$), $g\,k$ (o prom. $e\,g$), $k\,i$ (o prom. $f\,k$) i $i\,b$ (o prom. $d\,i$).

Rys. 875.




Rys. 876.




2. Dany punkt opory $a$ (rys. 876), rozpiętość $a\,n$ i położenie $c\,d$ wspólnej stycznej obydwu łuków w punkcie zmiany krzywości. Ściany oporowe $m\,a$ i $e\,b$ są, jak i poprzednio, do siebie równoległe. Przedłużamy $m\,a$ do $c$ i $e\,b$ do $d$, t. j. aż do danej stycznej i odcinamy $c\,f = c\,a$, oraz $d\,b = d\,f$, a określimy w ten sposób położenie drugiej opory $b$ sklepienia wspiętego. Prostopadła na $c\,d$, wyprowadzona z punktu $f$, t. j. $f\,g$, odetnie szukane środki $h$ i $g$ na poziomych $a\,n$ i $b\,h$.

## 2. Grubość sklepień i opór.

(Dokładniejsze dane p. Dział XV, rozdz. IV).

### 1. Wartości średnie, podług Rondelet'a.

Oznaczamy przez:
$l$ rozpiętość sklepienia w m,
$s$ grubość sklepienia w zworniku w m,
$w$ grubość opory w m.

α) Sklepienia **z cegły,** kolebczaste (półkoliste):

1. pachwiny do pełnej wysokości zwornika poziomo zamurowane: $s = {}^1/_{48}\,l$, $w = {}^1/_{11}\,l$;

2. pachwiny do połowy wysokości zamurowane, a grzbiet tego zamurowania równoległy do podniebienia: $s = {}^1/_{36}\, l$, $w = {}^1/_9\, l$;
3. pachwiny do połowy wysokości zamurowane, a zamurowanie to zbieżnie wyrównane ku zwornikowi: $s = {}^1/_{48}\, l$, $w = {}^1/_{10}\, l$ (w wezgłowiu $s_1 = {}^1/_{32}\, l$).

$\beta$) Dla sklepień **z kamienia łomowego** wartości powyżej podane należy pomnożyć przez 1,5 do 1,6.

$\gamma$) W kolebczastych, tak półkolistych, jako też eliptycznych sklepieniach **z ciosów,** w założeniu, że w wezgłowiu sklepienie jest 2 razy grubsze niż w zworniku, ($s_1 = 2\,s$), będzie grubość zwornika:

1. w silnie obciążonych sklepieniach mostowych: $s = 0{,}04\,l + 0{,}32$ m;
2. w średnio obciążonych sklepieniach: . . . $s = 0{,}02\,l + 0{,}16$ m;
3. w sklepieniach nieobciążonych: . . . . $s = 0{,}01\,l + 0{,}08$ m.

(Podług Perronet'a dla sklepień mostowych jest: $s = 0{,}035\,l + 0{,}16$ m, dla $l < 24$ m; dla rozpiętości większych $s = {}^1/_{24}\, l$, z tem samem założeniem, że grubość sklepienia od zwornika do wezgłowia zgrubia się stopniowo do podwójnej grubości).

Jeżeli opory nie są nadmurowane ponad poziom wierzchu sklepienia, to:

dla sklepień półkolistych: . . . . . $w = {}^1/_5\, l$,
„ „ kabłąkowatych i spłaszczonych do . ${}^1/_4\, l$; $w = {}^1/_4\, l$,
„ „ „ „ poniżej ${}^1/_4\, l$; $w = {}^2/_7\, l$.

Grubość opór dla sklepień zamurowanych do poziomu (rys. 877):

$$w = \frac{l}{8}\,\frac{3l - h}{l + h} + {}^1/_6\, h_1 + 0.3 \text{ m};$$

Rys. 877.

dla sklepień półkolistych, u których $h = {}^1/_2\, l$, będzie zatem:

$$w = {}^5/_{24}\, l + {}^1/_6\, h_1 + 0{,}3 \text{ m}.$$

Posady ścian oporowych wykonywa się z wieloma odsadzkami o szerokości 15 do 20 cm, a wysokości dwa razy większej; całe zaś rozszerzenie posady bywa ${}^1/_4$ do ${}^1/_3$ szerokości $w$ samej opory.

## 2. Sklepienia łęczaste (pruskie).

Jeżeli: $P$ oznacza całkowite obciążenie sklepienia w kg,
$k$ w kg/cm² bezpieczne naprężenie materyału sklepienia,
$l$ rozpiętość w cm, $h$ strzałkę w cm,
$z_0 = P : l$ obciążenie sklepienia w wierzchołku w kg/m rozpiętości,
$L$ długość sklepienia (mierzona w kierunku prostopadłym do muru czołowego).
$\varrho$ średnia wielkość promienia sklepienia w cm,
$H$ parcie poziome w kg (na całej długości $L$ sklepienia), to będzie:

$$H = \frac{P\,l}{8\,h} = \varrho\, z_0 = \varrho\, \frac{P}{l},$$

a grubość niezbędna w zworniku: $s = \frac{H}{k\,L}$ w cm,

wreszcie grubość niezbędna w wezgłowiu: $s_1 = s\,\frac{l^2 + 4\,h^2}{l^2 - 4\,h^2}$ w cm.

W polach skrajnych zakłada się ściągi w odstępach 1,25 do 1,5 m, dla zniesienia części parcia poziomego $H$, działającego na odnośnej długości. Płaskie sklepienia łęczaste, o grubości $^1/_2$ cegły, w zasadzie nie powinny mieć rozpiętości większej nad 2,50 m, zaleca się zaś nie przekraczać 1,5 m; przy grubości w jedną cegłę do 5 m rozpiętości. Sklepienia łęczaste na belkach żelaznych powinny się zawsze opierać na dolnych pasach belek. Strzałka nie ma być mniejsza niż $^1/_8$ rozpiętości. Sklepienia z betonu cementowego, ubijanego p. str. 177.

Grubość ścian oporowych dla sklepień łęczastych $w = {}^1/_4$ do $^1/_5\,l$.

Ilość materyału. Na 1 m² rzutu poziomego sklepień łęczastych w $^1/_2$ cegły, bez podłęczy wzmacniających, liczy się 75 cegieł i 0,055 m³ zaprawy, a przy wzmocnieniu podłęczami szerokości $1^1/_2$ cegły i grubości 1 cegły w odstępach 3 metrowych: 82 cegły i 0,06 m³ zaprawy.

Objętość sklepień łęczastych p. Tom I, str. 137, 13.

### 3. Różne dane o sklepieniach.

**Ugięcie** się ($f$) krążyn pod sklepieniami. Jeżeli $l$ oznacza rozpiętość, a $h$ strzałkę, to dla krążyn wieszarowych będzie:

przy średniem ich wykonaniu: $f = 0{,}02\ (l - h)$,
przy dobrem ich wykonaniu: $f = 0{,}01\ (l - h)$,

a dla krążyn podpartych, dobrze zbudowanych: $f = 0{,}005\ (l - h)$.

**Osiadanie sklepień** w sobie, t. j. niezależnie od krążyn, bywa $^1/_{144}$ rozpiętości w sklepieniach półkolistych, a $^1/_{100}$ w spłaszczonych.

**Sklepienia kolebczaste**, półkoliste, łącznie z zamurowaniem pachwin, wymagają na 1 m² rzutu poziomego, przy grubości sklepienia $^1/_2$ cegły (do 5 m rozpiętości) cegieł 95 i zaprawy 0,07 m³; przy grubości 1 cegły (ponad 5 m rozpiętości) cegieł 190 i zaprawy 0,14 m³. Takież sklepienia spłaszczone (eliptyczne, kabłąkowate): cegieł 90 i zaprawy 0,065 m³, względnie cegieł 180 i zaprawy 0,13 m³. Ilości materyału na sklepienia wysmukłe i ostrołukowe należy obliczać bezpośrednio. Podłęcza wzmacniające, w odstępach 1,5 do 2,5 m, miewają $1^1/_2$ cegły szerokości, a 1 do $1^1/_2$ cegły grubości. Grubość opory sklepień półkolistych: $w = {}^1/_4$ do $^1/_5\,l$; sklepień spłaszczonych: $w = {}^1/_3$ do $^1/_4\,l$; sklepień wysmukłych i ostrołukowych: $w = {}^1/_5$ do $^1/_6\,l$.

**Sklepienia kopankowate** (klasztorne). Grubość sklepień taka sama jak w sklepieniach kolebczastych; grubość opór natomiast, przy tej samej rozpiętości, bywa o $^1/_3$ mniejsza dla sklepień zbudowanych nad kwadratem, a o $^1/_4$ mniejsza dla sklepień nad prosto-

kątem, którego jeden bok jest dwa razy większy od drugiego. Ściany oporowe potrzebne są ze wszystkich stron.

**Sklepienia kopulaste** (kopuły, sklepienia baniaste) postaci półkuli nad kołem, wpisanem w wielokąt planu lub też około niego opisanem, budują się warstwami, z wieńców kolistych, z których każdy mógłby stanowić stateczne zakończenie kopuły. Pachwiny zamurowywa się wokoło. Wezgłowie murują nieraz do pewnej wysokości z warstw poziomych. Jeżeli przez $d$ oznaczymy średnicę półkuli sklepienia, to grubość ścian oporowych będzie: $w = {}^1/_6$ do ${}^1/_8\, d$; grubość zaś samej kopuły w wezgłowiu: $s_1 = {}^1/_{20}\, d$ (niemniej jednak niż 1 cegła); a w zworniku (oddzielny kamień zwornikowy): $s_1 = {}^1/_{20}\, d$ (niemniej jednak niż ${}^1/_2$ cegły). W kopułach otwartych, otwór wierzchołkowy może być dowolnej wielkości, lecz wieniec zwierający należałoby wykonywać z ciosów, a jeżeli z cegły, to nader starannie, na wzór podłęczy.

**Sklepienia żagiaste** (czeskie) są płaskiemi sklepieniami kopulastemi, o wielkim promieniu, najczęściej nad kwadratem lub prostokątem, sklepione pomiędzy podłęczami o wysokości 1 do $1{}^1/_2$ cegły i szerokości $1{}^1/_2$ cegły. Rozpiętość nie większa niż 5 m, przy ${}^1/_2$ cegły grubości i strzałce od ${}^1/_8$ do ${}^1/_{12}$ rozpiętości.

Ilość materyału: na 1 m² rzutu poziomego, bez podłęczy i zamurowania pachwin, potrzeba: przy ${}^1/_2$ cegły grubości: cegieł 56 i zaprawy 0,04 m³, a przy ${}^1/_4$ cegły grubości: cegieł 28 i zaprawy 0,037 m³.

**Sklepienia krzyżowe.** Grubość opór: $w = {}^1/_4$ do ${}^1/_6\, l$, przy kształcie półkolistym lub spłaszczonym, a $w = {}^1/_5$ do ${}^1/_7\, l$, przy ostrołukowym, jeżeli przez $l$ oznaczymy rozpiętość podłęczy przekątnych; opory potrzebne są tylko w narożnikach. Grubość sklepień zazwyczaj ${}^1/_2$ cegły, podłęczy przekątnych zaś 1 na 1 do $1{}^1/_2$ cegły, przy rozpiętościach do 6 m; przy większych sklepienia w jedną cegłę, a podłęcza $1{}^1/_2$ na 2 cegły. Strzałka po osi sklepień ${}^1/_{60}$ do ${}^1/_{30}\, l$.

Ilość materyału. Na 1 m² rzutu poziomego półkolistych sklepień krzyżowych w ${}^1/_2$ cegły, z podłęczami przekątnemi, o przekroju $1{}^1/_2 \times 1$ cegłę, potrzeba: cegieł 125 i zaprawy 0.09 m³; dla takichże sklepień spłaszczonych: cegieł 95 i zaprawy 0,07 m³. Objętość sklepienia krzyżowego, prostokątnego p. Tom I, str. 137 p. 14.

**Podłęcza** obliczają zwykle jako mur pełny, od którego odejmują objętość otworu w prześwicie.

Wszelakie łuki, a więc i podłęcza, można sklepić, wysadzając wezgłowia z warstw poziomych, poczynając od opory aż do tego punktu, którego normalna ma pochyłość 30° względem poziomu.

## f. Ściany rozworowe.

### 1. Ściany w rozwory drewniane (mury pruskie).

**Wymiary.** Przycieś przynajmniej o 0,5 m wzniesiona nad ziemię i przy budynkach lżejszych 16 cm szeroka, a 12 cm wysoka,

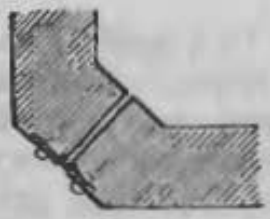
przy budynkach cięższych zaś 22 cm szeroka, a 16 cm wysoka. Słupy w odstępach 1 do 1,5 m: pośrednie o przekroju 12 · 12 do 12 · 16 cm, narożne zaś 16 do 20 cm w kwadrat. Pola zwykłe 1,2 do 1,5 $m^2$; pola narożne, w miarę potrzeby, z zastrzałami, a natenczas 1,3 do 1,6 m szerokie. Pochyłość zastrzałów $^1/_6$. Nadciesie (ramy) o przekroju 12 · 16 cm, a w razie obciążenia belkowaniem, grubsze. Ściany 2,5 m wysokie miewają jeden szereg rozwór, przy wysokości 3,5 m dwa, a przy wysokości ponad 4 m trzy szeregi rozwór.

**Ilość materyału:** Na 1 $m^2$ ściany, liczonej bez potrącenia powierzchni drewnianych, potrzeba: 2,2 do 2,5 mb. drzewa; na proste zamurowanie pól: cegieł 35 i zaprawy 0,025 $m^3$; na oblicowanie ściany, wraz z obmurowaniem na $^1/_2$ cegły części drewnianych: cegieł 75 i zaprawy 0,05 $m^3$; na zamurowanie pól z pełnem oblicowaniem na $^1/_2$ cegły grubem: cegieł 85 i zaprawy 0,06 $m^3$.

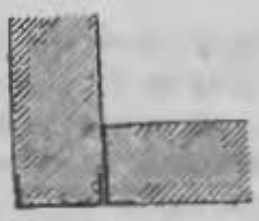
## 2. Ściany w rozwory żelazne.

Gdy szkielet żelazny ma być wypełniony murem na $^1/_2$ cegły, natenczas dwuteownik Nr. 14 profilu niemieckiego będzie najpodatniejszy na słupy, rozwory, podwaliny i nadciesie, na odrzwice i oknice. Jeżeli cegła znajduje dostateczne oparcie w słupach, to na rozwory starczą i kątowniki, a gdy odstępy między słupami nie przekraczają 1,25 m, to można opuścić wszelkie rozwory, z wyjątkiem rozwór nad i pod otworami na okna lub drzwi. Zastrzały w jednem do dwóch pól dla przeciwdziałania przesuwaniu (parciu poziomemu). Ustrój narożników p. rys. 878 i 879. Waga średnia ścian w rozwory żelazne, grubości $^1/_2$ cegły, bywa 265 kg/$m^2$.

Rys. 878.



Rys. 879.



## g. Warstwy przeciwwilgociowe.

Warstwy takie, o ile nie ma piwnic, powinny leżeć przynajmniej o 0,15 do 0,3 m ponad ziemią.

Warstwa z **asfaltu** naturalnego na każdy cm grubości wymaga 16 kg/$m^2$ masy asfaltowej i 10 kg/$m^2$ grubego piasku; warstwy takie bywają zazwyczaj 1,5 do 3 cm grube.

Asfalt sztuczny wymaga na każdy cm grubości: 4,5 l/$m^2$ mazi (smoły) pogazowej, 0,7 kg/$m^2$ kalafonii i 0,005 $m^3$/$m^2$ wapna.

**Płyty z pilśni asfaltowej,** 0,7 do 1,0 cm grube, a 81 cm długie, dostarczają się w szerokościach przystosowanych do grubości muru. Waga 10,5 do 15 kg/$m^2$. Płyty układają się płasko na murze posadowym, z zakładką 5 cm. Spajanie płyt jest zbyteczne. Płyty do pokrycia sklepień bywają 1,0 do 1,3 cm grube, 81 cm szerokie i 3 do 4 m długie. Waga 15 do 17 kg/$m^2$. Zakładka 8 do 10 cm, za-

leżnie od pochyłości powierzchni sklepienia, przyczem wyżej położona płyta zachodzi zawsze na niższą. W celu zapobieżenia zgrubieniu w spojeniach, grubość płyt wzdłuż krawędzi zmniejszają do połowy. Brzegi te powleka się gorącym lakiem asfaltowym, przez co łączą się one ściśle ze sobą, a gotowe spojenia smaruje się jeszcze z wierzchu tymże lakiem. Na gotowy pokład płyt daje się nadto powłokę z mieszaniny mazi pogazowej z asfaltem, na co. łącznie z wyrobieniem spojeń, potrzeba na 1 m² pokrycia płytami: po 2 kg laku asfaltowego i 2 kg mazi pogazowej.

**Blacha ołowiana,** 1,6 mm gruba, wagi 18,2 kg/m². Stosują też warstwę przeciwwilgociową, uprzywilejowaną, Siebel'a, składającą się z cieniutkiej blachy ołowianej między dwiema warstwami papieru asfaltowanego.

**Szyby (szkliny) ze szkła** zielonego, ułożone wśród grubej warstwy zaprawy wapiennej (lub cementowej). Warunkiem nieodzownym jest staranne przesianie piasku na tę zaprawę. *)

**Maź** (smoła) pogazowa i miał węgla kamiennego z dodatkiem przetopionej smoły (t. j. twardej) drzewnej, albo też bez niej.

**Zaprawa cementowa,** o składzie na objętość: 1 część cementu, 2 części piasku. $^1/_4$ do $^1/_6$ części ciasta wapiennego. Warstwa grubości 1,5 do 2,5 cm.

**Dwie warstwy klinkieru** (szklistego) na zaprawie cementowej.

**Płyty łupkowe:** dwie warstwy tuż nad sobą, ułożone na zaprawę cementową.

**Tektura smołowcowa:** Zwoje jej w handlu bywają 1 m szerokie przy długości 7,5 do 20 m.

**Od wilgoci bocznej** zabezpiecza się posady i mury piwniczne od zewnątrz powłoką gudronową (asfalt z domieszką 25% odpadków naftowych), albo też obrzutką (rapowaniem) z zaprawy cementowej. Stosują też w tym celu i warstwę powietrzną, pionową, wśród muru. Warstwa taka, 5 do 7 cm gruba, łączy się z powietrzem zewnętrznem, lepiej jeszcze z kominem.

# III. STRZECHY.

**Obliczenie statyczne i obciążenia** wagą własną, śniegiem i parciem wiaru p. dział **XV.**

## A. Nośne części strzechy.

### a. Uwagi ogólne.

**Łacenie.** Łaty 6 do 7,5 m długie, o przekroju 4 · 6,5, albo 5 · 8 cm; strata w odcinkach 5%. Odstępy środków łat pod kar-

*) Karol Knaus, O warstwie izolacyjnej ze szkła zwyczajnego, „Architekt" 1902, str. 25 i nast.

piówkę, przy kryciu pojedyńczem (jednowarstwowem) 20 cm, przy podwójnem, równomiernem (zwykłem) 14 cm, w łuskę zaś 25 cm; pod esówkę (holendrówkę) 31,5, albo 23,5 do 29 cm; pod wpustówkę 30 do 31 cm, pod łupek angielski 18 do 35 cm.

**Deskowanie** (szalowanie) 1-go $m^2$ strzechy deskami tartemi, grubości 2 do 2,5 cm, przy metrowym odstępie gwoździ, wymaga: 5,25 mb. desek 20 cm szerokich i 18 łaciaków (gwoździ do łat). Pod łupek i blachę stosują deskowanie z odstępami 1 cm między deskami, które przybija się albo w kierunku krokwi do leżni drewnianych, przytwierdzonych do krokwi, a ułożonych w odstępach 1 do 1,25 m (przy wiązarach żelaznych odstępy te dosięgają i 3-ch m), albo też bezpośrednio do krokwi, układając natenczas deski w kierunku prostopadłym do kierunku krokwi. Cynkową blachę falistą, profilu *E* układają na łatach, ale też i na półdeskowaniu z desek szerokich 15 do 20 cm, a układanych z odstępami tej samej szerokości, wreszcie na pełnem deskowaniu. Warstwiec (holcement) układa się na deskowaniu 2,5 do 3,3 cm grubem, z desek na wpust; tektura smołowcowa na podobnem deskowaniu 2,5 cm grubem.

**Krokwie:** Rozpiętość 3,5 do 5 m, zazwyczaj około 3,8 m; przy tej rozpiętości i podanych poniżej odstępach międzykrokwiowych starczy zazwyczaj przekrój 10-14 cm, a pod warstwiec 12-16 cm. Pod lekkie pokrycie starczą krokwie 16 cm wysokie, przy rozpiętości 5 m.

### Odstępy między środkami krokwi.

| | |
|---|---|
| Pod karpiówkę pojedynczą, oraz esówkę . . . . | 1,0 do 1,1 m, |
| „ „ podwójną lub w łuskę . . . . . | 0,9 — 1,0 m, |
| „ wpustówkę (francuską) . . . . . | 0,9 — 1,0 m, |
| „ łupek, najlepiej . . . . . | 1,0 m, |
| „ tekturę smołowcową lub blachę . . . . . | 1,0 — 1,25 m, |
| „ warstwiec . . . . . | 0,7 — 0,8 m, |
| „ pokrycie asfaltowe . . . . . | 0,8 — 0,9 m. |

## b. Strzechy drewniane.

**Strzecha dwuchylna,** w ustroju **z jętką** (por. Dział XV). Każda para krokwi łączy się ze sobą u grzbietu strzechy zwidleniem, t. zn. na czop widlasty, stopy zaś krokwi łączą się na wrąb z podstopnicą (ułożoną na końcach belek wzdłuż ściany), albo też na zacięcie bezpośrednio z końcem belek. Środki krokwi przynależnych łączą się ze sobą poziomemi rozporami, t. zw. jętkami (kelbelkami), a jeżeli w jednym koźle krokwiowym jest więcej jętek ponad sobą, to najwyższa zwie się grzędą. Koniec jętki łączy się z krokwią na wcios w pletwę, z niemiecka też w „jaskółczy ogon“ zwany. W razie zbyt wielkiej długości jętek dolnych ustawia się w wiązarach głównych (w odstępach 4 do 5 m, przystosowując się do filarów międzyokiennych) stojce z ramionami, na których czopy nasadza się obwodzina, podpierająca jętki krokwi jało-

wych, t. j. niewiązarowych. Ustrój taki zastępuje zarazem podłużne, przeciwwiatrowe wykrzyżowanie strzechy. Wspomniane stojce (stolcowe) spoczywają albo bezpośrednio, albo też za pośrednictwem przejmy (wekslu) na belce wiązarowej, o ile belka ta podparta być może czy to ścianą środkową, czy też rozpornią. Jeżeli belki głównej od spodu podeprzeć nie możemy, to stosujemy wieszar, który, dźwigając belkę wiązarową i obwodzinę jętek, tworzy w ten sposób wiązar dachowy.

Jętki mają zwykle przekrój 12·16 do 14·18 cm, zależnie od swej rozpiętości, która przy stolcu pojedyńczym nie powinna jednak przekraczać 4,5 m; przy stolcu podwójnym 7 do 7,25 m; przy stolcu potrójnym 10 do 10,5 m. Wysokość jętki nad podłogą przynajmniej 1,9 m. Obwodziny stolcowe bywają zazwyczaj o rozpiętościach 3,8 do 4,5 m i przekrojach: 18·22 cm, 20·24 cm, albo 24·26 cm. Grzędy 10·12 cm, 12·16 cm, albo 14·18 cm, zależnie od swej rozpiętości i od wymiarów krokwi. Największa długość niepodparta krokwi, pomiędzy jętką a wierzchołkiem, bywa 2,5 m.

**Strzecha dwuchylna,** w ustroju **z płatwami** (por. Dział XV). Krokwie wspierają się bezpośrednio na płatwach, które w mniejszych ustrojach leżą na stojcach stolcowych, stojących na stosownie podpartej belce głównej (wiązanie leżące lub stojące), albo też zawieszonej u wieszara; natomiast w ustrojach większych płatwy spoczywają na wiązarach lub na oddzielnych dźwigarach, należycie podpartych, które, powtarzając się w każdym wiązarze, tworzą łącznie więźbę strzechy. W ustrojach pomniejszych, oprócz podstopnicy, osadzonej na wrąb na końce belek, zazwyczaj do podparcia krokwi służy jedna tylko płatwa wsparta wiązarem; często stosują nadto jeszcze płatwę w grzbiecie strzechy. Większe strzechy miewają natomiast, oprócz podstopnicy i płatwy nagrzbietnej, jeszcze pewną ilość płatew pośrednich, przystosowaną do wytrzymałości zastosowanych krokwi

Przekrój płatew bywa 18·22 cm przy rozpiętościach: 3,8 do 4 m pod strzechówkę (dachówkę); 4 do 4,7 m pod smołowiec lub blachę; a 4,7 do 5,4 m pod trzcinę lub słomę. Krokwie, zwykle wymiarów 12·12 do 14·14 cm, przybija się do płatew leżących w odstępach 3,8 do 5 m. Zastrzały 18·22 cm. Jeżeli krokwie w grzbiecie strzechy nie są podparte, to odległość pomiędzy najwyższą płatwą, a samym grzbietem wynosi około 2,5 m.

Stojce stolcowe 18·18 cm, dyby 8·22 cm do 10·24 cm, ramiona 10·12 do 12·16 cm, lecz nie dłuższe niż 1,5 m, zazwyczaj 0,9 do 1,4 m długie. Kułaki (knagi) dla podparcia płatew przybija się długimi gwoździami do części więźby podtrzymującej płatwy (p. w.), pewniej jednak będzie, kułaki te złączyć dodatkowo jeszcze z wiązarem na zacięcie.

Ażeby zamiast nizkiego strychu wytworzyć wyższe podstrzesze (trempel), opiera się stopy krokwi na ścianę podstrzeszną (trempłową), 1,25 do 2,5 m wysoką Nadcieś tej ściany, służąca zarazem za podstopnicę krokwi, bywa 15·18 cm, słupy podstrzeszne zaś 15·15 cm, tego samego też przekroju i przycieś tej ściany.

**Strzechy dwuścięte** (czterochylne), z niemiecka też walmowemi zwane, budują się z uwzględnieniem zasad powyżej wyłuszczonych. Połacie od szczytu (ścięcia) miewają zazwyczaj tę samą pochyłość, co połacie grzbietowe. Zwykle dodaje się wiązary przekątne pod krawężnicami (krokwiami narożnemi). Płatwy najdogodniej obwodzić wokoło, na równych poziomach.

Do **strzech mansardowych** nadają się wiązania jętkowe ze stolcem leżącym. Przepisy budowlane określają zazwyczaj pochyłość dolnych krokwi na 60°, zostawiając swobodę co do pochyłości górnych.

**Strzechy jednochylne** są niejako połówkami strzech dwuchylnych. Baczyć wypada na to, aby ustrój więźby nie pozwalał na wyparcie wyższej ściany pionowej na zewnątrz, pod naciskiem ciężaru samej strzechy i jej obciążenia, co również mogłoby grozić i mansardowym strzechom jednochylnym.

### c. Strzechy z drzewa i żelaza.

W wieszarach strzechowych zastępują często storczyki lub lisice (słupy wieszarowe), oraz ściągnicę ściągami żelaznymi, z krągowników, przyczem stopy zastrzałów osadzają w butach lanożelaznych, łby zaś w takichże czepcach, obchwytujących równocześnie łby obydwóch zastrzałów w wieszarach pojedynczych, a łeb zastrzału wraz z końcem rozpory w wieszarach podwójnych. Nadto znajdują szerokie zastosowanie **wiązary trójkątnikowe,** oraz wiązary systemu **Polonceau** (p. Dział XV).

**W wiązarach trójkątnikowych** pasy, t. j. krokwie wiązarowe i ściągnice, bywają drewniane, z butami i czepcami żeliwnymi, albo bez nich, podobnie i rozpórki; natomiast pręty rozciągane wypełnienia zastępują się ściągami żelaznymi z naśrubkami. Dolny pas, t. j. ściągnicę, można też korzystnie zastąpić żelazem. Rozpiętość: 18 do 25 m, zależnie od ilości pól.

**Wiązar systemu Polonceau** składa się z dwóch, wzajemnie na sobie wspartych zastrzałów (drewnianych, z butami i czepcami żeliwnymi), inaczej krokwiami wiązarowemi zwanych. Każdy zastrzał stanowi niejako belkę podpiętą (uzbrojoną) w środku krótką rozpórką żeliwną, której dolny koniec dwoma ściążkami łączy się z końcami tejże belki. Obydwa te zastrzały związuje główny ściąg poziomy, łączący ze sobą dolne końce obydwu rozpórek. Do wyprężania tego ściągu służy wyprężak śrubowy (śruba rzymska). Dolne ściążki zastrzałów mogą wprawdzie ze ściągiem głównym tworzyć poziomą linię prostą, zazwyczaj jednak tworzą one linię w obydwóch węzłach ku górze załamaną. Ściążki znaczniejszej długości należy również zaopatrzyć w wyprężaki śrubowe, albo umożliwić ich wyprężanie naśrubkami na ich końce nakręconymi. Czepiec żeliwny, na łbach zastrzałów nasadzony, dźwiga bezpośrednio płatwę nagrzbietną, albo też przytwierdzają się dwie płatwy przygrzbietne obok niego, na zastrzałach. Płatwy wraz z deskowaniem stanowią już same, zazwyczaj dostateczne, związanie podłużne strzechy, w ra-

zie potrzeby można jednak dodać wykrzyżowanie z płaskowników (żelaza płaskiego) między zastrzałami sąsiednich wiązarów. Rozpiętość zwykła 12 do 18 m.

### d. Strzechy żelazne.

**Kształty strzech:**

1. Strzechy dwu- i jednochylne, zwykłe lub mansardowe, na budynki wszelakiego rodzaju.
2. Strzechy kolebczaste, z wiązarami sierpowatymi i łukowymi, na hale dworcowe, retortownie zakładów gazowych, budowle wystawowe i t. p.
3. Strzechy brogowate (namiotowe), o planie wielokątnym (strzechy wież, świetlników, okrągłych parowozowni, ujeżdżalni i t. p.).
4. Strzechy kopulaste nad zbiornikami gazowymi, okrągłemi parowozowniami, kościołami, panoramami i t. p.
5. Strzechy wielokrotne (symetryczne i niesymetryczne) nad wyrobniami (warsztatami), budowlami wystawowemi (powierzchnie oszklone na północ).
6. Strzechy wystające i przyłapowe, nad przyłapami (podjazdami), chodnikami kolejowymi (peronami), przeładowniami, deptakami i t. p.

Strzechy z pod 2 i 4 mają górne pasy wiązarów krzywe lub w liniach łamanych, u pozostałych zaś strzech są one proste. W strzechach z pod 3 i 4 wiązary rozchodzą się promieniście z pionowej osi budowli, w pozostałych zaś rodzajach wiązary są równoległe, a przynajmniej prawie równoległe, jak np. w parowozowniach pierścieniowatych i halach dworców na łukach drogi zbudowanych.

Łacenie spoczywa zawsze na krokwiach, deskowanie zaś bądźto na krokwiach, bądź też na leżniach i stosownie też do tego rozróżniamy strzechy krokwiowe i leżniowe. Strzechy oszklone bywają przeważnie krokwiowe, strzechy zaś kryte blachą falistą prawie zawsze leżniowe.

**Strzechy krokwiowe.** Odstępy między krokwiami p. str. 170. Krokwie małych strzech jednochylnych wspierają się nieraz tylko wprost na ścianach zewnętrznych, przy większych strzechach natomiast i na płatwach, których odstępy zależą od wytrzymałości krokwi. Płatwy zaś strzech krótkich spoczywają wyłącznie tylko na murach zewnętrznych, dłuższych zaś nadto jeszcze i na wiązarach pośrednich.

**Strzechy leżniowe.** Odstępy między leżniami bywają mniejsze niż między płatwami pod krokwie, a zależą one od nośności pokrycia.

Jeżeli leżnie spoczywają tylko nad węzłami wiązara, to wzajemna odległość węzłów bywa względnie mała, w przeciwnym zaś razie, t. j. gdy leżnie opierają się na krokwi wiązarowej i w punktach pośrednich, to jej wytrzymałość należy obliczać i na gięcie. Dachy leżniowe są zatem korzystne, albo przy dużej wytrzymałości pokrycia (blacha falista), gdyż natenczas odstępy między leżniami mogą być znaczne, albo też przy pokryciu z lekkich materyałów (jak tektura smołowcowa), co znów daje możność obciążania górnych pasów wiązarowych i w punktach międzywęzłowych, bez potrzeby wzmacniania tychże pasów.

### 1. Krokwie jałowe (międzywiązarowe).

Krokwie te znoszą wyłącznie gięcie i bywają drewniane, albo żelazne. Co do krokwi drewnianych, o przekroju prostokątnym, por. str. 170; krokwie takie osadza się na żelaznych płatwach na wrąb głębokości 1,5 do 2 cm, przytwierdzając je nadto wkrętkami (holcszrubami). Krokwie żelazne bywają z dwuteowników lub teowników, a w oszklonych strzechach wielokrotnych czasami i z pomostowników; przytwierdzają się one do płatew kątownikami. Deskowanie lub łacenie przytwierdza się do pasów krokwi wkrętkami, albo gwoździami, lepiej jednak przybijać je do listew drewnianych, złączonych z krokwiami na śruby. Łaty drewniane można też zastąpić małymi kątownikami (45 · 45 · 7 mm), które pod strzechówkę (dachówkę) nitują się do krokwi w sposób, aby drugie ramię sterczało w górę, pod łupek zaś w sposób, aby drugie ramię kątownika się zwieszało, przyczem wypada je wycinać nad krokwią.

### 2. Leżnie.

Przy odstępach między wiązarami na 3 do 4 m starczą leżnie drewniane, na które przybija się deskowanie. Leżnie te spoczywają wrębem (1,5 do 2 cm głębokim) na górnym pasie wiązara, do którego przytwierdzają się one nadto za pośrednictwem kawałków kątownika (75 · 50 · 7 mm) i śrub (od 16 do 20 mm średnicy). Przy większych odstępach między wiązarami stosuje się na leżnie żelazo przekrojów: **L**, **[**, **Z**, **I**. Odstępy pomiędzy płatwami zależą jedynie od wytrzymałości krokwi, względnie od długości arkuszy blachy falistej. Pod cynkową blachę falistą układają przeważnie leżnie z kątowników, w odstępach 0,65 do 1,1 m; przy takiejże blasze żelaznej natomiast leżnie bywają z dwuteowników, a lepiej nawet z zetowników ułożonych w odstępach 1,75 do 2,25 m. Dolne pasy leżni nituje się wprost do górnych pasów wiązara, a w celu lepszego usztywnienia połaci strzechowej w kierunku podłużnym, układają też płatwy między górne pasy wiązara, przytwierdzając je do nich łubkami kątowemi.

Leżnie przyokapowe i przygrzbietne najczęściej z ceowników (**[**). Na stromych strzechach połączenie leżni z wiązarem wzmacniają jeszcze albo kawałkami kątownika, znitowanymi z wiązarem i leżnią, albo łączą leżnię z podwęźlem (płytą węzłową) wiązara, albo dokonywają złącza leżni nad wiązarem, za pośrednictwem łubek doń przytwierdzonych, albo wreszcie podpierają je podpórkami z blachy obwiedzionej kątowniczkiem, przyczem położenie przekroju leżni bywa bądźto pochyłe, t. j. prostopadłe do pasa wiązara, bądź też pionowe. Aby woda nie mogła się zbierać na wklęsłych krawędziach wszelakich kształtowników więźby strzechowej, wypada przy projektowaniu starać się o to, aby zwracać w dół lub ukośnie ku dołowi te części profili, na których się woda zatrzymywaćby mogła; a więc np. dolne pasy profili **[**, **L** i **Z** należy pochylać w stronę rozwartości dolnego kąta.

Gdy leżnie przechodzą w całości ponad kilku wiązarami, wówczas złączenia takich leżni dogodniej umieścić tuż obok wiązara, a to w celu uproszczenia ustroju złącza z wiązarem. Długie leżnie wypada łączyć i ze sobą i z wiązarami na śruby w dziurach wydłużonych, aby zapewnić leżniom możność swobodnego rozszerzania się przy zmianach ciepłoty.

Na leżnię przyokapową prawie zawsze okaże się dostatecznym niezłożony przekrój jednego kształtownika. Natomiast na leżnie pośrednie i przygrzbietne, przy wiekszych odstępach międzywiązarowych (do 10 m), zamiast pojedynczych kształtowników, stosują leżnie kratownicowe (równoleżnice, parabolnice i t. p.), których pasy bywają zazwyczaj z kątowników, wykratowanie zaś albo z kątowników, albo z płaskowników. Stosują też i kratownice rozdwojone, o wspólnym pasie górnym i dwóch dolnych, tak ułożonych, że jedna kratownica składowa leży w połaci dachu, druga zaś w płaszczyźnie do niej prostopadłej. Oprócz dwóch zupełnych wykratowań obu kratownic składowych dodają jeszcze kątowniki, łączące obydwa pasy dolne nawzajem ze sobą. Pasy najczęściej z kątowników.

## 3. Wiązary (dźwigary strzechy).

Najczęściej bywają one kratownicami (p. Dział XV). System ustroju dostosowuje się zazwyczaj do zamierzonego układu leżni; jedynie przy znacznych rozpiętościach pokrycie przystosowuje się naodwrót do układa wiązarów. Na wiązary, oprócz nacisków leżni, działają nieraz i inne siły zewnętrzne, np. parcia sklepień i ciężary stropów pod strzechą podwieszonych, ciężary pędni fabrycznych lub suwnic dźwigarkowych i t. p., któreto siły również nie pozostają bez wpływu na wybór kształtu wiązara, najlepiej dostosowanego do danych warunków. Odstępy wiązarów podano powyżej pod **2.** Waga wiązarów 15 do 30 kg/m² poziomego rzutu strzechy.

Osie ciężkości prętów zbiegających się w jednym węźle powinny się ze sobą przecinać ściśle w jednym punkcie; w celu uproszczenia ustroju węzłów można sobie pozwolić na pewne odstępstwa od tej zasady, lecz, rozumie się, li tylko dla prętów podrzędniejszych.

Pas górny, przystosowując się do kształtu strzechy, bywa prosty, krzywy lub w linię łamaną, a składa się z profili: ⊓ lub ⊐, przyczem obydwa kształtowniki (w skład pasa wchodzące) układa się w pewnym, wzajemnym odstępie, którego niezmienność zabezpieczają oddzielne wkładki przenitowane; odstęp ten ułatwia nietylko ustrój węzłów, dozwalając wsunąć w siebie podwęźle (płytę węzłową), lecz zwiększa równocześnie i wytrzymałość samego pasa na wyboczenie. Każda wkładka prostokątna przytwierdza się dwoma nitami, a odstępy wzajemne między temi wkładkami (około 1 do 1,5 m) zależą od wartości $J_{min}$ oddzielnego kształtownika, jaki wchodzi w skład pasa. Ponajczęściej można stosować jeszcze parę kątowników na pas górny przy rozpiętościach nieprzekraczających 25 m. W większych wiązarach pas górny otrzymuje nieraz ustrój kratownicowy.

W strzechach dwuchylnych, średniej stromości, pas dolny bywa albo poziomy, albo w pośrodku lekko wzniesiony; w strzechach stromych, w celu zmniejszenia wysokości wiązara, pas dolny przybiera postać łuku; wreszcie w strzechach mało pochyłych pas dolny bywa wygięty w dół, aczkolwiek lepiej będzie wygięcie to zastąpić słupami końcowymi wiązara, z obniżeniem jego poduszek, poczem znów pas dolny może otrzymać pewną strzałkę w górę, co polepszy zarazem znacznie i wygląd całości więźby. Pas dolny wytwarza się najczęściej, bądźto z pary płaskowników w przekroju na stoic postawionych, bądź też z pary kątowników.

Wykratowanie wiązara składa się przeważnie z kątowników; najczęściej stosują po dwa kształtowniki na każdy pręt, łącząc je nawzajem nitami zespórkowymi lub wkładkami przenitowanemi nawet w prętach rozciąganych, w którymto przypadku nity te odgrywają tylko rolę nitów zczepnych.

Wiązary trójkątnikowe nadają się do rozpiętości nieprzekraczającej 25 m; w miarę powiększającej się względnej wysokości wiązara (w stosunku do rozpiętości) stają się one niekorzystnymi, a przy rozpiętościach ponad 25 m lepiej zastąpić je wiązarami sierpowatymi (sierpownicami), albo łukowymi. Waga wiązarów trójkątnikowych 10 do 25 kg/m² planu.

Pod strzechy jednochylne, o mniejszej rozpiętości i małych odstępach międzywiązarowych, starczą dwuteowniki; pod strzechy większej rozpiętości natomiast kratownice (równoleżnice ścięte, parabolnice i t. p.), których górna poduszka bywa stała i wytwarza się na wsporniku ześrubowanym przyciągami z murem, a lepiej nawet obmurowanym. Dolna poduszka musi być przesuwna.

Węzły wytwarzają się najdogodniej na podwęźlach (płytach węzłowych, gusetach), które przy prętach podwójnych, leżą między prętami, jak to już powyżej wspomniano. Przekrój podwęźla, ilość i grubość nitów należy dobierać podług sił na węzeł działających.

**Poduszki wiązarów** bywają stałe i ruchome, które znów mogą być przegibne, albo przesuwne, albo równocześnie i przegibne i przesuwne. Przegibność poduszki dozwala na swobodne przeginanie się (pochylanie) wspartego końca wiązara pod obciążeniem, przesuwalność zaś pozwala na swobodne wydłużanie się wiązara lub dźwigara, tak pod wpływem zmian ciepłoty, jako też i przy rozciąganiu się pasa dolnego lub ściągu. np. w sierpownicy. Nadto urządzenia te zapewniają po części zgodność kierunku i położenia odporów podpór z założonymi przy obliczeniu. Na rozszerzalność cieplikową liczą $^1/_{1250}$ do $^1/_{1000}$ rozpiętości. Wiązary przegibne, np. o przegubie w pośrodku, mogą stać na dwóch poduszkach nieprzesuwnych, lecz przegibnych (p. Tom I, str. 168), dla większych wiązarów sztywnych jedna poduszka powinna być przesuwna.

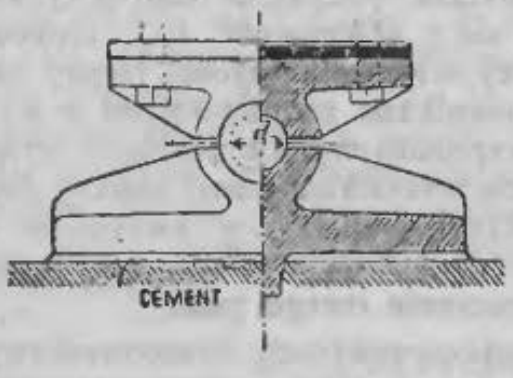
Poduszka nieprzesuwna pod wiązary większej rozpiętości łączy się przyciągami z murem, a grzbiet żeliwnej poduszki bywa lekko wypuklony, albo też cała poduszka otrzymuje ustrój przegibny. Poduszkę przesuwną pod lżejsze wiązary kratownicowe, do 20 m

rozpiętości, można zastąpić wyrobieniem gładkiej, wgłębionej powierzchni poziomej w przytwierdzonej do muru płycie poduszkowej, po której to powierzchni może się przesuwać dolny pas wiązara wzdłuż, podczas gdy obrzeża wgłębienia zapobiegają bocznemu jego przesunięciu. Większe i cięższe wiązary spoczywać powinny jednym końcem na żeliwnej lub lanostalowej poduszce przesuwnej (na jednym lub kilku wałkach, albo wahakach stalowych) obydwie zaś poduszki powinny być przegibne. Obliczenia p. Tom I, str. 168, 514 i 515.

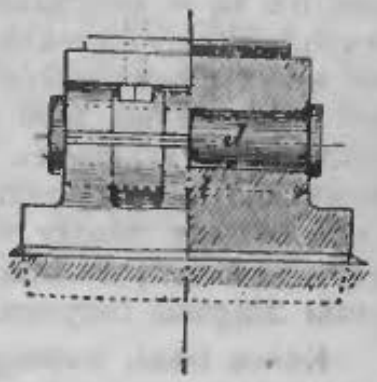
Pod postawę poduszki podlewa się starannie warstwa cementowa, 1 cm gruba, albo też warstewka 3 do 6 mm grubości, z ołowiu utwardzonego, t. j. z domieszką 5 do 10% antymonu.

W rys. 880 i 881 przedstawiono poduszkę przegibną, a w rys. 882 i 883 takąż poduszkę przesuwalną na 3-ch wałkach. Poduszka sama w sobie nieprzegibna, wsparta dla przesuwalności na jednym tylko wałku, staje się zarazem przegibną, lecz względnie prosty ten

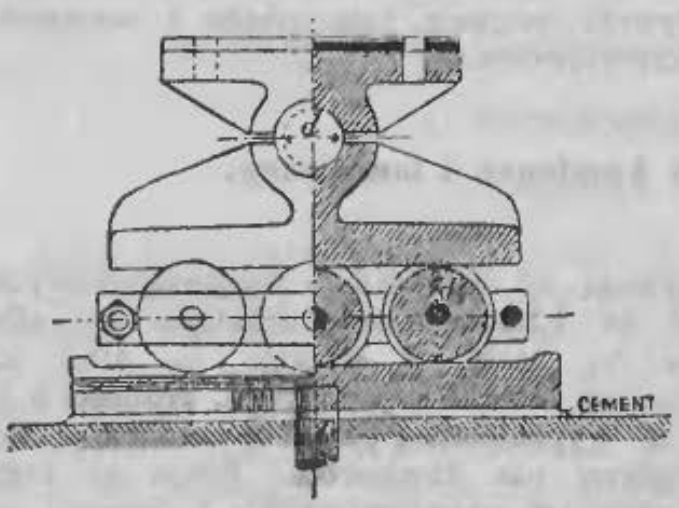
Rys. 880.



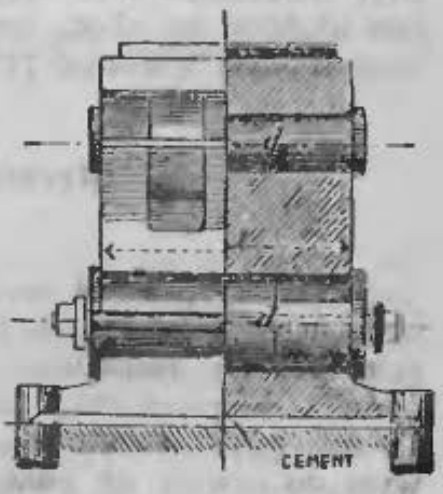

Rys. 881.



Rys. 882.




Rys. 883.




ustrój można stosować tylko przy względnie małych odporach. Należy sprawdzać stateczność ścian, na których spoczywają strzechy ciężkie lub przedstawiające znaczny opór wiatrom. Gdy ściany podłużne nie znajdują w ścianach poprzecznych wsparcia przeciw wiatrom wiejącym w kierunku poprzecznym, natenczas wypada, albo



DYREKCJA OKR. KOLEI PAŃSTW. BIBLIOTEKA OKRĘGOWA

sprowadzić końce wiązarów możliwie nizko ku posadom budowli (np. hale dworcowe) albo też wzmocnić pod wiązarami samą ścianę przez dobudowane przypory (kontrforsy). Jeżeli zaś wiązary spoczywają na oddzielnych słupach lub na ścianach w rozwory, to należy słupy obciążone wiązarami przytwierdzić silnie przyciągami do posad.

Wiatr wiejący wzdłuż strzechy wywiera parcie na samą strzechę, na szczyty, latarnie nad strzechą, zapaski i t. p., a parcia te znosić musi podłużne wiązanie wiatrowe, zapobiegające przewróceniu wiązarów i przenoszące parcie wiatru na poduszki. Jeżeli poduszki spoczywają nie na ścianach podłużnych, lecz na oddzielnych słupach, to i te słupy trzeba zabezpieczyć od wywrócenia, przytwierdzając je przyciągami do posad.

**Wiązanie wiatrowe,** a właściwie przeciwwiatrowe, polega na wykrzyżowaniu, które łączy na krzyż ze sobą punkty podparcia leżni (przedewszystkiem leżni przyokapowych i przygrzbietnych) na dwóch sąsiednich wiązarach, oraz punkty podparcia samych wiązarów, o ile one nie są w przybliżeniu już punktami podparcia leżni przyokapowych. Wykrzyżowanie to składa się z wiatrownic, t. j. ułożonych na krzyż płaskowników, które, przy większej długości, lepiej zastąpić kątownikami, albo nawet krągownikami zaopatrzonymi w wyprężaki (mutry rzymskie). Jak już wspomniano, nie potrzeba wykrzyżowaniem łączyć punktów podparcia wszystkich leżni; starczy dobrać takie odstępy między węzłami wykrzyżowania, aby swobodna długość górnego pasa wiązarowego między tymi węzłami nie przekraczała długości bezpiecznej na wyboczenie owego pasa.

Końce leżni, zwłaszcza kratownicowych lub dwuteownikowych, leżących w znaczniejszych odstępach od siebie, należy przyciągnąć (przytwierdzić przyciągami) do ścian szczytowych. Deskowanie strzechy, zwłaszcza o ile ułożone na wpust, a tembardziej jeszcze gdy jest ułożone na ukos, usztywnia znacznie całą więźbę i wzmacnia niepospolicie wiązanie przeciwwiatrowe.

## e. Strzechy kamienne i murowane.

**Strzechy płaskie** spoczywają na dźwigarach dwuteownikowych, ułożonych w odstępach 1,0 do 1,25 m, które zasklepia się albo sklepionkami łęczastemi, w $^1/_2$ cegły, o strzałce $^1/_8$, albo też takimiż sklepionkami z ubijanego betonu cementowego, grubości 6 do 12 cm, przy strzałce $^1/_{10}$, z wypełnieniem pachwin betonem żużlowym do równi, aż ponad górny pas dźwigarów. Beton na takie sklepienia miewa skład (w częściach objętościowych): 1 cementu, na 5 do 6 mieszaniny piasku i żwiru; albo: 1 cementu, 2 piasku, 4 do 6 szabru.

Sklepienia powyższe można też zastąpić innymi ustrojami, np. deskami gipsowemi; płaskimi lub sklepieniastymi stropami Monier'a lub innymi na osnowie żelaznej, ułożonymi między belkami żelaznemi;

dalej płytami z gliny palonej, 5 do 6 cm grubemi, na teownikach ułożonych w odstępach 0,5 m, a spoczywających nawzajem na belkach żelaznych; stropami Klein'a (p. str. 194); wreszcie blachą głębokofalistą, wspartą na belkach żelaznych, z wypełnieniem zagłębień fal z wierzchu zaprawą cementową lub betonem.

Każdy z tych ustrojów otrzymuje pokrycie warstwiczne (holcementowe), t j. warstwę tektury smołowcowej, 3 warstwy papieru, oddzielnie nakładane i smarowane mazią warstwiczną, na to warstwę 1,0 do 1,5 cm grubą nasianego piasku drobnoziarnistego, wreszcie 6 do 10 cm grubą warstwę żwiru, której część wierzchnią, zmieszaną z gliną lub mułkiem ze żwirówek, należy utłoczyć walcami.

Dźwigary wypada przytwierdzić przyciągami do murów, a zasłaniając je od spodu jeszcze warstwą ochronną, np. wyprawą systemu Rabitz'a (na siatce drucianej), można osięgnąć zupełną ogniotrwałość takiej strzechy.

**Strzechy strome.** Strzechy wieżyc, o planie czworo- lub wielokątnym, budują się z ciosów lub cegły (klinkieru) ze stromością 1 : 3 do 1 : 10. Spoiny warstw są albo prostopadłe do połaci, albo też poziome. Grubość spodem bywa $^1/_{10}$ do $^1/_{15}$ przekątni planu; zmniejsza się ona ku górze (w sposób podobny jak w kominach fabrycznych), do 25 cm przy materyale dziurkowatym, a do 12 cm przy materyale zbitym. Sam wierzchołek muruje się na pełno do grubości u spodu około 60 cm. Wianek lub kwiaton bywa ciosowy, albo metalowy.

## B. Pokrycia strzech. *)

**Pochyłości strzech (schyły)** wyrażamy poniżej w **stycznych (tg)** kąta pochyłości.

### a. Strzechówka (dachówka) łupek i szkło.

#### 1. Strzechówka.

##### α. Karpiówka.

Schył połaci strzech podług P. min. p. ma być nie mniejszy jak 1 : 1,25. Rozmiary niemieckiej karpiówki są: długość 36,5 cm, szerokość 15,5 cm, grubość 1,2 cm, z dozwolonem uchybieniem do 0,5 cm na długości i szerokości, a 0,3 cm na grubości. Trwałość około 25 lat.

Gąsiory (na pokrycie grzbietu, krawęży i hultajów) są 38 do 40 cm długie, o 16 do 20 cm większej i 12 do 16 cm mniejszej średnicy, a przy grubości 1,3 do 2 cm ważą po 2,3 do 2,6 kg.

Szczepki 30 cm długości, 5 cm szerokości, 0,3 cm grubości z dębiny lub sośniny.

---

*) „Handb. d. Architektur" Część III, Tom 2, zeszyt 5.

| Stosunek wysokości do całej głębokości budynku przy strzesze dwuchylnej | Na 1 m² pokrycia potrzeba | Odstępy łat (śr. od środka) cm | Łat m. b. | Łaciatów (gwoździ do łat) sztuk | Karpiówki sztuk | Zaprawy m³ | Szczepek sztuk | Waga w kg/m² połaci pochyłej łącznie z krokwiami |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1/3—1/2 | Pokrycie pojedyncze . . | 19—20 | 5,1 | 5,5 | 35 | 0,02 | 35 | 90 |
| 1/5—1/3 | Pokrycie podwójne . . | 14 | 7 | 7,5 | 50 | 0,03 | — | 120 |
| 1/5—1/3 | Pokrycie w łuskę . . . . | 25 | 3,5 | 4 | 55 | 0,03 | — | 130 |

Do każdego z trzech powyższych rodzajów pokrycia potrzeba 4 sztuki gąsiorów na 1 m. b. Przy układaniu karpiówki (po czesku) na zaprawę wapienną wychodzi na 1000 sztuk 0,72 m³ zaprawy, a na samo zasmarowanie spoin zaprawy 0,48 m³.

### β. Wpustówka (francuska).

Schył strzechy podług P. min. p. ma być przynajmniej 1 : 1,5. Waga 1 m² pokrycia (pochyłego) 110 kg. Wpustówki miewają kształt przeróżny, zwykle 38 cm długie, 23 cm szerokie, odstęp łat 30 do 31 cm. Na 1 m² wychodzi 16 sztuk łącznie z łomem, a łat 3 m. b. Jedna wpustówka waży 2,75 do 2,95 kg. Układa się ją na wapno tylko po brzegach strzechy, dalej zaś na sucho. Grzbietówki i hultajówki (żłobowe) mają kształt należycie przystosowany do kształtu samej wpustówki. Trwałość pokrycia z wpustówek 25 lat i więcej.

### γ. Esówka (holenderka).

Schył strzechy podług P. min. p. ma być przynajmniej 1 : 1,25. Waga 110 kg na 1 m² pokrycia pochyłego łącznie z krokwiami. Trwałość około 25 lat.

#### 1. W krajach nadbałtyckich.

Duża esówka ma długości 39 do 42 cm, szerokości 26 cm, a grubości 1,5 cm; mała, tam t. zw. holenderka, ma długości 34 cm, szerokości 26 cm, a grubości 2 cm.

| Na 1 m² pokrycia esówką potrzeba | Odstęp łat | Łat | Łaciaków | Esówek | Zaprawy | Szczepek lub powrząseł ze słomy |
|---|---|---|---|---|---|---|
| dużą esówką . . . . | 31,5 | 3,2 | 3·5 | 14 | 0,017 | 16 |
| małą esówką . . . . | 23,5—26 | 4 | 4 | 20 | 0,016 | 19 |

Ponadto liczy się 4 do 5% na łom i straty.

Esówki leżą na łatach, które znów spoczywają na łacicach 2,5 cm grubości i 16 cm szerokości, ułożonych w odstępach 1,25 m, na ścieli z desek na zakładkę 5-cio centymetrową. Bal nagrzbietny, 16 cm szeroki, a 5 cm gruby, na nim z każdej strony deska 16 cm szeroka, na tem wreszcie blacha cynkowa, zachodząca po 16 cm na esówkę. Deska przyokapowa bywa 3,5 cm gruba.

2. Nad Renem

używają esówki mniejszych rozmiarów i sposób krycia jest odmienny.

## 2. Pokrycie łupkowe.

1 m² strzechy pochyłej, krytej łupkiem z niemiecka, waży około 85 kg, łącznie z krokwiowaniem, przyczem deskowanie zawsze 2 cm grube.

Schył podług P. min. p. ma być dla łupku angielskiego 1 : 1,5 do 1 : 2, a dla łupku niemieckiego 1 : 1 do 1 : 1,25.

Łupek należy zawsze układać na deskowaniu z wązkich desek, na których układają jeszcze warstwę tektury smołowcowej, aby zapobiedz podwiewaniu śniegu, kurzu i sadzy. Do przytwierdzania łupkówek (t. j. płytek łupkowych) wypada używać łupczaków (gwoździ) miedzianych, a jeżeli żelaznych, to przynajmniej dobrze cynkowanych lub pomiedzionych (P. min. p.).

Dane poniższe, obliczono dla schyłu 1 : 1,5 do 1 : 2; dla strzech bardzo stromych zużycie zmniejsza się o $^1/_8$, a przy małych, okrągłych kopułkach zwiększa się o 10 do 12%. Na każde 10 m² pokrycia liczy się po 2 haki do drabin, a na każdy mb. po 6 gwoździ „brzeżaków".

α. Płyty nieforemne, łącznie z łomem przy przyciosywaniu (krzesaniu):

na 1 m² pokrycia potrzeba 55 kg łupku, 84 łupczaki, 1,75 sztuk desek 3 m długich, albo 1 sztukę 4,5 m długości, na deskowanie i 18 wzgl. 14 deszczaków (gwoździ do desek). Płytki zachodzą przytem na siebie z boku na 8 cm, górą zaś o 2,5 cm mniej niż na połowę.

β. Prostokątne łupkówki angielskie, przy podwójnem kryciu na deskowaniu lub łatach, z przygwożdżeniem, albo przyczepieniem hakami miedzianymi:

Zużycie na 1 m² pokrycia.

| Łupkówki rozmiary cm | Łupkówki sztuk | Odstęp łat przy kryciu ukośnem cm | Odstęp łat przy kryciu prostem cm | Łaty mb. | Waga 1200 sztuk łupkówek kg | Łupczaków (gwoździ) sztuk |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 61 · 36 | 10,5 | 35 | 28,5 | 2,90 — 3,70 | 3000 | 24 |
| 61 · 30 | 12,4 | | | | 2600 | 28 |
| 56 · 30 | 13,7 | 30 | 23,5 | 3,35 — 4,50 | 2450 | 31 |
| 51 · 25 | 18,3 | | | | 1675 | 40 |
| 46 · 23 | 23,0 | 28 | 21 | 3,65 — 5,00 | 1350 | 50 |
| 41 · 20 | 30,0 | 25,5 | 18 | 3,95 — 5,85 | 1050 | 64 |

Przy ukośnem kryciu łupkówki zachodzą na siebie z boku 8 cm, a górą o 2,5 cm mniej niż na połowę; przy prostem kryciu natomiast górą o 2,5 cm więcej niż na połowę, z boku zaś stykają się ze sobą.

### 3. Strzechy oszklone. *)

1 m² pokrycia szklanego, ze szkła 4 mm grubego, waży, łącznie ze szczeblinownikami, około 20 kg. (przy odstępie szczeblin 0,45 m); ze szkła 5 mm grubego: 25 kg, ze szkła 6 mm gr. 30 kg (przy odstępie szczeblin 0,55 m). O szkle p. str. 99 i nast.

Schył szyb (szklin) przynajmniej 1 : 3,5, lepiej 1 : 2 do 1 : 1. Grubość zwykłego szkła na strzechy bywa 5 do 8 mm; szyby (szkliny) są 50 do 100 cm długie, a szerokość ich stosuje się do rozstawienia szczeblin; oddzielne szkliny (szyby), układane na kit, powinny zachodzić na siebie po 6 do 7 cm. Przy dużych szklinach (szybach) jest wprawdzie mniej spoin, łatwiej jednak zbija je grad, dla tego też stosują szkliny (szyby) na osnowie (siatce) drucianej (p. str. 100).

Układa (obsadza) się szkliny (szyby) między szczebliny przytwietwierdzone na leżniach, równoległe do krokwi, w odstępach 40 do 60 cm. Szczebliny są albo ze szczeblinowników, albo też z kątowników lub mniejszych dwuteowników, albo wreszcie cynkowe. Lżejsze szczebliny zakładają z rdzeniem z płaskownika żelaznego, z obwojem z blachy cynkowej, w przekroju tak wygiętej, że obustronnie wytwarza się podłoże pod szkliny (szyby), u spodu zaś dwie rynienki do wody się zraszającej; rdzeń żelazny, np. o przekroju 45 · 4 mm, miewa do 2,5 m rozpiętości. Szczebliny nośne, a sztywne i w bok, wytwarzają się z mocniejszych płaskowników z obustronnie donitowanymi kątowniczkami o przekroju: 25 · 25 · 3 mm.

## b. Pokrycie metalowe.

Schył podług P. min. p. ma być 1 : 5 do 1 : 7,5. Należy uwzględniać rozszerzanie się z powodu ciepła, szczególniej przy ołowiu i cynku. Kształty: arkusze gładkiej blachy, blachówki, t. j. strzechówki blaszane, płytki lane i blacha falista. Szczegóły o blasze p. str. 40 i nast.

### 1. Pokrycie ołowiane.

Ołów utlenia się powoli pomimo malowania olejnego, a nadto z powodu łatwej topliwości przedstawia pewne niebezpieczeństwo na wypadek pożaru. Strzechy kryją się ołowiem na deskowaniu. Schył $\geqq 1 : 3{,}5$.

Długość arkuszy (zwojów) do 15 m; szerokość 80 i 100 cm; grubość najwłaściwszá 1,5 do 2,5 mm.

Zużywa się na 1 m² pokrycia strzechy:

| z blachy grubości 1,5 mm: | | z blachy grubości 2.5 mm: | |
|---|---|---|---|
| ołowiu | gwoździ cynowanych | ołowiu | gwoździ cynowanych |
| 21,6 kg | 6 sztuk | 37 kg | 6 sztuk. |

*) Th. Landsberg, Glas- und Wellblechdeckung, Darmstadt 1887.

Strome strzechy kryją się zazwyczaj na zagiętkę, płaskie natomiast na spoiny lutowane, których jednakże wypadałoby naogół unikać wedle możności.

## 2. Pokrycie miedziane.

Najtrwalsze, aczkolwiek drogie, pokrycie metalowe, niewiele jednak droższe od ołowiu. Kryje się na poddeskowaniu, na zagiętkę stojącą, albo leżącą. Schył na zymsach, tarasach i t. p. do 4 cm na 1 mb. Arkusze od 0,8 do 2,0 m², największej szerokości 1 m, przy grubości 0,5 do 1 mm. Uczepki 7 do 9 cm długie, a 2,5 do 5 cm szerokie, w odstępach 0,6 do 0,9 m, na końcach każdego arkusza. Na zagiętki stojące ubywa z każdego arkusza z szerokości 9 cm, na leżące zaś tylko 4 cm.

Zużycie na 1 m² pokrycia miedzią.

| Nr. niemieckiej skali na blachy cienkie | Ilość | | Arkusze | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | blachy miedzianej kg | uczepek i gwoździ kg | długości m | szerokości m | wagi kg/m² | 1 arkusz pokrywa m² |
| 24 | 5,5 | 0,35 | 0,94 | 0,94 | 4,45 | 0,72 |
| 22 | 6,6 | 0,39 | najwyżej 1,9 | 0,94 | 5,56 | 1,51 |
| 21 | 7,9 | 0,39 | | 0,94 | 6,68 | |
| 19 | 10,4 | 0,32 | 2,5 — 3,3 | 0,94 | 8,90 | 2,04 — 2,74 |
| 17 | 13,0 | 0.28 | | 0,94 | 11,13 | |

## 3. Pokrycia z blachy żelaznej.

*α.* **Pokrycie blachą gładką.** Blacha czarna i biała prawie że wychodzi z użycia na pokrycia strzech *). Przeważnie stosują żelazną blachę cynkowaną (także i ołowioną) w arkuszach: 1,6 m dług., 0,8 — 1,0 m szer. i 0,5 — 0,7 mm grub. Kryją podobnie jak blachą cynkową, t. j. na łatach lub deskowaniu, na zagiętkę stojącą lub leżącą z uczepkami (16 cm dług., 40 cm szer. i 1 mm grub., w odstępach 50 cm).

Strzecha taka jest tańsza i bardziej nośna, lecz mniej trwała niż pod pokryciem cynkowem. Nieznaczna rozszerzalność cieplikowa: $\pm 0{,}5$ mm na 1 mb., przy wahaniach o $\pm 40^0$ od średniej temparatury $+10^0$. Trwałość ocynkowania 10 do 15 lat (malowania zaledwie 3 lata). Waga z deskowaniem i krokwiami 40 kg na 1 m² pokrycia. Sztywność blachy utrudnia wykonanie zagiętek. Są w użyciu i blachówki cynkowane, kształtem podobne do wpustówek wypalanych z gliny, a układają je na łaceniu.

*β.* **Pokrycie blachą falistą.** Zalety: mała waga własna, niezapalność, dobry ściek wody, wielkie odstępy leżni, mało spoin przy

*) Dotyczy to stosunków niemieckich; u nas, a więcej jeszcze w Cesarstwie, blacha czarna znajduje obszerne zastosowanie do krycia strzech.

dużych płytach, a deskowanie lub łacenie jest zbyteczne. Wady: znaczne przewodnictwo ciepła, a więc zimno zimą, latem zaś gorąco. roszenie się, hałas w czasie deszczu. Żelazna blacha falista, cynkowana, z pomalowaniem olejnem, czy też bez niego, niszczeje w przeciągu zaledwie lat kilku pod wpływem gazów spalenia z lokomotyw opalanych koksem; przykład: strzechy dworców kolei miejskiej w Berlinie *).

**Strzechy leżniowe.** Używa się przeważnie cynkowanej blachy płytkofalistej, albo głębokofalistej (dźwigarowej), p. str. 43 i nast. Leżnie żelazne z kształtowników L, T, I, Z lub C w odstępach 1,75 do 2,25 m; dla zwykłej blachy falistej nie można zalecać odstępów między leżniami ponad 2,5 m, natomiast sklepieniasto wygiętą blachę głębokofalistą można układać bezpiecznie na rozpiętość 3,5 m. Gięcie bezpieczne dla blachy falistej bywa $k_b = 500$ do 600 kg/cm². Waga łącznie z leżniami 20 do 25 kg na 1 m² pokrycia. Grubość blachy (niecynkowanej) $\geq 1$ mm. Najwięcej używane są profile o szerokości fali 100 do 120 mm przy wysokości 50 do 70 mm. Wartości $J$ i $W$ dla blachy falistej p. str. 44, 45 i 46.

Schył nie mniejszy niż 1 : 4. Nity cynkowane, a przy lepszem wykonaniu miedziane, średnicy 5 do 6 mm; między blachę, a każdy łeb nita lub śruby podkłada się podkładka ołowiana. Śruby 7 do 8 mm średnicy. Spoiny schylne, t. j. prostopadłe do grzbietu strzechy, nie mijają się, lecz przechodzą od grzbietu do okapu po jednej linii, zawsze po grzbiecie fali, i nitują się na zakładkę 5 do 7 cm. Podziałka nicenia 25 do 30 cm, przy końcach arkuszy zaś 15 do 20 cm. Spoiny poziome ponad leżniami, z zakładką 8 do 18 cm, w miarę pochyłości strzechy od 1 : 1,5 do 1 : 4.

Przy możliwości podwiewu nituje się górne brzegi arkuszy do leżni, bijąc po jednym nicie co czwartą lub co piątą falę. Dolny brzeg przyczepia się uczepkami, t. j. wygiętemi strzemionami z żelaznej blachy cynkowanej, 3 do 5 mm grubej, 3 do 5 cm szerokiej, o długości zastosowanej do profilu (obrysu) leżni i blachy; uczepka podchwytuje luźno na 3 cm górny pas leżni, który dogodnie układać równolegle do pokrycia strzechy. Uczepki, w odstępach co 2 lub 3 fale, łączą się na 2 lub 3 nity z grzbietem fali.

Gdy niema obawy podwiewu pod strzechę, niepotrzeba nitować górnego brzegu arkusza do leżni, natenczas starczy bowiem przytrzymywanie przez nakrywający brzeg sąsiedniego arkusza wyższego.

Przy dwóch leżniach przygrzbietnych pokrywa nagrzbietna bywa bądźto z blachy falistej, bądź też wyzębiona z blachy gładkiej; natomiast przy jednej leżni nagrzbietnej, zamiast oddzielnej pokrywy, lepiej nałożyć wygięty arkusz blachy falistej, znitować go z obustronnymi arkuszami przygrzbietnymi i przyśrubować do leżni nagrzbietnej, na co, przy zwykłej szerokości arkuszy, starczą 4 śruby. Krawęże, hultaje, okapy, oraz złącza z murami należy starannie zabezpieczyć od zaciekania i od zawiewu śniegiem. Roszeniu zapo-

*) Berlin und seine Bauten, 1896, Tom I, str. 234; oraz Centralbl. d. Bauverw 1897, str. 200.

biega wewnętrzne podbicie ze złych przewodników ciepła (korkowiec, deskowanie, wyprawa Rabitz'a i t. p.), przytwierdzane do spodnich pasów leżni.

**Strzechy sklepieniaste,***) z wygiętej blachy głębokofalistej (dźwigarowej). Spoiny schylne jak przy strzechach leżniowych, spoiny poziome natomiast łączą się na 2, lepiej na 3 szeregi nitów 6 mm średnicy. By znieść parcie tego sklepienia blaszanego, zakładają (co 3 do 4 m) ściągi, podwieszone u strzechy. Strzecha ta obywa się bez stolca i leżni, a wezgłowiem sklepienia bywa ceownik przechodzący bez przerwy, a wsparty w odstępach 3 do 4 m słupami lub filarami. Strzechy sklepieniaste z blachy falistej wykonywano do 30 m rozpiętości, lecz tylko do 20 m rozpiętości bywają one tańsze od strzech wiązarowych.

## 4. Pokrycie cynkiem.

Waga 40 kg/m² pokrycia (pochyłego) z deskowaniem i krokwiami. Schył właściwie stosowny powinienby być nie mniejszy niż 1 : 3, w każdym razie nie miejszy niż 1 : 6. Arkusze w handlu do 1 · 2 m. Blacha Nr. 12 i 13 stosowna na pokrycia budowli prywatnych, dla monumentalnych zaś przynajmniej Nr. 14. Na strzechach więcej stromych wykonują szwy poziome na zwykłą zagiętkę, przy pochyłości zaś niżej 18° lutują je dodatkowo, chociaż lutowanie lepiej zastąpić szerszą zakładką w zagiętce. By zapobiedz zaciekaniu przez podwianie wody w czasie burzy, robią zagiętkę w górnym brzegu arkusza 32 mm szeroką, a w dolnym brzegu następnego, wyżej leżącego arkusza o 5 mm węższą, t. j. 28 mm szeroką. Blachę przytwierdzają do deskowania uczepkami z grubej blachy cynkowej, przygwożdżanie samego pokrycia okazało się bowiem szkodliwem. O blasze cynkowej p. str. 70 i nast.

Pokrycie cynkowe zaleca się bardzo, jako lekkie, względnie nie drogie, a trwałe, o ile użyty materyał będzie w dobrym gatunku, a ułożenie staranne i uwzględniające rozszerzalność przy zmianach temperatury. W miejscowościach fabrycznych natomiast pokrycia cynkowego zalecać nie można, gdyż sadza i gazy kominowe niszczą je szybko, podobnie też działa świeża zaprawa wapienna i cementowa i dlatego przedzielają od niej cynk zazwyczaj tekturą smołowcową. Uwzględniać też zawsze trzeba rozszerzalność cynku, wynoszącą około ∓ 1,2 mm/mb, przy wahaniu cieploty o ∓ 40°, licząc od + 10°.

1. **Rodzaje krycia na zagiętkę.** Na 10 m² pokrycia liczyć można około 11 m² blachy.

α) Zagiętka pojedyncza na wszystkich 4-ch bokach arkusza: na dwóch przylegających do siebie bokach w górę, na dwóch pozostałych w dół. Do pokrycia strzech stosuje się już rzadko, częściej natomiast do pokrycia ścian.

---

*) A. Böllinger, Zeitschr. d. V. d. Ing. 1890, Nr. 46 i 47; 1891, Nr. 10.

β. Podwójna zagiętka stojąca po schyle strzechy, a na szwach poziomych pojedyncza, albo spoina lutowana.

2. **Rodzaje krycia na listwy.** Zapewniają one swobodniejszy ruch pokrycia, a liczy się przy nich na 10 m² pokrycia: 10,5 m² blachy, 1,1 m² nasówek zakrywających, oraz 10 mb. listwy drewnianej.

α) System berliński. Arkusze przy listwach podgięte, a górą od listwy odgięte i zagięte; w te zagięcia wsuwa się nasówkę, t. j. pas pokrywający listwę, a zagięty po obu brzegach na wewnątrz.

β) System angielski. Arkusze półwalcowatemi zawitkami u dłuższych boków przykrywają się wzajemnie, na podłożonej, półokrągłej listwie.

γ) System belgijski. Pod listwy, u wierzchu szersze niż spodem, podkłada się uczepki, które zagiętkami swemi przytrzymują arkusze o prostopadle podgiętych brzegach. Nasówka zakrywająca szew podchwytuje swą zagiętką pod uczepkę.

δ) System francuski. Listwy u wierzchu węższe niż spodem, do ich boków przylegają podwinięte brzegi arkuszy, a nasówka lekko zagięta pokrywa szew, nie zachwytując w podwinięte krawędzie arkuszy.

ε) System Frika. Listwy u wierzchu obustronnie ścięte, podobnie i nasówka pokrywająca, która zawitkami zachwytuje w podwinięte brzegi arkuszy. Uczepka, przytwierdzona do listwy bezpośrednio pod nasówką, przytrzymuje podwinięcia arkuszy, a tem samem i samą nasówkę. Sposób ten nadaje się li tylko do stromych strzech i grubszej blachy.

3. **Ukośne pokrycie blachówkami.** Płyty kwadratowe lub ukośnikowe, o brzegach wałkowato zawiniętych, leżą przekątniami swemi w kierunku schyłu.

α) Blachówki kwadratowe. Na 10 m² pokrycia potrzeba 13,3 m² blachy Nr. 13 (na blachówki mające po 0,6 m² powierzchni), 0,2 m² blachy na uczepki dolutowane do narożnika i 0,8 m² blachy na luźne uczepki w zawitkach bocznych.

β) Blachówki uprzywilejowane. Na 10 m² liczy się 31 płyt po 0,6 m² powierzchni.

γ) Blachówki ukośnikowe przybijają się każda dwoma gwoździami (bez uczepek), a na 10 m² pokrycia potrzeba 135 ukośników 58 cm długich, a 29 cm szerokich (w przekątniach). Pokrycie takie, z blachy Nr. 12, waży 8,2 kg/m².

4. **System rynienkowy:**

α) z zamknięciem szczeliny: Rynienki korytowe, w odstępach co 1,93 m, z brzegami do wewnątrz zagiętymi, układają się w kierunku schyłu strzechy. Na te zagięcia nasuwa się arkusze z półwałkowato zawiniętymi brzegami, pozostającą zaś między nimi szczelinę zamyka się specyalną wsówką, wygiętą z paska blachy podług profili (obrysów) obrzeżnych zawitek arkuszy.

β) bez zamknięcia szczeliny: Arkusze zagina się obustronnie pod kątem ostrym w dół, poczem nasuwa się je na rynienki tak, aby zagiętki arkuszy zachwytywały za zagiętki rynienek, przyczem załamane krawędzie zagiętek arkuszowych stykają się ze sobą.

5. **Krycie w łuskę.** Używa się blachówki wytłaczanej w łuskę, i przytwierdza się ją jak blachówkę powyżej pod 3. opisaną, albo też zakłada się jedną na drugą i lutuje ze sobą. Kryją nią przeważnie strzechy mansardowe, kopuły i t. p.

6. **Krycie blachą falistą.** (Szczegóły o cynkowej blasze falistej p. str. 71). Odstępy leżni 0,65 do 1,10 m zależnie od profilu blachy Nr. 15. *A* do *D* (p. str. 71). Cieńszych numerów blachy (Nr. 12 do 14) na pokrycia zalecać nie można. 1 m² pokrycia (pochyłego) łącznie z leżniami waży 25 do 30 kg. Szwy pozostają bez dalszego połączenia, przyczem szwy schylne zawsze na grzbiecie fali z zakładką 5 do 7 cm szeroką. Szwy poziome nad leżniami, na zakładkę 8 do 18 cm, przy schyle strzechy 1 : 1,5 do 1 : 3. Arkusze przytwierdzają się do żelaznych leżni uczepkami z blachy cynkowej Nr. 16 do 18, przylutowanemi u spodu dolnej części arkuszy, a zachwytującemi swem zagięciem conajmniej 35 mm za górny pas leżni, przyczem arkusz ten przytrzymuje zarazem wierzchni brzeg sąsiedniego arkusza niższego. Do leżni drewnianych stosują haczykowate uczepki kątowe, wbijane w leżnię, a chwytające blachę za ucha przylutowane do niej co drugą, albo co trzecią falę.

Jeżeli fale blachy profilu *E*, ułożonej na deskowaniu lub łaceniu, leżą w kierunku szerokości arkusza, to lutują się szwy tak poziome, jako też schylne; gdy jednak fale leżą w kierunku długości arkusza, to na stromych strzechach lutują tylko szwy poziome, zostawiając szwy schylne bez wylutowania.

## c. Pokrycie z materyałów smolistych.

### 1. Pokrycia asfaltowe.

Stosują się jedynie na balkony, tarasy i t. p. przy małym schyle. Układają dwie warstwy asfaltu, po 1 cm grubości, najlepiej na podkładzie betonowym, 13 do 15 cm grubym, lub bezpośrednio na sklepieniu. Spodnia warstwa pozostaje szorstką, górną wygładza się. Przy ścianach (przeciw zaciekaniu) podciąga się asfalt na 1 do 1,5 cm wysokości ponad powierzchnię pokrycia.

### 2. Pokrycia tekturą smołowcową.

Waga około 35 kg/m² pokrycia (pochyłego) łącznie z krokwiami. Schył zazwyczaj stosowany od 1 : 5 do 1 : 7,5. Deskowanie 2,5 cm grube, przyczem łączenie desek na wpust pożądane, aczkolwiek nie konieczne. Deski do 20 cm szerokości przybijają się o mijających się zetkniach. Przy mniejszych odstępach między krokwiami (0,9 do 1,0 m) starczą deski 2 cm grube, bez wpustu.

**Krycie na listwy trójkątne,** o podstawie 6,5 cm, a wysokości 3,3 cm, przybijane na deskowanie druciakami (Nr. 19/36) co 0,75 m. Listwy same leżą w odstępach 0,98 m, a należy przybijać je dokładnie w liniach prostych; na pole między listwy rozwija się zwój tektury smołowcowej, 1 m szeroki tak, aby cały pas się ułożył gładko, bez fałd i aby brzegi jego się nakładały na boki listew, do których

się tekturę przybija. Na listwę i szew nakłada się pokrywy z pasków tekturowych, 10 cm szerokich, które co 5 do 6 cm przybija się druciakami Nr. 16/12 do $16^1/_2/12$.

Na grzbiecie strzechy tak obustronne pasy tektury, jako też i paski pokrywające, zachodzą na siebie po 10 cm, w szwach zaś poziomych, niezbędnych na tej samej połaci dachu, zakładka bywa tylko 8 cm.

Paski pokrywające i wszelkie szwy, oraz okapy powlekają się mieszaniną mazi pogazowej i asfaltu do strzech, która po skrzepnięciu ma ciągliwość miękkiej smoły. Następnie powleka się całe pokrycie wrzącą mazią pogazową, z małym dodatkiem asfaltu i nasiewa suchy ostroziarnisty piasek. Potrzeba ponowienia powłoki objawia się zanikiem pierwszej powłoki i przezieraniem tektury.

**Krycie bez listew** nadaje się tylko do celów czasowych lub na podrzędne budynki. Tekturę ze zwojów układa się pasami poziomymi, począwszy od okapu, z zakładką 4-o centymetrową każdego następnego pasa na górny brzeg poprzedniego. Gwoździe co 5 cm, w odstępie 2 cm od krawędzi. Szwy i okapy smaruje się mazią (lakiem) asfaltową (jak przy kryciu na listwy), następnie smaruje się całą powierzchnię dachową i posiewa piaskiem.

Na 1 m² pokrycia z wyborowej tektury smołowcowej, na listwy trójkątne, potrzeba:

| Tektury | Listew | Gwoździ 19/36 | Gwoździ $16^1/_2/12$ | Asfaltu | Mazi pogazowej |
|---|---|---|---|---|---|
| | m. bież. | sztuk | sztuk | kg | kg |
| 1,05 m² wagi około 3,0 kg | 1,05 | 3 | 60 | 0,3 | 0,7 |

Na 1 m² pokrycia z tektury pośledniejszego gatunku, bez listew potrzeba:

| Tektury | Gwoździ 16/12 | Asfaltu | Mazi pogazowej |
|---|---|---|---|
| | sztuk | kg | kg |
| 1,05 m² wagi około 2,5 kg | 50 | 0,2 | 0,7 |

Na lepsze budynki używają też podwójnej warstwy tektury smołowcowej. Dolna warstwa w pasach równoległych do okapu, na zakładki 6 do 8 cm, gwoździe co 8 do 10 cm u górnego brzegu; na nią układają druty zabezpieczające, przeciągnięte od okapu do grzbietu strzechy w odstępach 1 m, a co 92 do 94 cm przybijane, poczem pierwszą tę warstwę smaruje się grubo lakiem asfaltowym i nalepia na nią drugą warstwę tak samo pasami równoległymi do okapu, zaczynając jednak u okapu pasem o połowie szerokości. Przybija się tę warstwę w sposób podobny jak spodnią, wreszcie smaruje się całą powierzchnię jak przy kryciu na listwy.

### 3. Strzechy warstwiczne (holcementowe).

Waga 1 m² łącznie z krokwiami i deskowaniem 180 kg. Zwykły schył 1 : 18 do 1 : 20 (podług P. min. p.).

Rozstawienie krokwi 0,7 do 0,8 m, przy przekroju 12 · 15 do 13 · 18 cm. Deskowanie 2,5 do 3,5 cm grube, na wpust. Na deskowanie nasiewa się przedewszystkiem warstwa suchego drobnego piasku lub popiołu, grubości 2 do 3 mm, na niej układa się albo 4 warstwy papieru, albo jedną warstwę tektury i 3 warstwy papieru, stąd i nazwa „warstwiec“. Zwoje papieru bywają 1 do 1,05 m szerokie, a pasy jego układają się ze szwami mijającymi się i na zakładkę 15 cm. Każdą warstwę smaruje się mazią warstwiczną, (dawniej z niemiecka cementem drzewnym lub holcementem zwaną, chociaż w niej niema ani cementu, ani drzewa, ani też przeznaczeniem jej nie jest zlepienie drzewa, lecz warstw papieru, a jest ona tylko swoisto przysposobioną mazią pogazową), poczem nalepia się warstwa następna.

Czwartą warstwę smaruje się trochę grubiej mazią warstwiczną i posiewa drobnym piaskiem na 1 do 1,5 cm grubości, na który nasypuje się warstwę grubego żwiru, 6 do 10 cm wysoką, której warstewkę wierzchnią należy zmieszać z gliną lub mułkiem ze żwirówek, w celu ochrony od wypłukiwania.

Cynkową blachę okapową wkleja się między warstwy papieru i przybija do deskowania. Warstwę żwiru odgradza od rynny t. zw. odżwirka, t. j. mocna listwa dziurkowana, wsparta dolutowanemi podpórkami trójkątnemi, z blachy Nr. 14 lub 15, a służąca jednocześnie za odsięk (filtr) dla wody zbierającej się w żwirze. Należy zapewnić prawidłowe przewietrzanie pod deskowaniem.

### d. Rynny i deszczówki.

**Rynny.** Pochyłość około 1 : 120. Dla mniejszych budynków szerokość 15 do 20 cm, a głębokość przynajmniej 7 cm; dla większych zaś szerokość 20 do 25 cm, a głębokość przynajmniej 10 cm. Na 1 m² strzechy w planie liczą średnio przekroju rynny 0,8 do 1 cm². Rynny przytwierdzają się hakami co 0,8 do 1,25 m. Przednia krawędź rynny powinna leżeć niżej od tylnej, aby, na wypadek zapchania lub w czasie ulewy, woda przelewała się zawsze na zewnątrz, a nie w stronę strzechy. Pożądane bywają niekiedy t. zw. odśnieżki, chroniące od spadania śniegu i lodu. I rynny trzeba od czasu do czasu doglądać, by zaradzać zawczasu złemu, jakieby się pojawić mogło.

**Deszczówki** (rury spustowe) urządza się co 15 do 25 m rynny. Średnica ich prześwitu zazwyczaj 13 do 15 cm; przekroju zaś liczą 1,0 do 1,2 cm² na 1 m² strzechy w planie. Deszczówki przytwierdza się do ścian okleszczkami w odstępach 1,5 do 3,0 m.

### e. Ochrona budowli od wyładowań elektryczności atmosferycznej.

Patrz Dział XVI. Elektrotechnika.

---

## IV. WYKOŃCZENIE WEWNĘTRZNE.*)

### a. Schody.**)

Wygodną stromość schodów otrzymamy, zakładając:

2 razy szerokość stopnia + wysokość stopnia = 62 do 64 cm; lepiej zaś: $^4/_3$ szerokości stopnia + wysokość stopnia = 52 cm.

**Schody główne:** w domach mieszkalnych szerokość schodów 1,3 do 2 m, w budynkach publicznych do 3 m, przyczem stopnie 16 do 17 cm wysokie, a 31 do 29 szerokie. Schody ponad 3 m szerokie miewają stopnie 15 cm wysokości, przy 32 cm szerokości; zwykłe schody 18 na 28 cm (w Berlinie liczą 6 stopni na 1 m wysokości); **schody podrzędne** 20 na 25,5 cm (podł. P. min. p. 19 na 25 cm), przy szerokości schodów 1 do 1,2 m.

Stopnie nie ponad 24 cm wysokości i nie mniej niż 22 cm szerokości; najwygodniejsze 16,5 cm na 30 cm. Stosunek stromości raz obrany należy na tych samych schodach, przeprowadzić przez wszystkie piętra. Wysokość w prześwicie między dwoma, ponad sobą leżącymi ramionami schodów ma być nie mniejsza niż 2,2 m. Jedno ramię powinno w sobie zawierać nie więcej niż 18, a nie mniej niż 3 stopnie; ponajczęściej bywa 12 do 15. Zawraty (podesty) i dojścia z dworu nie węższe niż same ramiona schodów. Dostatnie oświetlenie jest niezbędne, a każde ramię schodów należy zaopatrzyć we wspory z poręczami.

W schodach kręconych szerokość stopni mierzy się w środku ich długości. W schodach rozszczepiających się suma szerokości obu ramion bocznych niema przekraczać półtorakrotnej szerokości ramienia środkowego.

Z każdego punktu budynku oddalenie do najbliższej schodni (klatki schodowej) niema przekraczać 25 m.

Schody drewniane należy od spodu podtrzcinować i wyprawić, albo też zasłonić w inny, ale nie mniej ogniotrwały sposób. Za schody ogniotrwałe należy uważać tylko takie, których części dźwigające (schodnice i t. p.), podstopia i przedstopki są murowane, kamienne lub żelazne; wyłożenie stopni takich (żelaznych o ile nie są dziurkowane) drzewem nie uwłacza pojęciu ogniotrwałości.***)

### b. Stropy.

Obciążenia podano w dziale XV, rozdz. I. Wypełnianie stropów gruzem budowlanym jakiegobądź rodzaju, jest niewłaściwe.

*) Wanderley. Bankonstruktion; Baukunde des Architekten; Gottgetreu, Hochbau-Konstruktionen, Tom I i II, Berlin, Wilh. Ernst & Sohn.

**) Obliczenie samonośnych schodów kamiennych, Centralbl. d. Bauverw. 1891, str. 288 i 380.

***) Ściśle biorąc schody żelazne można uważać tylko za niezapalne, bo ogniotrwałemi one bynajmniej nie są.

## 1. Stropy drewniane.

### a. Stropy belkowane.

W domach mieszkalnych liczy się 1,6 do 0,8 mb. belki na $m^2$ stropu.

**Odstępy środków belek** warunkują się nośnością belek i podłogi, oraz ich obciążeniem: w składach przedmiotów ciężkich co najwyżej 0,8 m, w mieszkaniach 0,8 do 1,05 m, ponajczęściej 0,95 m. Zakładając wagę własną i obciążenie stropu 500 kg/$m^2$, a naprężenie bezpieczne drzewa $k_b = 80$ kg/$cm^2$, otrzymamy poniższe:

**Przekroje belek.**

| Rozpiętość | Odstępy między środkami | | Rozpiętość | Odstępy między środkami | |
|---|---|---|---|---|---|
| m | 0,9 m | 1,0 m | m | 0,9 m | 1,0 m |
| 2,5 | 12 · 15 cm | 12 · 16 cm | 4,5 | 17 · 22 cm | 18 · 23 cm |
| 3,0 | 13 · 17 „ | 13 · 18 „ | 5,0 | 18 · 24 „ | 19 · 25 „ |
| 3,5 | 14 · 19 „ | 14 · 20 „ | 5,5 | 19 · 26 „ | 20 · 27 „ |
| 4,0 | 15 · 21 „ | 16 · 22 „ | 6,0 | 21 · 27 „ | 21 · 28 „ |

Zwykle belki układają się przy rozpiętościach do 6 m, podług P. min. p. nawet tylko do 5,6 m. Przy rozpiętościach przekraczających 6 m, berlińska policya budowlana wymaga już przedstawienia obliczeń nośności.

**Belki zzębione.** Wysokość $^1/_{15}$ do $^1/_{12}$ rozpiętości, strzałka podgięcia $^1/_{60}$ długości. Zęby conajwyżej 1 m długie, przy wysokości równającej się $^1/_{10}$ do $^1/_8$ wysokości całej belki. Między zęby wkładają wkładki z blachy żelaznej.

**Belki sklinione.** Kliny lub wsadki z drzewa twardego, obustronnie wyłożone blachą, w odstępach $h$ do $2h$; szerokość ich $0{,}5h$, wysokość $0{,}1h$, jeżeli przez $h$ oznaczymy wysokość całej belki złożonej. Nad podporami wypada ześrubować je kilkakrotnie, zwiększając ku środkowi belki odstępy między śrubami.*)

### β. Usztywnienie i podparcie stropów drewnianych.

**Wykrzyżniaki,** są to kawałki łat, w przekroju 4 cm wysokie, 2,5 cm szerokie, wpuszczone końcami w belki sąsiednie, a parami na krzyż w pionowej płaszczyźnie ułożone i między belki tak silnie wbite, aby je rozpierały. Wykrzyżowania te zakładają się w polu międzybelkowem w odstępach 2 do 2,3 m, a wpoprzek belek w jednej linii, w której też układa się ściąg przeciwdziałający rozporowi wykrzyżniaków.

**Rozprze** są to bale 5 cm grube, na wysokość belki szerokie, w końcach ukośnie przycięte i wbite jak kliny z góry między belki sąsiednie; rozpierając silnie belki, wymagają i one ściągów, tak samo jak wykrzyżniaki.

---

*) Obliczenia belek zzębionych i sklinionych, Ph. Forchheimer, Zeitschr. d. V. d Ing. 1892 str. 100. oraz: Wochenschr. d. oesterr. Arch. u. Ing. V. 1891.

**Siestrzan** (podciąg), wspierając belki w pośrodku, dozwala zwiększyć rozpiętość stropu do 9,5 m, przy zastosowaniu zwykłych przekrojów belek.

**Siestrzańce** są to słupy pod siestrzanami, w odstępach 3 do 4 m stawiane. Dodając jeszcze do nich ramiona pod 45° pochylone, oraz siodła nad niemi, można podeprzeć siestrzan jeszcze w oddaleniu 2 m od siestrzańca, czyli ogółem dosięgnąć rozpiętości siestrzana do 8 m między siestrzańcami.

**Grubość** drewnianych słupów kwadratowych (o wysokości $h$ w m) bywa $(16 + h)$ cm do $(16 + 1{,}3\,h)$ cm; bezpieczniej jednak będzie, obliczyć je na ciśnienie i wyboczenie, p. Tom I, str. 342, oraz 345 i nast.

### γ. Stropy drewniane, o znacznej rozpiętości.

1. **Rozpornie.** Rozpornia zwykła, t. j. pojedyńczy kozioł rozporniany, z dwóch zastrzałów wciętych w belkę główną, która podpiera albo bezpośrednio belkowanie, albo też siestrzany w odstępach 3 do 4 m; rozpiętość 7,5 do 9 m. Rozpornia z rozporą: łby zastrzałów łączą się z rozporą środkową, albo bezpośrednio na zetknię ukośną (przyczem zaleca się nadzianie żeliwnego czepca na takie złącze), a siestrzany spoczywają natenczas na rozporze, albo też każdy z dwóch siestrzanów leży między łbem zastrzała a końcem rozpory; rozpiętość do 12 m.

Rozpornica zwykła: belka wsparta bezpośrednio kozłem z pary zastrzałów, wciętych w spód belki w środku jej rozpiętości; rozpornica trzyprzęsłowa może być bez rozpory, a natenczas zastrzały wcinają się w spód belki w punktach, dzielących rozpiętość w przybliżeniu na 3 równe części, albo też z rozporą, a natenczas pod belką mamy niejako rozpornię z rozporą. Dla jeszcze większych rozpiętości można zdwoić zastrzały, otrzymując rozpornicę o zastrzałach zdwojonych cztero-, albo pięcioprzęsłową (z rozporami lub bez nich). Stopy zastrzałów opierają się zawsze na podporze, a więc na murze, na zamurowanej poduszce z ciosu i t. p.

2. **Wieszary.** Wieszary jednostorczykowe na 7,5 do 10 m rozpiętości, dwustorczykowe do 15 m, trzystorczykowe (zdwojone) do 20 m rozpiętości. Belka główna, ściągnicą zwana, podwiesza się u storczyków (słupów wieszarowych) w lżejszych ustrojach co 5 do 6 m, w bardziej obciążonych co 4 do 5 m. Storczyk można zastąpić lisicą, t. j. parą pionowych bali, obejmujących obustronnie ściągnicę i węzeł górny (t. j. złącze zastrzałów lub złącze zastrzału z rozporą) i biorących je jakoby w dyby. W nowszych ustrojach zastępują go ściągiem żelaznym, nadziewając nadto żeliwne czepce na górne węzły.

W wieszarach jednostorczykowych łby zastrzałów łączą się na zacięcie z górnym końcem storczyka, albo też, przy zastosowaniu lisicy lub ściąga, łączą się bezpośrednio ze sobą w czepcu żeliwnym, na zetnię ukośną, albo wreszcie wywierają swe parcie na przegrodę odlaną we wnętrzu czepca. W dwustorczykowych łeb zastrzału łączy się w sposób podobny z końcem rozpory. Wieszar

trzystorczykowy jest niejako połączeniem wieszara jedno i dwustorczykowego. Storczyki i zastępujące je ustroje, jako lisice i ściągi, należy zaopatrzyć w przyrządy do wyprężania.

Stopy zastrzałów łączą się ze ściągnicą na zacięcie, zazwyczaj z dodaniem śruby ściągającej to złącze.

Pochyłość zastrzałów względem poziomu, tak w rozporniach i rozpornicach, jako też w wieszarach, bywa od 25° do 60°, jednakże zalecałoby się raczej nie przekraczanie granic ciaśniejszych, a mianowicie od 30° do 45°.

Obliczenie rozporni i wieszarów p. Dział XV.

### δ. Podpory belek.

Dostateczną jest długość oparcia belki na podporze, równająca się wysokości belki; lepiej jednak dawać przynajmniej 25 do 30 cm. Końce belek nie powinny stykać się bezpośrednio z murem: potrzebną jest swobodna przestrzeń 2,5 do 4 cm wokoło, zwłaszcza zaś od storcowej strony belki, a przestrzeń tę (dla jej przewietrzania) należy połączyć z wewnętrzną przestrzenią budynku. Nadto ochraniają końce belek, owijając je tekturą smołowcową, wojłokiem, albo smarując olejem, mazią drzewną i t. p., rozumie się, w założeniu, że drzewo było wyschnięte.

Podbelcza (murłaty) 10·13 do 13·13 cm przekroju, należałoby układać jedynie na odsadzkach ścian, a drzewo na nie powinno być rdzenne i wyrośnięte (p. str. 109). Układa się je licująco z wewnętrzną krawędzią odsadzki, a stosuje przeważnie tylko pod belkowanie strzechy.

W celu wzajemnego związania ze sobą ścian frontowych przekłada się przynajmniej niektóre belki przez całą głębokość budynku; do skotwienia ze sobą ścian używa się jednakże tylko belek leżących ponad filarami. Kotwy (ankry) żelazne, przyczepiane do końców takich belek, składają się przedewszystkiem z pręta żelaznego, zwykle płaskownika, długości 1 do 1,25 m, o przekroju 1 na 4 do 5 cm. Pręt ten przytwierdza się do belki gwoździmi, oraz szponą (klamrą), wbitą tuż przed zaczepem, t. j. przed zgrubieniem wewnętrznego końca pręta. W drugim, na zewnątrz skierowanym końcu wyrobione jest w pręcie oko, w którem tkwi przetyk długości 1 m, a przekroju 1,5·4 cm. Waga całej, takiej kotwy bywa 5 do 10 kg. **Ściany szczytowe** przykotwiają się do belek podobnemi, lecz dłuższemi kotwami, sięgającemi poprzez 3 lub 4 belki, a układanemi w odstępach wzajemnych 3 do 4 m. Taka kotwa waży 10 do 15 kg.

### ε. Polepy.

Na 1 $m^2$ powały potrzeba: 7,5 mb. żerdzi 12 cm średnicy w środku, 0,4 $m^3$ gliny luźnej i 0,3 snopa słomy.

Na 1 $m^2$ polepy zwykłej, 13 cm wysokiej, licząc całe pole stropu, t. j. wraz z belkami, potrzeba: 0,025 $m^3$ żerdzi lub okrajek (obladrów), 0,1 $m^3$ gliny luźnej i 0,3 snopa słomy.

Na 1 m² polepy pełnej, 26 cm wysokiej (przez całą wysokość belkowania), nie odliczając belek (leżących w odstępach 1 m), potrzeba: 0,025 m³ żerdzi, 0,16 m³ gliny i 0,42 snopa słomy. Na każdy dodatkowy cm wysokości belek dolicza się po: 0,008 m³ gliny i 0,02 snopa słomy, na każdy m² polepy.

## 2. Stropy niepalne.

Dwuteowniki pod sklepienia należy łączyć wzajemnie ściągami, a końce takich belek układać na podkładkach lanożelaznych (żeliwnych), o ile samo pole dolnego pasa, wspierającego się na murze długością 0,25 do 0,3 m, nie starczy na bezpieczne przeniesienie obciążenia na mur. Ciśnienia bezpieczne na mur podano w tomie I, str. 339, a z nich łatwo obliczyć niezbędne pole podkładek. Siestrzany bliźniacze, składające się z dwóch (lub więcej) obok siebie leżących, ześrubowanych ze sobą belek żelaznych, wspiera się zawsze na wspólnej, większej podkładce. Kilka warstw tuż pod podkładkami muruje się zazwyczaj z klinkieru na zaprawę cementową. Przejmy (weksle), bezpośrednio nad otworem ułożone, albo mające odciążać łuki, a również i siestrzany, podpierają leżące na nich belki żelazne bezpośrednio, t. j. bez podkładek, same natomiast spoczywają ponajczęściej na podkładkach. Ściany, na których leżą belki lub dźwigary, powinny być przynajmniej 1 cegłę grube, lepiej $1^1/_2$ cegły (p. str. 159 i 160).

**Sklepienia łęczaste** między dwuteownikami. Ustrój p. str. 165. Wagi i obciążenia p. Dział XV. rodz. I.

**Stropy ustroju Monier'a,** sklepione między dwuteownikami, składają się z osnowy żelaznej i wątku z zaprawy cementowej; siatki druciane zwiększają ich wytrzymałość. Na rozpiętość 4,5 m starczy strzałka 0,4 m przy grubości sklepienia 5 cm; waga sklepienia takiego 115 kg/m², a obciążenie bezpieczne, nawet jednostronnie działające, 1500 kg/m². Na rozpiętość 8 m strzałka 0,75 m, grubość 5 cm w zworniku, a 8 cm przy wezgłowiu, waga 140 kg/m², a obciążenie bezpieczne 2500 kg/m². Przy tym ustroju przejmy nad oknami i drzwiami bywają ponajczęściej zbyteczne. Szeregi słupów, wspierających belki sklepień, (a ustawianych w odstępach około 4-ro metrowych), należy związać ze sobą ściągami, albo też poprzecznemi beleczkami wiążącemi.

Doświadczenia w Peszcie (w r. 1890) wykazały, że nośność sklepienia ustroju Monier'a była 5,2 razy większa, niż nośność równo grubego sklepienia betonowego, a nośność płaskiej płyty monierowskiej 12 razy większa, w porównaniu z równie grubą płytą betonową, zwykłą.

W ostatnich latach, oprócz monierowskich zeskładów żelazno-betonowych, pojawiło się bardzo wiele, przeróżnych ustrojów pokrewnych, starających się wyzyskać jak najlepiej odmienne właściwości materyałów składowych, t. j. znaczne ciągnienie bezpieczne żelaza i ciśnienie betonu. Stosując podobne ustroje, należałoby jednakże sprawdzać uprzednio obliczeniem, czy istotnie dany ustrój przy danem obciążeniu pracuje zgodnie ze swem przeznaczeniem, t. j. żelazo na ciągnienie, a beton na ciśnienie.*)

*) Porównaj liczne artykuły w tym przedmiocie M. Thullie'go, we wielu ostatnich rocznikach Przeglądu Technicznego, np. r. 1902, str. 261, 262.

**Płaskie stropy** z desek gipsowych, bądźto na belkowaniu drewnianem, bądź też na żelaznem. Deski gipsowe (z gipsu twardego) układają na belkach drewnianych, jako podłogę, zamiast powały, w grubościach 5 do 7 cm, albo też jako sufit, zamiast podsiębitki, trzcinowania i wyprawy, w grubościach 2,5 do 3 cm. Pod strop, sklepiony na dwuteownikach, układają deski gipsowe, grubości 5 do 7 cm, na dolne pasy belek, w celu wytworzenia płaskiego sufitu.

**Stropy Rabitz'a,** z gipsu, na osnowie z żelaznej siatki drucianej, stosują do wytworzenia płaskiego sufitu pod sklepieniami łęczastemi na dwuteownikach, a stropy te wspierają się na pionowo ustawionych płaskownikach przekroju 60 · 8 mm, spoczywających na dolnych pasach dwuteowników.

**Stropy systemu Klein'a.** Płaski strop rozpiętości 1,0 do 2,0 m, między belkami żelaznemi lub ścianami z cegły zwyczajnej, dziurowanej, dętej lub dziurkowatej, wytwarza się w ten sposób, że na płaskiem poddeskowaniu układają się cegły na rąb, szeregami w kierunku swej długości, wpoprzek pól międzybelkowych. W zaprawę cementową, wypełniającą każdą podłużną spoinę, wkłada się taśmownik żelazny, wspierający się końcami na belkach lub ścianach. Przestrzeń ponad tego rodzaju płaskiem sklepieniem, aż do wierzchu belek żelaznych, wypełnia się popiołem, albo betonem żużlowym, a na wypełnieniu tem układa się podłoga. *) Waga stropu 220 kg/m².

**Betonowe stropy ubijane** między dwuteownikami, p. str. 178.

**Stropy z blachy głębokofalistej,** proste, albo sklepieniaste, na dwuteownikach, z wypełnieniem zagłębień fal z wierzchu betonem cementowym.

## c. Podłogi.

### 1. Podłogi z desek.

Deski na podłogę przybijają się zazwyczaj wprost na drewniane belki stropu. Nad sklepieniami, albo też wprost nad ziemią, wypada ułożyć uprzednio legary o przekroju 10 · 12 do 12 · 15 cm, w odstępach 0,8 do 1,1 m, np. w podłoże z czystego, suchego popiołu.

Układając jednak legary na ziemi, trzeba wybrać ją do pewnej głębokości i starannie zastąpić przynajmniej suchym piaskiem, gliną i t. p., w celu zapobieżenia pojawieniu się grzyba (p. str. 108). Najpewniejszym pod tym względem ustrojem będzie jednak układanie legarów na filarkach z cegły i złączenie tak powstałej pod podłogą swobodnej przestrzeni z jednej strony otworami z dworem, z drugiej zaś z kominem lub piecem, w celu zapewnienia ustawicznego przewietrzania. Podłogę zwykłą na legarach można też zastąpić podłogą klepkową, ułożoną na asfalcie, który znów spoczywa na podbetonowaniu lub podbrukowaniu

*) Centralbl. d. Bauverw. 1884, str. 360.

## 2. Bruk w dziedzińcach i t. p. *)

**Bruk z kamieni zwykłych:** Kamienie powinny być możliwie równej wielkości i twardości, pod nimi zaś 10 do 15 cm podsypu piaskowego, silnie ubitego.

**Bruk z kamienia polnego:** Na 10 $m^2$ bruku 21 cm grubego potrzeba: 2 $m^3$ kamieni, 1,6 do 0,4 $m^3$ żwiru. Przy grubościach bruku 13 do 16 cm potrzeba tylko 0,16 $m^3$ kamieni.

**Bruk (posadzka) z płytek** układa się na zaprawę wapienną, gipsową, a na dworze na cementową. Na 10 $m^2$ posadzki potrzeba, oprócz płytek, 0,25 $m^3$ zaprawy i 0,8 do 1,6 $m^3$ piasku na podsyp.

Wypełniać spoiny należy nie zaprawą cementową, lecz jasnobarwną zaprawą z wapna wodotrwałego, a to ze względu na lepszy wygląd; cement bowiem czernieje.

**Bruk (posadzka) z trocinowca** (ksylolitu) p. str. 84.

**Bruk drewniany** (drewniak) nie powoduje turkotu, podatny zatem zwłaszcza na przejazdy, dziedzińce, w bramach, stajniach i t. p. Podkład betonowy, 10 do 20 cm gruby, (z betonu cementowego, w stosunku 1 cementu na 7 żwiru) na nim nieraz układają warstwę piasku, 1 cm grubą, albo też cieniutką warstewkę asfaltu smołowego. Podkłady ze żwiru, makadamu lub desek, zamiast betonu, okazały się nieprzydatnymi.

Klocki drewniane z buczyny, albo z cienkowłóknistych drzew iglastych, o krawędziach pełnych, prostokątnych, należycie wysuszone, bez bielu i sęków, nasycają się chlorkiem cynkowym (p. str. 109), a nie kreozotem. Wysokość i szerokość 5 do 8 cm, przy długości 15 do 16 cm. Pewna ilość klocków łączy się przez obwinięcie cynkowanym drutem żelaznym, 2,5 mm grubym, w płyty wielkości 0,25 do 0,50 $m^2$, które przed ułożeniem zanurza się na 3 cm głęboko w mieszaninę mazi i smoły. Powierzchnie storcowe kloca tworzą jego podstawę i wierzch. Szerokość spoin 3 do 4 mm, a wypełnia się je najpierw na 1 do 2 cm wspomnianą powyżej mieszaniną smoły i mazi, resztę zaś spoiny zalewa się potem albo zaprawą cementową, albo też asfaltem. Na gotowy bruk nasiewa się warstewkę żwirku 1 cm grubą.

**Bruk ceglany.** Na 1 $m^2$ bruku (posadzki) z cegły na płask, ułożonej na podkładzie piaskowym, z zalaniem spoin, potrzeba: 32 cegły i 8 l zaprawy; a jeżeli pod cegłę podłożyć 12-to milimetrową warstwę zaprawy, to liczy się na $m^2$: 32 cegły i 17 l zaprawy. Na 1 $m^2$ posadzki z cegły na rąb, bez podkładu z zaprawy: 56 cegieł i 15 l zaprawy, a z podkładem zaprawy: 56 cegieł i 30 l zaprawy. Podkład piaskowy, 10 do 20 cm gruby, nasypują w dwóch warstwach, z których każdą z osobna wpławiają i walcują. Dla możliwie równomiernego ścierania się posadzki pożądanem jest, aby twardość cegły i zaprawy (po związaniu) była możliwie jednakowa.

---

*) O brukach ulicznych (Wybór materyału kamiennego, formatu, dobywanie kamienia, koszta porównawcze i t. p.) w dziele nagrodzonem na konkursie: E. Dietrich, Die Baumaterialien der Steinstrassen, Berlin.

### 3. Klepiska (jastrychy).

**Klepisko asfaltowe.** Asfaltem wylewają podłogi piwnic, kuchen, pralni, łazienek, spichrzy, stajen; wylewają nim chodniki, tarasy, deptaki i t. p. na pokładzie z cegły na rąb lub na płask, albo na betonowym, 8 do 15 cm grubym. Na klepisko takie, 2 cm grube, liczy się na 1 m²: asfaltu 40 kg, gudronu 2 kg, żwirku 20 kg. W lepszem wykonaniu kładą się na siebie 2 warstwy po 1 cm grube. Na bruki uliczne stosują wyłącznie asfalt stłaczany, p. str. 104.

**Klepisko** (jastrych) **gipsowe** p. str. 90.

**Klepisko z zaprawy wapiennej** (terazzo weneckie) układa się w dwóch warstwach. Spodnia, 10 cm gruba, składa się z części objętościowych: $3^1/_2$ grubo tłuczonych strzechówek (dachówek), 1 wapna gaszonego i 1 do 2 miałko mielonej cegły; w tę warstwę wciska się oddzielne kawałki marmuru. Do wierzchniej warstwy dodają nadto jeszcze farb ziemistych i zacierają potem olejem lnianym. Na 1 m² takiego klepiska wychodzi średnio: 0,11 m³ tłuczonej strzechówki, 0,04 m³ mielonej cegły, 0,06 m³ wapna gaszonego, 14 kg kamyków marmurowych, 0,4 do 0,5 kg farb ziemistych i 0,2 kg oleju lnianego.

**Klepisko betonowe,** grubości 10 cm, a mianowicie podkład betonowy 8 cm i warstwa 2 cm gruba z zaprawy cementowej. Na 1 m² potrzeba 0,05 m³ zaprawy cementowej.

**Klepisko z papirolitu** układa się w grubości 2 cm na podkładzie betonowym, drewnianym, lub na innej posadzce, a po tygodniu można po niem chodzić i jeździć. Jestto klepisko bez spoin, ciepłe, niepalne, nieprzemakalne, a i dźwięk mało przez nie przenika.

### d. Okna i drzwi.

**Skrzydła okienne:** 0,5 do 0,8 m szerokie, z drzewa 3 do 5 cm grubego.

**Krzyż w oknie:** 4 do 5 cm szeroki, 5 do 8 cm gruby.

**Malowanie okien:** Stosunek pola prześwitu okna do powierzchni pomalowanej okna pojedynczego, za wyłączeniem podoknicy (deski parapetowej) bywa średnio:

| | | | |
|---|---|---|---|
| $1 : 2^1/_2$ | . . . . . | w oknach | dwuskrzydłowych, |
| $1 : 2$ do $1 : 2^1/_2$ | . . . . | „ „ | cztero „ „ |
| $1 : 1^1/_2$ | . . . . . | „ „ | sześcio „ „ |

w założeniu, że szerokość drzewa nie przekracza 6,5 cm.

**Szyby (szkliny).** Zazwyczaj unikają szyb większych niż 50 · 70 cm. a to w celu nie powiększania kosztów utrzymania. Na szyby rozmiarów do 30 · 40 cm starczy szkło 1,5 mm grube, do 40 · 70 cm szkło 2 mm grube, do 80 · 100 cm szkło 3 mm grube, ponad tę wielkość biorą 4 mm grube, albo nawet szkło zwierciadlane (podług P. min. p.). O szkle por. str. 99 i nast.

**Odrzwice.** Długość drzewa, zużytego na odrzwicę, równa się obwodowi prześwitu + 1,5 m.

W ściany grubości 25 cm lub mniej wstawiają zazwyczaj odrzwice z bali, w ściany zaś 38 cm lub grubsze wstawiają odrzwice z dwo-

jone (dwie odrzwice z krzyżulców, złączone ze sobą rozworami). W ścianach 38 cm i grubszych można zamurowywać wsadki (tyble) dla przytwierdzenia drzwi i okładzin, lecz tylko dla drzwi mało przetwieranych. (P. min. p.).

**Drzwi z łat.** Na dwie poprzecznice i zastrzał dolicza się $^1/_5$ całego pola drzwi, na obwódkę $^1/_6$, a potem na m² liczy się 9 mb. łat i 20 łaciaków (gwoździ).

---

# V. BUDOWLE POSZCZEGÓLNE.*)

**Kościoły.** a) Katolickie. Na jedno siedzenie liczy się 0.47 m² podłogi, na 1 miejsce dla stojących 0,3 m². Szeregi ławek w odstępach 0,94 m.**) Chodnik środkowy, między ławkami, ze względu na procesye przynajmniej 2,0 m, lepiej 2,5 m lub więcej. W dogodnych miejscach, zwłaszcza przy filarach, w nawach bocznych ustawia się konfesyonały. Nawę od ołtarza wielkiego przedziela wspora 0,8 m wysoka, z klęcznikiem.

b) Protestanckie. Na jedno siedzenie liczy się 0,42 m², przy odstępach szeregów ławek 0,84 m. Chodnik środkowy może być węższy niż w kościołach katolickich, konfesyonały zbyteczne. Ponieważ granica dokładnego słyszenia bywa w oddaleniu 25 do 30 m, a dosłyszenie kazania jest rzeczą podstawową w kościele protestanckim, więc też uznano za najwłaściwsze budować kościoły protestanckie z balkonami (emporami) i nie większe niż na około 1000 siedzeń.***)

c) Dane wspólne dla obydwu wyznań. Na 1000 parafian (łącznie z dziećmi) można liczyć, że jednocześnie nie bywa więcej w kościele niż 450 dorosłych i 120 dzieci. Na wielki ołtarz, stojący na kilkostopniowem wywyższeniu, potrzeba swobodnego miejsca 4 do 8 m w kwadrat. Kazalnica zazwyczaj przy filarze ze schodami widocznemi, albo też nieraz ukrytemi w grubszych filarach murowanych. Chór przynajmniej 3,5 ponad posadzką kościoła. Zakrystya, w bliskości wielkiego ołtarza, powinna być ogrzewana. Kierunek nawy głównej: ołtarz wielki na wschód—kruchta (babiniec) zazwyczaj na zachód.

**Szkoły.** Na jednego ucznia, stosownie do jego wieku i rodzaju szkoły, liczą w Prusach 0,7 do 0,9 m² podłogi, przy 70 do 80 ucz-

---

*) Okólnik prusk. minist. robót publ. z 1 list. 1892: Przepisy dotyczące sposobu budowania budowli stawianych przez państwowy zarząd budowlany, z uwzględnieniem bezpieczeństwa komunikacyi: Centralbl. d. Bauverw. 1892, str. 549. — Odbitki u Wilh. Ernst & Sohn w Berlinie. Dane szczegółowe dotyczące budynków różnych przeznaczeń zawiera Tom II dzieła: Baukunde des Architekten, 1884, Berlin. Ernst Toeche.

**) Zeitschr. f. Bauwesen 1871, str. 149.

***) Kongres w sprawach budowy kościołów protestanckich; Centralbl. d. Bauverw 1894, str. 226 i 232. Oraz: A. Sturmhoefel; Akustik des Baumeisters, Berlin 1894.

niach w każdej klasie. Objętość zaś przynajmniej 2,25 $m^3$, w szkołach średnich zaś 4,0 $m^3$ na ucznia. W szkołach wiejskich liczą w różnych państwach niemieckich na ucznia od 0,31 do 0,69 $m^2$ podłogi. Pole prześwitu okien powinno być przynajmniej równe $^1/_5$ pola podłogi, a filary międzyokienne nie szersze niż 1,2 m.

Odstęp między przednią ławką a ścianą przynajmniej 1,7 m, chodnik środkowy 0,5 m, boczny przy oknie 0,4 m, boczny przy ścianie środkowej 0,6 m, między tylną ławką a ścianą 0,3 m, wokoło pieca wreszcie 0,8 m swobodnego przejścia; wszystkie miary podane są minimalne, gdyż właściwie wszystkie chodniki powinnyby być szersze niż 0,7 m.

Długość ławki na jednego ucznia, w zależności od jego wieku, 0,47 do 0,70 m; najczęściej liczą po 0,56 m. W jednej ławce nie powinno siedzieć więcej niż 5 uczni. Największa długość $L$ klasy nie ma przenosić 9,5 m, aby uczniowie i z tylnych ławek mogli dojrzeć pismo na tablicy. Szerokość $B$ klasy powinna pozostawać do długości $L$ w stosunku 2 : 3, a co najwyżej 3 : 4, sama zaś szerokość klasy bywa 5,5 do 7,5 m, w Prusach $B \leqq 6{,}5$ m. Wysokość izby szkolnej 3,2 do 4,5 m. Okna powinnyby sięgać aż pod sam strop, należałoby zatem unikać zasklepiania ich łukami o większej strzałce. Oboknie powinno się rozszerzać do wnętrza izby. Wierzch okna ponad podłogą ma się znajdować nie niżej niż na $^1/_2$ szerokości izby. Podoknica 1,0 do 1,2 m nad podłogą. Dolne części ścian należałoby malować olejno. *)

**Sale gimnastyczne (bojnie).** Na każdego bojnika 4,0 $m^2$ boiska, a więc np. bojnia na 50-ciu dorosłych bojników 22,0 m dł., 11,0 m szer. i 5,5 m wysoka, albo 25,0 · 12,5 · 6,5. **) W pruskich szkołach gminnych i seminaryach na 50-ciu bojników: 15,7 · 9,5 · 5,0 m; na 75-ciu: 20,4 · 11,0 · 5,7 m; na 100: 22,0 · 12,5 · 6,3. Najmniejsze bojnie 15,0 · 7,5 · 5,0 m.

**Łazienki.** Celki łazienkowe 2 do 4 m dł., 1,8 m szer.; wanny 0,7 wys., górą 1,5 do 1,8 m dł., a 0,8 m szer. Pływalnie: na osobę 2 do 4 $m^2$ pływalnika w planie.

**Teatry.** ***) Szerokość siedzenia 0,5 do 0,6 m, odstęp rzędów 0,8 do 0,9 m, a przy siedzeniach samopodnoszących się przynajmniej 0,7 m. Dla stojących wypada liczyć przynajmniej po $^1/_3$ $m^2$ na widza. W krzesłach i na balkonie pierwszego piętra nie więcej niż 14 miejsc w szeregu (przy bocznym lub środkowym chodniku), na innych piętrach najwyżej po 12 miejsc. Ilość piętr nie ponad 4 (we Włoszech budują teatry więcejpiętrowe). Sufit przynajmniej 2,5 m ponad podłogą najwyżej położonych miejsc ostatniego piętra.

---

*) Dienstanweisung f. d. Kugl. preuss. Bauinspektoren der Hochbauverwaltung (v. J. 1868 mit Nachtrag. v. 1893) str. 356 i 460, Berlin u Wilh. Ernst & Sohn.

**) Jak powyżej, lecz str. 349.

***) Przepisy pruskiej policyi, dotyczące urządzeń budowlanych i wewnętrznych w teatrach, cyrkach i salach zebrań, z 12 paźdz. 1889, z dodatkiem z 18 marca 1891, Centralbl. d. Bauverw. 1889, str. 447 i 1891, str. 173. Odbitki u Wilh. Ernst & Sohn w Berlinie.

Stopnie schodów: szerokość przynajmniej 26 cm (a w schodach wachlarzowych, w najwęższem miejscu, 23 cm), wysokość nie więcej niż 18 cm. Nadscenie na poziomie przynajmniej o 3 m ponad sufitem widowni. W widowni na każdych 70-ciu widzów liczy się 1 m szerokości chodników (przejść) i drzwi do korytarza, a ich szerokość ma być przynajmniej 0,9 m. Przed pierwszym rzędem krzeseł przejście przynajmniej 0,65 m. Korytarze nie węższe niż 3 m, a na każdych 80-ciu widzów przynajmniej po 1 m szerokości.

**Sale.** W salach stołowych po 0,75 $m^2$ do 1 $m^2$ na osobę, a w pierwszorzędnych po 1,25 $m^2$. W salach zebrań, jeżeli wszyscy mają siedzieć, to po 0,5 $m^2$ na osobę, a jeżeli część zebranych stoi, to po 0,4 $m^2$ podłogi. *)

**Więzienia.** Celki dla więźniów odosobnionych przynajmniej po 25 $m^3$ objętości (4,0 do 4,2 m dł. 2,2 do 2,4 m szer., a conajmniej 3,8 · 2,2 m). Celki wyłącznie na pobyt nocny przeznaczone: 12 $m^3$ objętości (2,2 m dł. 1,2 m szer.); wspólne sypialnie 10 $m^3$ na więźnia; pracownie zamknięte 8 $m^3$ na więźnia.

**Szpitale.** **) 10 do 12 łóżek na salę uważa wielu za ilość najwłaściwszą, lecz zdania lekarzy są tu bardzo podzielone. Szerokość sal na 2 szeregi łóżek 7,5 do 8,0 m przy wysokości 4,0 do 4,5 m. Odstęp między łóżkami (swobodny) przynajmniej 1 m. Na 1 łóżko liczą 7 do 10 $m^2$ podłogi, a 36 $m^3$ przestrzeni. Dla wielkich szpitali potrzeba na każde łóżko około 160, dla małych około 200 $m^2$ placu na urządzenie szpitala z otoczeniem.

**Stajnie.** Wielkość stanowisk bywa:

na 1 konia roboczego: 2,5 do 2,8 m dł., a 1,25 do 1,5 m szer.,
na 1 konia wierzch. lub cugowego: 3,1 do 3,5 m dł., a 1,7 m szer.,
na 1 ogiera 3,5 m dł., a 2,2 do 2,5 m szer.,
na 1 kobyłę ze źrebięciem 3,7 do 5 m długości i szerokości,
na 1 źrebca 3,6 do 4,0 $m^2$.

Szerokość chodnika (przejścia) jednostronnego 1,5 do 2,8 m, dwustronnego (środkowego) 3,7 do 5,0 m. Mniejsze stajnie 3,0 do 3,5 wysokości, większe do 4,7 m. Strop możliwie odporny na wyziewy stajenne, najlepiej sklepiony.

Drzwi zazwyczaj 1,25 do 1,5 szer., a 2,2 do 2,5 wysokie; dla wjeżdżania konno przynajmniej 2,5 m szer. i 3,0 m wysokie. Okna 1,4 do 1,6 m szerokie, a 0,8 do 0,9 m wysokie; podoknie 2,0 do 3,0 m ponad podłogę.

Podłoga w przedniej części pozioma, w tylnej ze spadkiem 3%, brukowana drzewem, asfaltem lub kamieniem, zaopatrzona w ścieki 0,30 m szerokie, a 0,25 m głębokie.

Wierzch żłobu 1,20 m nad podłogą, szerokość żłobu na dnie 0,25 m, u wierzchu 0,35 m w prześwicie. Drabinki do siana 0,3 do 0,5 m ponad żłobem. Przewory 0,95 m ponad podłogą.

---

*) Porównaj uwagę odsyłacza poprzedniego.

**) P. Böttger, Grundsätze für den Bau von Krankenhäusern: Berlin 1894, Wilh. Ernst & Sohn.

**Wozownie.** Powóz bywa bez dyszla 3,0 do 3,2 długi, z dyszlem zaś 6,25 m przy szerokości 1,5 do 2,0 m. Sikawka bez dyszla 2,8 m, z dyszlem 5,3 m długa, a 1,5 m szeroka. Brama, przez którą ma wjeżdżać woźnica, siedząc na koźle, powinna być przynajmniej 2,5 m szer., a 3,4 m wysoka.

**Parkany drewniane.** Parkany z desek miewają w odstępach 2 do 2,5 m stojce, które zwykle wystają około 2 m ponad ziemię, a zakopują się na 0,9 m głęboko. Sztachety miewają stojce w odstępach 2 m, przekroju 15 do 18 cm w kwadrat, oraz 2 szeregi rozwór o przekroju 10 do 13 cm w kwadrat. Na mb. takiego parkanu liczy się 9 łat sztachetowych i 20 łaciaków.

---

# VI. KOSZTA I TRWAŁOŚĆ BUDOWLI.

Poniżej oznaczać będziemy przez:

$W$ **wartość nowej budowli** w markach niemieckich, t. zn. ogólne koszta budowy z wyłączeniem kosztów placu; [$W_f$ oznaczać będzie wartość tę na $m^2$ powierzchni zabudowanej; $W_v$ na $m^3$ przestrzeni obudowanej];

$D$ **trwałość budowli** wyrażoną w latach, t. zn. do czasu, kiedy budowla mimo staranne utrzymanie i poprawki dalej utrzymać się nie da i musi uledz rozbiórce;

$U$ **roczne koszta utrzymania** budowli, wyrażone w procentach wartości $W$;

$A$ **kwotę umorzenia** w procentach wartości $W$, t. zn. kwotę, którą rocznie trzeba odkładać, aby po $D$ latach, bez procentów składanych, otrzymać wartość $W$.

**Zmniejszenie wartości** $E$ budowli w markach, po $Z$ latach, będzie:

$$E = W \frac{Z}{D} \frac{Z+D}{2D}.$$

Poniższe koszta budowy obliczono na zasadzie cen podstawowych: 25 do 30 mar. za 1000 cegły i 35 do 40 mar. za $m^3$ budulca.

### a. Budowle niepalne z cegły lub kamienia łomowego.

| | | $W_f$ | |
|---|---|---|---|
| 1. **Proste domy mieszkalne,** o średniej wysokości piętr 3,5 m, na wsi lub w miasteczkach; oficyny na piwnicach w większych miastach; wykończenie wewnętrzne skromne. | przyziomowe | 70—100 | $W_v = 10—14$<br>$D = 100—200$<br>$U = 0{,}80—1{,}20$<br>$A = 0{,}5—1{,}0$ |
| | 1-piętrowe | 105—150 | |
| | 2- „ | 140—200 | |
| | 3- „ | 165—240 | |
| | 4- „ | 195—290 | |

| | | $W_f$ | |
|---|---|---|---|
| 2. **Miejskie domy mieszkalne w lepszem wykonaniu i wille,** o wysokości niższych piętr około 4 m, pod strzechą łupkową, w dobrem wykończeniu wewnętrznem. | przyziomowe | 110—150 | $W_v = 15{,}5—20$<br>$D = 100—200$<br>$U = 0{,}75$<br>$A = 0{,}5—1{,}0$ |
| | 1-piętrowe | 165—230 | |
| | 2- „ | 215—295 | |
| | 3- „ | 270—355 | |
| | 4- „ | 315—420 | |
| 3. **Pańskie domy mieszkalne w mieście i wille,** o wysokości niższych piętr 4,3 do 4,4 m, w doskonałem wykończeniu, wielkie szyby, okucia mosiężne, piece ozdobne, posadzka parkietowa w lepszych pokojach. | przyziomowe | 180—215 | $W_v = 20—26$<br>$D = 150—200$<br>$U = 0{,}5$<br>$A = 0{,}5—0{,}66$ |
| | 1-piętrowe | 260—315 | |
| | 2- „ | 335—415 | |
| | 3- „ | 410—485 | |
| 4. **Monumentalnie budowane domy mieszkalne, miejskie,** z przedliczem z ciosów i o wewnętrznem wykończeniu wyszukanej dobroci. | przyziomowe | 250—380 | $W_v = 28—40$<br>$D = 200—400$<br>$U = 0{,}35—0{,}50$<br>$A = 0{,}25—0{,}40$ |
| | 1-piętrowe | 380—580 | |
| | 2- „ | 500—750 | |

Jeżeli nadbudowano **mieszkania mansardowe,** to wartości $W_f$ podług danych powyższych należy zwiększyć jeszcze o 10 do 15 marek.

5. **Kościoły wiejskie i kaplice,** na 400 do 700 osób, z małą wieżyczką, kruchtą (babińcem) i absydą, sklepione, o skromnem wykończeniu: $W_f = 120$ do 150; $W_v = 12$ do 15; $D = 150$; $U = 0{,}75$; $A = 0{,}66$. [Dla kościołów protestanckich liczą koszt jednego miejsca dla siedzącego na 80 do 150 marek].

6. **Kościoły miejskie,** na 800 do 1500 osób, zupełnie zasklepione, w dobrem wykończeniu, lecz o skromnem zdobnictwie zewnętrznem i wewnętrznem, $W_f = 275$ do 450; $W_v$ (nawy) $= 17{,}5$ do $22{,}5$; $W_v$ (wieży) $= 30$ do 50; $U = 0{,}25$. [Dla protestanckich kościołów liczą po 250 do 400 marek na siedzenie].

7. **Teatrzyki** na 1000 do 1500 widzów, na komedye i operetki, w prostem wykończeniu: $W_f = 325$ do 450; $W_v = 15$ do 20; $U = 1{,}0$; koszta budowy na jednego widza: 375 do 475 marek.

8. **Wielkie teatry** na 1500 do 2000 widzów, na dramaty i opery, w dobrem wykończeniu; $W_f = 400$ do 550; $W_v = 18$ do 24; koszta budowy na jednego widza: 600 do 800 marek.

9a. **Spichrze** oddzielnie stojące, o nośności stropów 1250 do 1500 kg/m², wysokość piętr około 3,0 m, z dźwigarami drewnianymi na takichże słupach (siestrzeńcach):

$$D = 100, \qquad U = 0{,}75, \qquad A = 1{,}0.$$

Piwnice: gdy nad niemi tylko przyziom i strych: . . . . . $W_f = 28$, $W_v = 9$;
na każde piętro dodatkowe: $W_f = 2{,}5$, $W_v = 0{,}8$;
Przyziom: gdy nad nim tylko strych: $W_f = 24$, $W_v = 8{,}5$;
na każde piętro dodatkowe: $W_f = 3{,}0$, $W_v = 0{,}8$;
Strych: (podług obliczonej objętości) $W_f = 28$, $W_v = 7{,}5$.

9b. **Spichrze** jak wyżej, lecz z dźwigarami i słupami żelaznymi:
$D = 150$ do $200$; $U = 0{,}5$; $A = 0{,}5$ do $0{,}66$.

Piwnice: gdy nad niemi tylko przyziom i strych: . . . . . $W_f = 33$, $W_v = 10$;
na każde piętro dodatkowe: $W_f = 3{,}0$, $W_v = 1{,}0$;
Przyziom: gdy nad nim tylko strych: $W_f = 33$, $W_v = 10$;
na każde piętro dodatkowe: $W_f = 5{,}0$, $W_v = 1{,}5$;
Strych: (podług obliczonej objętości): $W_f = 28$, $W_v = 7{,}5$.

10a. Budynki fabryczne, oddzielnie stojące, o nośności stropów 500 do 1000 kg/m², o wysokości piętr 3,5 do 3,8 m, z dźwigarami drewnianymi i takimiż słupami:

$D = 80$; $U = 1{,}0$; $A = 1{,}25$.

Piwnice: gdy nad niemi tylko przyziom i strych: . . . . . $W_f = 27$, $W_v = 9$;
na każde piętro dodatkowe: $W_f = 1{,}5$, $W_v = 0{,}5$;
Przyziom: gdy nad nim tylko strych: $W_f = 30$, $W_v = 8{,}0$;
na każde piętro dodatkowe: $W_f = 1{,}8$, $W_v = 0{,}5$;
Strych: (podług obliczonej objętości): $W_f = 28$, $W_v = 7{,}5$.

10b. Budynki fabryczne, jak wyżej, lecz z dźwigarami i słupami żelaznymi:

$D = 100$; $U = 1{,}5$; $A = 1{,}0$.

Piwnice: gdy nad niemi tylko przyziom i strych . . . . . $W_f = 28$, $W_v = 9$;
na każde piętro dodatkowe: $W_f = 1{,}45$, $W_v = 0{,}5$;
Przyziom: gdy nad nim tylko strych: $W_f = 33$, $W_v = 10$;
na każde piętro dodatkowe: $W_f = 1{,}85$, $W_v = 0{,}5$;
Strych: (podług obliczonej objętości): $W_f = 28$, $W_v = 7{,}5$.

| | $W_f$ | $W_v$ | $D$ | $U$ | $A$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 11a. **Budynki fabryczne,** z oświetleniem przez strzechę wielokrotną, przyziomowe; ściany zewnętrzne murowane, bez piwnic; jedna przestrzenna wyrobnia bez ścian przedziałowych: więźba strzechy drewniana, na słupach żeliwnych: | 35 | 4,75 | 100 | 0,60 | 1,0 |

| | $W_f$ | $W_c$ | $D$ | $U$ | $A$ |
|---|---|---|---|---|---|
| więźba strzechy żelazna . . . . . | 40—45 | 6—7 | 150 | 0,30 | 0,67 |
| 11 b. **Kominy fabryczne,** niezdobione: . . | — | 20—25 | 100—150 | 0,10 | 1—0,5 |
| skromnie zdobione: | — | 25—30 | 100—150 | 0,10 | 1—0,5 |
| 12. **Szopy (schownie),** jeden front otwarty, pokrycie smołowcowe: . . . | 22 | 3,3 | 100 | 0,75 | 1,0 |
| zamknięte, zresztą jak wyżej: . . | 35 | 4,5 | 100 | 0,75 | 1.0 |
| 13. **Browary, gorzelnie,** po części sklepione, na piwnicach, przyziomowe: . . | 50—55 | 6.3—6,8 | 80 | 0,75 | 1,25 |
| 1-piętrowe: . . . | 70—80 | | | | |
| 14. **Zwykłe mosty murowane i sklepione,** mierzone na powierzchni: . . . | 70—80 | — | 100 | 1,25 | 1,0 |

**b. Budowle drewniane i w rozwory, z drzewa iglastego.**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. **Domy mieszkalne,** przyziomowe: . . | 70—215 | 10—26 | 100 | 1,25—1,6 | 1,0 |
| 1-piętrowe: . . . | 105—315 | 10—26 | 100 | 1,25—1,6 | 1.0 |
| 2. **Wyrobnie (warsztaty) i zwykłe budynki na silnice,** . . | | | | | |
| przyziomowe: . . | 40—65 | 8—14 | 70 | 1,5 | 1,43 |
| 1-piętrowe: . . . | 60—100 | | | | |
| 3. **Spichrze i składy,** | | | | | |
| 1-piętrowe: . . . | 55—65 | | | | |
| 2-piętrowe: . . . | 70—100 | 6—8 | 80 | 1,0 | 1,25 |
| 3-piętrowe: . . . | 90—120 | | | | |
| 4. **Małe mosty drewniane:** . . . . | 20—30 | — | 15—25 | 1,5—3,5 | 6,6-4,0 |

**Uwaga:** W Warszawie 1 m³ przestrzeni obudowanej, obliczony podług rozmiarów zewnętrznych i wysokości od chodnika do wierzchu zymsu głównego, przy obecnych cenach materyałów budowlanych (1902), szacują:

w mieszkalnych domach frontowych, trzypiętrowych w dobrem wykończeniu na: . . . . . $W_f = 8$ rubli;

w oficynach i t. p. na: . . . . . $W_f =$ od 5 rub

# DZIAŁ JEDENASTY.

# KOLEJNICTWO.

## I. BUDOWA KOLEI.

### A. Roboty przedwstępne i przepisy.

#### I. Przepisy Rosyjskie.*)

Zatwierdzone przez Ministeryum Komunikacyi według protokółów Rady Inżynierskiej Nr. 129/1899 r., Nr. 3/1900 r., Nr. 23/1901 r. i Nr. 106/1901 r.

**Streszczenie.**

**Kierunek.** Między punktami, wskazanymi przy wydaniu pozwolenia na budowę, należy projektować kolej w kierunku możliwie najkrótszym, lecz z uwzględnieniem miast pośrednich i ważniejszych środowisk przemysłowych.

Na skrzyżowania się z innemi kolejami, na przejścia przez rzeki spławne, drogi bite i miejscowości kopalniane, wreszcie na połączenia z portami handlowymi należy przedstawiać projekty z opinią właściwych zarządów kolejowych, zarządów okręgów komunikacyi, wzgl. okręgowych inżynierów górniczych.

Wybór miejsca na stacye dla miast uskutecznia się w porozumieniu z władzami miejskiemi. W razie łączenia się z istniejącą już koleją trzeba opracować i przedstawić projekt stacyi węzłowej lub bocznicy łączącej, wraz z opiniami zarządu istniejącej kolei i miejscowych władz wojskowych.

Kolej projektowana na przecięciu innych kolei pierwszorzędnych, jako też ważniejszych dróg bitych powinna leżeć w innym poziomie.

**Przelotność** kolei określa się zazwyczaj w pozwoleniu na budowę, w przeciwnym zaś razie kolej zaraz po wykończeniu ma być zdatną na przelot 2-ch par pociągów osobowych i 7-miu par towarowych na dobę, przy prędkości jazdy pierwszych 30 w/g (32 km/g), a drugich 20 w/g (21,34 km/g).

Największa odległość między stacyami ma być nie większa niż 30 w (32 km). Na żądanie można zwiększyć przelotność, otwierając między stacyami przystanki, które należy z góry w projekcie tak przewidzieć, aby w przyszłości dały one możność uruchomienia na dobę: 1-ej pary pociągów osobowych o szybkości 30 w/g (32 km/g) i 19-tu par pociągów wojskowych, złożonych każdy z 50-ciu wagonów, a jeżdżących z prędkością 22 w/g (23,5 km/g). Dla wykazania powyższej przelotności należy dołączyć wykreślny rozkład jazdy.

**Zdolność przewozowa** kolei, o ile jej nie określono odmiennie w pozwoleniu na budowę, powinna co do ilości taboru przynajmniej czynić zadość wymaganiom powyżej wyłuszczonym. Przy określaniu ilości taboru należy uwzględniać również i pociągi służbowe, a nadto jeszcze pewien zapas ponad tę część taboru, jaka, podlegając naprawie, czasowo się wycofuje z obiegu. Na pomieszczenie i naprawę taboru trzeba urządzić niezbędne parowozownie, wagonownie, oraz naprawiarnie (warsztaty remontowe).

**Pochyłość** wpodłuż toru nie ma przekraczać 0,008 w prostej lub w krzywych o promieniu nie mniejszym niż 300 saż. (640 m); w tunelach zaś dozwala się tylko $^2/_3$ tej pochyłości. Sąsiednie punkty załamania obrysu podłużnego mają leżeć nie bliżej siebie niż 60 saż. (128 m), a załamania samo należy zaokrąglać promieniem 2000 saż. (4272 m).

---

*) Wydane przez drukarnię Min. Kom.

Pochyłe ponad 0,002 pochyłości, idące kolejno za sobą bez przerwy, nie mają w sumie wytwarzać różnicy poziomów, któraby przekraczała 25 saż. (53,3 m). W tym celu dłuższe szlaki pochyłe należy dzielić na części dopełniające warunek powyższy i przedzielać je poziomemi 200 saż. długiemi, albo też pochyłemi w stosunku 0.002, długości przynajmniej 250 saż. (533 m). O ile różnica pochyłości dwóch przyległych pochyłych przekracza 0.002, to punkt załamania nie ma leżeć ani na moście samym, ani też bliżej niego niż 12 saż. (25,6 m).

**Stacye i przystanki** mają leżeć w poziomej przynajmniej 450 saż. (960 m) długiej, a o ile stacya ma parowozownię, to 500 saż. (1067 m). Dla stacyi II klasy pozioma ta ma być przynajmniej 600 saż. (1174 m), a dla stacyi I klasy oznacza się ona podług projektu szczegółowego. Dla wymijanek zaś, t. j. przystanków, na których pociągi się tylko wymijają, starczy 400 saż. (853 m) i dozwala się nawet pewna pochyłość, nie przekraczająca jednakże 0,002.

**Promienie krzywych** na szlaku nie mniejsze niż 300 saż. (640 m), wyjątkowo 250 saż. (533 m); przy wjazdach na stacye i w punktach przedstawiających niezwykłe trudności dozwala się 200 saż. (427 m). Zbieg krzywej z największemi pochyłościami dozwolonemi może mieć miejsce przy krzywych o promieniu 300 saż. (640 m) i większym. W krzywych o mniejszym promieniu należy zmniejszyć odpowiednio pochyłość, stosownie do wskazówek Min. Kom.

Między krzywemi przeciwnej krzywości, o ile choć jeden z promieni jest mniejszy od 1000 saż. (2133,6 m), należy wsunąć prostą wstawkę o długości: $10 + 500\left(\frac{1}{R}+\frac{1}{R_1}\right)$ sażeni, czyli $21{,}3 + 2276\left(\frac{1}{R}+\frac{1}{R_1}\right)$ metrów. Punkta przejściowe krzywej w prostą mają leżeć przynajmniej w odległości 8 saż. (17 m) od punktów załamania pochyłych, a przynajmniej $\frac{500}{R}$ saż. $\left(\frac{2276}{R}\text{ m}\right)$ od mostów.

**Rozmieszczenie stacyi i przystanków**, oprócz powyżej już podanych wskazówek, powinno uwzględniać: bliskość miast i bardziej ludnych osad, skrzyżowania się z ważniejszymi traktami handlowymi lub rzekami spławnemi, dostatek dobrej wody. Stacya lub przystanek ma leżeć w prostej, a jeżeli już na krzywej, to promień powinien być nie mniejszy niż 600 saż. (1280 m), wyjątkowo zaś niż 400 saż. (853 m)—na krzywych przeciwnych zakładać stacyi wogóle nie wolno.

**Klasyfikacya stacyi.** Stacye w zależności od ruchu, rozwoju torów, istnienia parowozowni dzielą się na 4 klasy. Dworce osobowe podobnie dzielą się na 4 klasy, stosownie do wielkości budynku, ruchu osobowego i urządzenia bufetu. Podziały te zatwierdza Ministeryum Komunikacyi.

**Wymijanki** między stacyami rozmieszczają się w zależności od pożądanej przelotności.

**Odległość między stacyami z parowozowniami** zależy od rozkładu pracy służby parowozowej, który należy objaśnić wykresem obiegu parowozów przy ustanowionej, największej ilości pociągów.

**Wywłaszczenie gruntu** odbywa się odrazu w rozmiarach niezbędnych dla toru podwójnego, z uwzględnieniem powierzchni na boczne wykopy, odwały, na rowy ochronne i t. p., a nadto dobiera się obustronnie na zapas jeszcze po pasie 2 saż. (4,27 m) szerokości. Wywłaszczony pas gruntu nie ma być węższy niż 20 saż. (42,7 m); wszakowiek w miastach i wobec drożyzny gruntów można szerokość tę zmniejszyć do 6 saż. (12,8 m), a nawet do 4 saż. (8,53 m). Dla stacyj już przy wywłaszczaniu wypada uwzględniać możliwy rozwój w przyszłości. Pas gruntu na wodociągi nie $<$ 4 saż. (8,53 m). W miejscach, narażonych na zaspy śnieżne, wywłaszcza się i pas gruntu na urządzenie żywopłotów lub innego rodzaju odśnieżni, chociaż w razie potrzeby można takie grunta i dzierżawić.

**Szerokość torowiska** (plantu) na szlaku urządza się zazwyczaj na razie tylko pod jeden tor (o ile koncesya nie zastrzega warunków odmiennych), na stacyach zaś odrazu pod wszystkie tory niezbędne dla pożądanej przelotności, wreszcie na przystankach i wymijankach na 3 tory, łącznie z torem głównym.

Szerokość torowiska ma być: na szlaku jednotorowym 2,6 saż. (5,55 m), na szlaku dwutorowym 4,6 saż. (9,81 m), a na przystankach i wymijankach przynajmniej 7,6 saż. (16,21 m).

**Stoki** (skarpy) nasypów i wykopów miewają stoczystość zależną od rodzaju gruntów, ponajczęściej $1 : 1^1/_2$; przy nasypie wyższym od 3 saż. (6.4 m) poszerza się jeszcze podstawę ponad powyższy stosunek stoku po 0,25 saż. (0,53 m) na każdy sażeń (2,13 m) wysokości nasypu, przekraczający 3 saż. (6,40 m). W skałach wietrzejących stoczystość bywa $^1/_3 : 1$, a w skałach trwałych $^1/_{10} : 1$.

Brzeg wykopu bocznego ma być oddalony przynajmniej o 1,5 saż. (3,2 m) od podstawy nasypu, a brzeg podstawy odwału przynajmniej o 4 saż. (8,53 m) od górnej krawędzi wykopu drogowego.

**Wysokość torowiska nad poziomem wód rzecznych.** Torowisko ma być wyniesione przynajmniej o 0,50 saż. (1,07 m) ponad najwyższy poziom wód spiętrzonych i nienarażone na zalewanie falą. Stoki takiego torowiska, przynajmniej do wysokości 0,25 saż. (0,53 m) ponad ów poziom wód, trzeba należycie umocnić.

**Odwodnienie torowiska** w wykopach w gruncie zwykłym ma zadośćczynić przynajmniej następującym warunkom: Spadek rowów 0,001, szerokość dna 0,2 saż. (0,43 m), głębokość 0,25 saż. (0,53 m), z odsadą 0,3 saż. (0,64 m) od strony stoku wykopu. Rowy ochronne mają leżeć nie bliżej niż 0,50 saż. (1,07 m) od tylnej podstawy odwałów, a w każdym razie, nie bliżej niż 2,50 saż. (5,33 m) od wierzchniej krawędzi samego wykopu obliczonego na 2 tory. Wykopy boczne wzdłuż nasypów powinny mieć spadek poprzeczny w kierunku od torowiska przynajmniej 0,02 i należyty spadek podłużny do najbliższego rowu, rzeki lub doliny.

**W celu zabezpieczenia od zasp śnieżnych i piaszczystych** należy:

1) unikać małych nasypów poniżej 0,3 saż. (0,64 m) wysokości i wykopów o głębokości niedochodzącej do 0,5 saż. (1,07 m);
2) rozszerzać wykopy mniej niż 1 saż. (2,13 m) głębokie, górą do 8 saż. (17,07 m);
3) nie wyrąbywać lasów i krzewów wzdłuż granic wywłaszczenia;
4) zaopatrzyć drogę w odśnieżnie przenośne.

**Projektowanie i rozmieszczenie budowli drogowych.** Ilość, rodzaj, prześwity i położenie budowli drogowych powinny odpowiadać warunkom bezpiecznego przepływu wód przy najwyższym ich stanie. Na rzekach spławnych należy uwzględnić dogodny ruch statków i tratew. Stosunki te wypada zbadać przed przedstawieniem odnośnych projektów, w których przekroje przepływu określają się na podstawie wydanych w tym celu przepisów ministeryalnych.

W parowach suchych lub wysychających latem, o ile przewidywać można przegon bydła, a nasyp przewyższa 1 saż. (2,13 m), należy projektować otwarte mosty jednoprzęsłowe, o prześwicie przynajmniej 2 saż. (4,27 m).

Opory przepustów sklepionych z cegły mają leżeć przynajmniej 0,1 saż. (0,21 m) nad najwyższym poziomem wód — otwory zasklepione kamieniem lub betonem mogą być zalewane powodzią do $^{5}/_{6}$ swej wysokości, z warunkiem jednak, aby w sklepieniach o strzałce $^{1}/_{3}$ lub więcej zwornik leżał co najmniej 0,4 saż. (0,85 m) [przy mniejszych strzałkach 0,25 saż. (0,53 m)] ponad najwyższem poziomem wód.

Przyczółki i filary mostowe i t. p. należy budować od razu na 2 tory, chyba że w pozwoleniu określono warunki odmienne.

**Przepusty sklepione i rury.** Przepusty mają być murowane i sklepione, albo pokryte metalem. Rozpiętość ich nie mniejsza niż 0,5 saż. (1,07 m), a nadsyp (łącznie ze żwirem) przynajmniej 0,5 saż. (1,07 m) między sklepieniem a podkładem. Grubość tej warstwy można wyjątkowo zmniejszyć do 0,2 saż. (0,43 m), przystosowując się jednak w takim razie do szczegółowo na ten cel wydanych przepisów.

Rury żeliwne (lano żelazne) pod koleją można stosować tylko w średnicach 0,5 do 0,75 saż. (1,07 do 1,60 m), albo też zastępować je rurami metalowemi innego rodzaju, zawsze jednak z przystosowaniem się do szczegółowych przepisów ministeryalnych.

**Mosty i wiadukty** mogą być sklepione, albo z dźwigarami metalowymi lub drewnianymi, a przyczółki ich i filary mają być murowane lub metalowe i mogą być ukośne; wierzchnia budowa jednak w zasadzie ma być prostokątna, a w wyjątkowych razach, z pozwolenia ministeryum i dźwigary mogą być ukośne.

Spadki na mostach nie mają być większe niż 0,006, a na spadkach ponad 0,001, oraz w krzywych, można budować mosty jednoprzęsłowe tylko o rozpiętości nie przekraczającej 7 saż. (14,93 m) w prześwicie. W mostach dłuższych oddzielne przęsła nie mają przekraczać 5 saż. (10,67 m) prześwitu. Dźwigary mostowe układają się poziomo, spadek zaś otrzymuje się przez stosowne ułożenie poprzecznic.

Między ciosem poddźwigarowym, a krajem przyczółka lub filara, ma się pozostawać przynajmniej 0,25 saż. (0,52 m) muru, cała zaś szerokość przyczółka lub filara jednotorowego w żadnym razie nie ma być mniejsza niż 2 saż. (4,27 m) przy wysokościach do 2,5 saż. (5,33 m), a nie mniejsza niż 2,5 saż. (5,33 m) przy wyższych mostach. Przy dwóch torach szerokość nie mniej niż 4 saż. (8,53 m), niezależnie od wysokości.

Na mostach o prześwicie 2 saż. (4,27 m) lub więcej i na wszelkich mostach w obrębie stacyi należy ustawiać wspory z poręczami. Odstępy w prześwicie między drewnianemi poprzecznicami (podkładami) na mostach nie mają przekraczać 8″ (0,2 m).

**UWAGA.** Dźwigary drewniane można stosować tylko jako czasowe, oraz na liniach objazdowych. Wysokość takich mostów nie ponad 4 saż. (8,53 m) w krzywych do 500 saż. promienia, a nie ponad 6 saż. (12,80) w krzywych o większym promieniu i w prostych. Spód dźwigara ma być przynajmniej 0,50 saż. (1,07 m) ponad najwyższym poziomem wód spiętrzonych, a na rzekach spławnych wysokość tę określa się w porozumieniu z Zarządem Okręgu komunikacyi. Okólniki ministeryalne określają rodzaje muru i zaprawy. Przyczółków nie należy zasypywać ziemią zmarzłą, gliniastą lub torfiastą.

**Stożki nasypowe, zabezpieczenia od podmycia, tamy przy mostach i t. p.** Stoki stożków nasypowych przy przyczółkach 1 : 1 do wysokości 3 saż. (6,4 m), u stożków wyższych dodaje się na każdy sażeń nadmiaru wysokości po 0,25 saż. (0,53 m) do promienia podstawy stożka. Stoki te, jako też i dno mostu i t. p. trzeba wzmacniać należycie, a w razie potrzeby dodaje się tamy kierownicze pod wodę, a odwodzące z wodą.

**Tunele** w przekroju poprzecznym powinny odpowiadać wymiarom **obrysia** (gabarytu). W obydwóch ścianach tunelu naprzemiany trzeba w odstępach 30 saż. (64 m) porobić wnęki schroniskowe. Jeżeli dwutorowy tunel ma narazie służyć tylko na jednotorową przelotność kolei, to można, zasklepiwszy tunel na 2 tory, o ile to nie powoduje niebezpieczeństwa, nie przebijać drugiej połowy tunelu. Tunel zasklepia się kamieniem w gruntach nieścisłych lub w skałach wietrzących, natomiast w gruntach suchych sklepienie to może być z cegły wyborowej. Wodę z nad sklepienia i z poza ścian należy odprowadzić, a również i wodę zbierającą się w samym tunelu. Oświetlenie i przewietrzanie tunelu jest również niezbędne.

**Materyały** na budowle drogowe powinny czynić zadość przepisom ministeryalnym.

**Przejazdy.** Ilość przejazdów ustanawia się zgodnie z § 165 Ustawy Ogólnej Kolei Rossyjskich i podlega zatwierdzeniu Inspektora budowy kolei, ustrój zaś przejazdów ma być zgodny z przepisami technicznymi. Inne koleje, tramwaje, a także ważniejsze drogi bite, lub wskazane przez Min. Kom., albo Min. Wojny, nie mają przecinać w poziomie kolei budowanej; to samo stosuje się i do przejazdów w wykopach ponad 3 saż. (6,4 m) głębokich, o ile ich się nie przesunie objazdem do dogodniejszego punktu.

Wykazy przejazdów niestrzeżonych ustanawia władza inspektorska w porozumieniu z inżynierem naczelnym lub z zarządzającym drogą.

Przejazdy ponad koleją do wysokości 6 saż. (12,8 m) mogą być drewniane, z takimiż filarami na podmurowaniu, lecz z żelazną osłoną blaszaną lub powłoką niepaluą na tych częściach, pod któremi będą chodziły pociągi.

**Wierzchnia budowa** kolei powinna się przystosować do taboru i przewidzianej prędkości jazdy, w każdym razie powinna ona bezpiecznie znosić jazdę normalnych, sprzężonych parowozów ośmiokołowych z prędkością 45 w. (48 km) na godz. i pospiesznych parowozów osobowych z prędkością 60 w godz. (64 km godz.).

Prześwit toru 0,714 saż. = 5 st. ang. = 1,524 m.

Odstęp torów, od środka do środka, ma być conajmniej: na szlaku 1,77 saż. (3,77 m), a na stacyach dla torów głównych i osobowych 2,5 saż. (5,33 m), dla pozostałych 2,27 saż. (4,84 m).

O ile na międzytorzu ma stanąć żóraw wodociągowy, sygnał i t. p., to odstęp torów zwiększa się zgodnie z wymaganiami obrysia (gabarytu).

Tory spoczywają na podtorzu z gruboziarnistego piasku, żwiru lub szabru, wyjątkowo z innych, odpowiednich materyałów.

Na szlaku, w suchych wykopach i piaszczystych nasypach do 1 saż. (2,13 m) wysokich, grubość tej warstwy ma być przynajmniej 0,25 saż. (0,53 m); w mokrych zaś wykopach i na wyższych nasypach 0,27 saż. (0,57 m); na stacyach wreszcie i na międzytorzu warstwę tę można zmniejszyć do 0,23 saż. (0,49 m) grubości. Stosując żwir lub szaber można, grubość warstwy zmniejszać o 0,05 saż. (0,11 m), na gruncie gliniastym natomiast wypada ją stosownie zwiększać. Szerokość podtorza, mierzona w poziomie spodu szyn, ma być przynajmniej 1,45 saż. (3,09 m), stoki boczne zaś nie bardziej strome niż 1 : $1^1/_2$.

**Podkłady.** Szyny spoczywają na poprzecznych podkładach drewnianych, wymiarów zgodnych z przepisami ministeryalnymi.

Na torach stacyjnych, oprócz głównych przejściowych, można układać podkłady mniejszych rozmiarów, a mianowicie podług typu kolei drugorzędnych.

Ilość podkładów pod szyną i ich rozkład podlega zatwierdzeniu ministeryalnemu.

Wymiary podkładu mają być takie, aby spokojny nacisk parowozu, rozłożony równomiernie na całą podstawę podkładu, nie powodował większego ciśnienia niż 1 pud/cal (2,50 kg/cm²).

**Szyny** stalowe, według typu zatwierdzonego przez Min. Kom., oblicza się podług największych nacisków koła taboru projektowanego, lecz na nacisk nie mniejszy niż 7000 kg na koło. Naprężenie, obliczone podług wzorów Zimmermann'a, nie ma przekraczać 1400 kg/cm² przy obciążeniu spokojnem, a 2000 kg/cm² przy obciążeniu dynamicznem, t. j. przejeżdżającem po szynie z największą dozwoloną prędkością jazdy.

Wspomniany wzór Zimmermann'a brzmi:

$$R = M\frac{Z}{J} = \frac{8\frac{k}{\mu}+7}{16\frac{k}{\mu}+40}\,Pl\cdot\frac{Z}{J},$$

a w nim oznacza:

$P$ nacisk koła w kg,
$l$ odstęp między osiami podkładów w cm,
$\frac{Z}{J}$ moment wytrzymałości przekroju szyny w cm³,
$\frac{k}{\mu} = \frac{12\,EJ}{0{,}89\,a\,b\,C\,l^3}$, przyczem znaczenie oddzielnych czynników jest następujące
$E$ współczynnik sprężystości stali = 2000000 kg/cm²;
$J$ moment bezwładności przekroju szyny w cm⁴;
$a$ szerokość, $b$ długość podkładu w cm;
$C$ współczynnik podtorza = 4: a $l$ jak wyżej podano.

Przy obciążeniu dynamicznem nacisk $P$ zastępuje się naciskiem $P^1$, wartości:

$$P^1 = \frac{P}{1-\frac{8\frac{k}{\mu}+7}{16\frac{k}{\mu}+40}\cdot\frac{Pl v^2}{EJg}},$$

w którym to wzorze, oprócz oznaczeń powyżej już podanych, $v$ oznacza prędkość jazdy w cm/sek., a $g$ przyspieszenie ciężkości 98,1 cm/sek².

**Łączniki**, t. j. złączniki do szyn. Szyny łączy się nawzajem ze sobą na zetkniach, a przytwierdza do podkładów tak, aby zapobiedz ich pełzaniu. Ustrój złączenia podlega zatwierdzeniu ministeryalnemu. Łubki obustronne mają być nie płaskie, lecz kształtowe, razem o momencie bezwładności przynajmniej 60% momentu szyny. Złącza wiszące przynajmniej na 4 śruby. Na podkładach przy lub pod złączem, a w torach głównych na wszystkich podkładach mostowych (poprzecznicach) układać należy podkładki żelazne lub stalowe z wyżłobieniem na szynę. W krzywych o promieniu niżej 500 saż. (1067 m) układa się takie podkładki:

a) na każdym podkładzie, gdy promień krzywości < 250 saż. (534 m).
b) co drugi podkład w krzywych o promieniu od 250 do 500 saż. (534 do 1067 m).

Szynę do podkładu przytwierdza się dwiema żabkami (hakami) lub dwoma wkrętami (tirefond); w krzywych o promieniu mniejszym niż 500 saż. (1067 m) dodaje się po jednej żabce lub po jednym wkręcie.

**Budynki drogowe.** Dla dozorców, dla stróży przejazdowych i obchodowych i dla robotników należy zbudować niezbędne domy mieszkalne. Ilość ich, oraz rozmieszczenie podlega zatwierdzeniu inspektora budowy kolei lub naczelnika robót. Powierzchnia wewnętrzna planu tych budynków ma być przynajmniej: dla domków dozorców 25 saż.² (113,8 m²); dla domków starszych robotników i robotników 15 saż.² (68,3 m²); a dla domków dróżników 6 saż.² (27,31 m²).

Zabudowania gospodarcze przy tych domkach mają mieć powierzchnię pożyteczną przynajmniej równą 33% powierzchni samych domków pierwszych dwóch kategoryi, a 50% domków dróżniczych.

Niezbędna jest studnia obok lub zbiornik na wodę w razie jej dowożenia.

**Wskaźniki drogowe.** Wzdłuż drogi ustawia się słupy wiorstowe i wskaźniki podziałowe, oraz wskaźniki pochyłości i krzywości na początku i końcu odnośnych części szlaku.

**Tory i budynki na stacyach.** Projekt stacyi należy przystosować do największej przelotności kolei i do przepisów Min. Kom. w ten sposób, aby tory i budynki nie

przeszkadzały przyszłemu rozwojowi. A zatem budynki wodne wypada budować w odstępie przynajmniej 7 saż. (14,9 m) od osi najbliższego toru, inne zaś budynki jeszcze dalej od toru głównego; odstęp dworca od toru głównego (z wyjątkiem stacyi I i II klasy) ma być dostateczny, by w przyszłości między nimi można było ułożyć jeszcze 2 tory dodatkowe na stacyach, a jeden na przystankach. Użytkowa długość torów (między wskaźnikami rozjazdowymi) dla linii przyjazdowej, wyjazdowej i do wymijania się powinna wystarczać na najdłuższy pociąg dwuparowozowy. Przynajmniej jeden z torów stacyjnych (oprócz głównego) powinien dla wymijania się pociągów mieć długość użytkową nie mniejszą niż 315 saż. (672 m), inne zaś 235 saż. (501 m). Toru głównego nie należy zajmować podczas przerządzania pociągów (manewrów).

**Dworce (osobowe).** Powierzchnia wewnętrzna w planie dworców klasy I podług projektów szczegółowo zatwierdzanych: klasy II 200 saż.² (910 m²); klasy III 125 saż.² (569 m²); klasy IV 42 saż.² (191 m²); na przystankach 20 saż.² (91 m²). Oddalenia wzajemne stacyi bufetowych z kuchnią gorącą nie mają przekraczać 150 w. (160 km).

W dworcach wszystkich klas mają być oddzielne pokoje dla kobiet, z wygódkami, umywalkami i t. p., dla mężczyzn zaś tylko w dworcach trzech pierwszych klas. Na wszystkich stacyach trzeba urządzać wewnętrzne **waterklozety** dla mężczyzn i kobiet, oraz ogrzewane **ustępy** na zewnątrz dworca.

W każdym dworcu powinien być **oddział pocztowy**, a gdzie potrzeba i pokoje dla wojskowych komendantów stacyi, dla członków zarządu, dla służby pociągowej i parowozowej. Dworce piętrowe mają być murowane, partorowe zaś mogą być drewniane, lecz na podmurowaniu.

**Wsiady (perony)** przy dworcach powinny mieć przynajmniej 75 saż (160 m) długości, jednakże dla bezbufetowych dworców klasy III i dla dworców klasy IV starczy 50 saż. (106,7 m). Wzniesienie wsiadów ponad wierzchem toru 0,125 saż. (0,27 m); w przypadkach właściwych Min. Kom. może jednak pozwolić na wzniesienie 0,5 saż. (1,07 m).

Przy dworcach klasy I i II nad wsiadami powinny być daszki (strzechy).

Szerokość wsiadów obok dworca 3 — 4 saż. (6,4 — 8,53 m), poza dworcem 2 — 3 saż. (4 27 — 6,4 m).

Gdy dworzec znajduje się zdala od wsiadu, to podłoga jego nie ma być na więcej niż 1 saż. (2,13 m) poniżej wsiadu, a natenczas przejście łączące musi być przynajmniej 6 saż. (12,8 m) szerokie, różnicę poziomów zaś należy przezwyciężać schodami nie bardziej stromemi niż w stosunku $1^2/_3 : 1$.

Przy wsiadach w miarę potrzeby budują się oddzielne składy kryte na towarownię pospieszną.

Najmniejsza szerokość wsiadów międzytorowych ustroju wzniesionego 1,5 saż. (3,2 m), nizkiego zaś 2,0 saż. (4,27 m).

**Ładownie** do ładowania i wyładowywania towarów przynajmniej 4 saż. (8,53 m) szerokie, przy długości zależnej od rodzaju i rozmiarów ruchu towarowego. Ładownie w razie potrzeby należy pokrywać strzechami, zaopatrywać w budki dla wagowego, towarownie kryte dla cenniejszych towarów i t. p.

Na żądanie Min. Wojny należy urządzać ładownie wojskowe 150 saż. (320 m) długie, a 5 saż. (10,7 m) szer., oddzielne wsiady 3 saż. (6,4 m) szer., z torami długości odpowiedniej na 50 wagonów.

**Domy mieszkalne na stacyach** należy budować dla wszystkiej służby stacyjnej w miejscowościach mało zamieszkałych, w innych zaś razach tylko dla tych pracowników, których obecność bez przerwy jest niezbędną na stacyach.

Ogólna powierzchnia tych domów powinna przystosować się do etatu służby stacyjnej i do norm Min. Kom., a w każdym razie ma być nie mniejsza niż po 6 saż.² (27,3 m²) na każdą wiorstę kolei. Zabudowanie gospodarcze przynajmniej $^1/_3$ tak określonej powierzchni, która nie obejmuje jeszcze pokoi dla służby pociągowej i parowozowej, łaźni, lecznic, szpitali i t. p.

**Parowozownie, szopy na wagony i naprawiarnie.** Parowozownie przynajmniej na 60%, szopy na wagony na 6% taboru, naprawiarnie według norm Min. Kom., który zatwierdza też rozmieszczenie wszystkich tych budynków.

**Rozjazdy, sygnały, obrotnice i inne przynależytości stacyi.** W projektach stacyi należy podać liczbę wjazdów i ich przeznaczenie, oraz stanowiska zwrotniczych. Zwrotnice i krzyżownice powinny być ze stali lub z szyn stalowych. Krzyżownice mogą też być z żeliwa (lanego żelaza) utwardzonego. Zwrotnice wejściowe na torach głównych powinny mieć sygnały dzienne i nocne. Każda stacya i przystanek muszą być ogrodzone sygnałami. Zespolenie zwrotnic i sygnałów na stacyach, które wskaże Min. Kom.

Waga setna tam, gdzie stacya ładuje rocznie przeszło $^1/_2$ miliona pudów towarów narzutnych.

Na stacyach z parowozowniami muszą być obrotnice lub trójkąty torowe dla nawrotu parowozów. Średnica obrotnicy przynajmniej 63' (19,2 m).

Na każdym oddziale drogowym powinien być skład na materyały zapasowe do torów i na narzędzia, również warsztaty i kuźnia.

Na potrzeby kolei lub dla celów wojskowych należy na odpowiednich stacyach urządzić składy węgla, materyałów, nafty i t. p. Wszystkie stacye powinny otrzymać dojazdy brukowane do dworca i do ładowni, oraz niezbędne ogrodzenia.

**Zaopatrzenie kolei w wodę.** Ilość wody niezbędnej stosuje się do przelotności kolei i do potrzeb miejscowych. Największe oddalenie wzajemne stacyi z basztami wodnemi określa się w zależności od podłużnego obrysu drogi, oraz od ustroju samych parowozów i tendrów.

Ilość wody na każdej stacyi wodnej oblicza się według zasad poniższych:

a) na każdą pociągowiorstę użytkowego obiegu parowozu, określoną podług poziomej długości zastępczej obrysu, liczy się po 6 stóp$^3$ (0,17 m$^3$), a na zawartość tendra 400 stóp$^3$ (11,33 m$^3$).

b) na przerządzanie wagonów, oraz na potrzeby naprawiarni, parowozowni i domów mieszkalnych, na stacyach z parowozowniami głównemi: 10 saż.$^3$ (97,1 m$^3$), z podrzędnemi: 4 saż.$^3$ (38,9 m$^3$), a na stacyach bez parowozowni i t. p. po 1 saż.$^3$ (9,7 m$^3$) na dobę.

c) dla przewozu wojsk na stacyach końcowych i z parowozowniami 2,5 saż.$^3$ (24,27 m$^3$) i po 1 saż.$^3$ (9,71 m$^3$) na innych stacyach.

Na stacye wodne wypada przeznaczać wedle możności stacye, położone blizko naturalnych, dostatecznie obfitych zbiorników wody. W ich braku można urządzać zbiorniki sztuczne. Zdatność wody do użycia należy sprawdzić przez rozbiór chemiczny i t. p.

Pompy napędza się silnikami mechanicznymi, a pompownię stosownie do warunków miejscowych stawia się albo przy naturalnym zbiorniku wody, albo też przy, a nawet w samej baszcie wodnej.

Urządzenia pompowni mają być w możności dostarczania ilości wody, obliczonych na dobę podług zasad powyżej określonych, w przeciągu 18 godz., a jeżeli ustawiono pompę zapasową, to, bez jej uwzględnienia, w ciągu 24 godz.

Zawartość zbiornika w baszcie wodnej ma być nie mniejsza niż $^1/_4$ zużycia przez parowozy na dobę i w każdym razie nie mniejsza niż 8 saż.$^3$ (77,7 m$^3$), a poziom wody w nim przynajmniej 4,5 saż. (9,6 m) ponad wierzchem toru.

Na każdej stacyi i przystanku, zaopatrzonym w wodę, powinny być przynajmniej 2 żórawie wodne przytorowe, a prócz tego jeden żóraw w parowozowni i tamże stosowna ilość kurków do przepłókiwania parowozów. W naprawiarniach i na terenie stacyjnym wogóle należy rozstawić hydranty przeciwpożarne i kurki czerpalne.

Średnice rur mają być przynajmniej: rur tłocznych 4'' (0,1 m), przy zużyciu do 40 saż.$^3$ (388 m$^3$) na dobę; rur rozprowadzających 6'' (0,15 m) przy długości przewodu do 300 saż. (640 m). Jeżeli ilość, względnie długość jest większa, to średnicę zwiększa się o 1'', a przy długości przewodu ponad 500 saż. (1070 m) oblicza się średnicę tak, aby każdy żóraw dawał przynajmniej $^1/_2$ stopy$^3$ (0,014 m$^3$) wody na sek.

**Telegraf i telefon.** Między stacyami powinien być telegraf elektromagnetyczny o 3-ch przewodnikach: 2 druty o średnicy 5 mm, trzeci zaś 4 mm.

Domki dozorców na linii mają mieć połączenie telefoniczne ze stacyami.

Urządzenie telegrafu ma być zgodne z przepisami Min. Kom. i Zarządu Poczt i Telegrafów.

**Tabor.** Kolej należy zaopatrzyć w tabor stosownie do zamierzonej zdolności przewozowej. Parowozy towarowe i tendry nie mają być lżejsze, ani słabsze od normalnych parowozów 8-mio kołowych.

Siła pociągowa parowozów osobowych ma być dostateczna, aby pociąg przynajmniej 200 ton ważący, na prostej wznoszącej się przynajmniej w stosunku 0,002, mógł ciągnąć z prędkością 60 w. (64 km) na godz. Parowozy mają posiadać hamulce i wytrzymywać jazdę z prędkością 90 w. (96 km) na godz.

Wagony towarowe, albo podług typu normalnego, albo ulepszone; osobowe zaś klasy I i II, oraz połowa klasy III mają być ośmiokołowe, na wózkach pulmanowskich i z urządzeniem sypialnem, reszta zaś wagonów III klasy może być zwykła, sześciokołowa.

Ilość wagonów hamulcowych określa się zgodnie z przepisami, a mianowicie towarowych dla prędkości 45 w. (48 km), a osobowych dla 90-ciu w. (96 km) na godz.; wszystkie zaś wagony powinny być przysposobione do zastosowania zespolonych hamulców samodziałających.

**Części, jakie powinien zawierać projekt budowy kolei:**

a) Plan kolei na mapie w podziałce 10 w. na cal (1 : 42000).
b) Takiż plan w podziałce większej, przystosowanej do istniejących map.
c) Przekrój podłużny w podziałce 0,0001 dla długości poziomych, a 0,001 dla wysokości.
d) Normalny przekrój poprzeczny torowiska i budowy wierzchniej pod jeden i dwa tory w podziałce 0,01.
e) Przekroje poprzeczne trzeba dołączać dla tych części, w których kolej przechodzi po stokach wzgórz bardziej pochyłych niż 1 : 5. Podziałka 0,005 dla długości poziomych, a 0,01 dla wysokości. Torowisko pod drugi tor należy wkropkować.
f) Plany i przekroje rzek spławnych i nawadniających.
g) Plany okolic podmiejskich, przez które kolej przechodzi.
h) Plany z warstwicami, w miarę potrzeby objaśnienia prawidłowości obranego kierunku.
i) Wykaz robót ziemnych na każdą wiorstę torowiska.
j) Wykazy prostych i krzywych, pochyłych i poziomych, ze wskazaniem stosunku procentowego: wykazy poziomych długości zastępczych dla szlaków w obydwóch kierunkach, z obliczeniem spółczynnika zastępczego tak dla oddzielnych szlaków, jako też dla całej drogi.
k) Wykreślne rozkłady jazdy pociągów zwykłych i wojskowych z obliczeniem czasu przejazdu przez oddzielne szlaki.
l) Wykreślne rozkłady obiegu parowozów z rozmieszczeniem parowozowni.

Żądane w powyższych przepisach odezwy różnych władz należy dołączyć do projektu.

Oprócz tego projektu ogólnego trzeba przedstawić jeszcze Min. Kom. do zatwierdzenia:

1) Rysunki normalne budowli drogowych, wzmocnienia tam, budowy wierzchniej, budynków drogowych i stacyjnych, oraz ustroju toru i urządzeń stacyjnych.
2) Wykazy: robót ziemnych co 50 saż. (106,7 m), tam na rzekach, budowli drogowych; wykaz stacyi i przyrządów telegraficznych, podział linii na oddziały, odstępy, działki robocze i obchodowe; wykazy przejazdów i budynków drogowych; etat osobowy z wykazem mieszkań, narzędzi drogowych, mebli i innych urządzeń stacyi i oddziałów; wykazy zmian służby parowozowej i pociągowej; obliczenie powierzchni naprawiarni i ich urządzeń.
3) Projekty większych mostów, projekty stacyi z dokładnymi opisami, projekty stacyi wodnych z obliczeniami.
4) Projekty taboru.

Wszystkie projekty i wykazy przedstawiają się do odpowiedniego Zarządu Min. Kom, przynajmniej na 2 miesiące przed rozpoczęciem robót lub zamówień.

**Odbiór kolei przed jej otwarciem.** Komisyi sprawdzającej należy przedstawić wszelkie projekty, rysunki i wykazy określone przepisami wydanemi na ten cel przez Min. Kom.

## b. Przepisy dotyczące budowy i ruchu parowozowych kolei podjazdowych do użytku publicznego. *)

Zatwierdzone przez Min. Kom. 30 czerwca 1892 r.

Streszczenie.

**Koleje podjazdowe** głównych kolei żelaznych bywają trojakiego rodzaju:
1) o torach podatnych dla wszelakiego taboru kolei głównej,
2) o torach podatnych tylko dla wagonów, nie zaś dla parowozów kolei głównej.
3) o torach niepodatnych ani dla parowozów, ani dla wagonów kolei głównej.

*) Zbiór rozporządzeń Min. Kom., dotyczące służby drogowej dr. żel. Tom II, str. 115 — 138.

Uwaga. Przepisy te nie dotyczą kolejek do prywatnego użytku jednego lub kilku zakładów górniczych.

**Wybór rodzaju** kolei podjazdowej zależy od projektującego, z warunkiem jednak przystosowania się do § 24 prawa o kolejach podjazdowych.

**Przepisy niniejsze dotyczą** tylko parowozowych kolei podjazdowych, o torze dwutokowym i o prędkości jazdy, nie przekraczającej 25 w. (26,7 km) na godz. Odstępstwa od tych przepisów wymagają przyzwolenia Min. Kom.

**Szerokość toru** dwóch pierwszych rodzajów kolei podjazdowych musi być ta sama jak linii głównej, trzeciego zaś rodzaju może być odmienna, nie mniejsza wszakże niż 0,6 m.

**Największa pochyłość** nie ma przekraczać 0,04, a określa się w zależności od siły i ustroju parowozów.

Na załamaniach obrysu podłużnego różnica pochyłości szlaków do siebie przylegających nie ma przekraczać 0,01, a gdy tylko przekracza 0.005, to punkt takiego załamania powinien leżeć przynajmniej w odległości 5 saż. (10,7 m) od mostu.

Najmniejszy dozwolony **promień krzywości** toru zależy i od szerokości toru i od ustroju taboru i od dozwolonej prędkości jazdy. Między dwiema krzywemi przeciwnej krzywości wstawia się wstawka prosta, przynajmniej 5 saż. (10.7 m) długa. Początki krzywych nie mają leżeć na załamaniach obrysu podłużnego drogi.

**Szerokość grzbietu torowiska** ma być przynajmniej równa trzykrotnej szerokości toru, a w żadnym razie nie mniejsza niż 1 saż. (2,13 m). Gdy tor leży na podtorzu, wówczas torowisko poszerza się z każdej strony o 0,05 saż. (0.11 m). Przy dwóch lub większej liczbie torów odległość wewnętrznej krawędzi szyny toku skrajnego od wierzchniej krawędzi torowiska nie ma być mniejsza niż szerokość samego toru. Pochyłość stoków torowiska zależy od rodzaju gruntu. Torowisko trzeba należycie odwodnić.

**W miejscowościach podlegających powodziom** i torowisko (stosownie do uznania projektującego) może podlegać zalewom; w przeciwnym zaś razie powinno ono o tyle wznosić się nad poziomem wód spiętrzonych, aby się ruch na kolei podjazdowej mógł odbywać bezpiecznie.

Budynki i inne przedmioty stałe nie powinny wchodzić w **obrysia** torów, zatwierdzone przez Min. Kom. dla dróg znaczenia państwowego, t. j. dla kolei o prześwitach toru: 5 st. (1,524 m), 4′ 8½″ (1,435 m) i 3′ 6″ (1,067 m). Podobne obrysia dla torów o prześwicie 1,0 m i 0,75 m podano w rys. 883-e i 883-f na str. 221. Dla torów odmiennej szerokości miarodajnem będzie obrysie najbliższej, większej z szerokości powyżej podanych. Obrysia te normują odległość budynków i t. p. od toru w prostej; w krzywych odległości te należy zwiększyć stosownie do pochylania się obrysia na torze pochylonym.

**Międzytorze** na linii oblicza się tak, aby między obrysiami, dozwolonemi dla taboru, pozostawał jeszcze prześwit 0,2 saż. (0,42 m), na stacyach zaś przynajmniej 0,7 saż. (1,49 m).

**Podtorze** może być z materyałów miejscowych: piasku, żwiru, szabru lub żużlu.

Warstwa podtorza ma mieć grubość przynajmniej 0,06 saż. (0,13 m), licząc od spodu podkładu pod linią szyn. Szerokość tej warstwy (w poziomie spodu szyn) powinna sięgać poza końce podkładów przynajmniej 0,075 saż. (0,16 m).

Grubość warstwy tej na gruntach gliniastych i nieścisłych należy zwiększać do 0,1 saż. (0,21 m). Na torowisku z gruntu jednakowego z podtorzem, pod torami, po których nie przechodzą pociągi, grubość podtorza można zmniejszyć nawet do zera.

Zasypywanie okienek między podkładami na prostych o mniejszej pochyłości niż 0,005 nie jest obowiązkowe.

**Ilość podkładów** na wiorstę, jako też ich wymiary, określają się w zależności od rodzaju szyn, ich przyborów, oraz wagi taboru.

**Najmniejsze wymiary toru** o szynach Vignola, przytwierdzanych żabkami (hakami), określają się jak następuje: podkłady wystają poza zewnętrzny spód szyny o 0,15 saż. (0,32 m). **Szerokość podkładu** taka, aby największy nacisk koła, równomiernie rozdzielony na łoże podkładu nie przekraczał 1 puda na cal kw. (2,54 kg/cm²). **Grubość podkładów** dla kolei podjazdowych pierwszego rodzaju przynajmniej 5″ (0,13 m), dla pozostałych zaś nie mniej niż 4½″ (0.11 m).

Uwagi. Grubość 5″ (0,13 m) podkładu stosuje się też do wszystkich kolei podjazdowych o nacisku osi taboru, większem niż 10 ton; o ile jednak żabki (haki) zastąpi się bezpieczniejszem przytwierdzeniem szyn, to można zmniejszyć i grubość podkła-

dów. Przy zastosowaniu podkładów podłużnych trzeba nadawać im grubość i szerokość dostateczną, aby nie pękały przy wbijaniu żabek i aby przenosiły naciski prawidłowo na podtorze; nadto trzeba łączyć je ściągami poprzecznymi.

**Typ szyn** dobiera projektujący, obliczając przekrój ich w zależności od największego nacisku kół taboru, oraz od ustroju pozostałej budowy wierzchniej. Pozwala się stosować i szyny używane, byle wytrzymały bezpiecznie obciążenia przy największych, dozwolonych prędkościach jazdy.

**Naprężenie** materyału nie ma przekraczać 12 kg/cm² dla stali, a 7,5 kg/cm² dla żelaza.

**Pochylenie szyn** o $^1/_{20}$ ku środkowi toru obowiązuje tylko wtedy, gdy koła taboru mają obręcze stożkowate.

**Szyny** ułożone w torach należy przytwierdzać prawidłowo do podkładów, a na zetkniach łączyć właściwymi łączniakami i zabezpieczać je tak od pełzania w kierunku toru, jako też od poprzecznego przesuwania się lub pochylania.

**Budowle drogowe** mogą być murowane, betonowe, metalowe lub drewniane, przyczem naprężenie materyałów nie ma przekraczać granic dozwolonych przez Min. Kom.

**Otwory mostów** i przepustów mają zapewniać bezpieczny odpływ największych wód, dogodny spław i żeglugę na rzekach spławnych, a same mosty należy zabezpieczyć od kry i zatorów.

Mosty można też zastąpić promami. Kolej może przecinać **drogi jezdne** w tym samym poziomie, lecz kąt przecięcia nie ma być mniejszy niż 30°, w przeciwnym zaś razie należy kierunek drogi odchylić.

**Szerokość przejazdu** ma być przynajmniej 1,5 saż. (3,2 m), a stromość wjazdów na przejazdy nie ma przekraczać 0,05. Gdy nasyp wjazdu jest wyższy niż 0,5 saż. (1,07 m), wypada brzegi jego ochronić słupkami, poręczami lub żywopłotami. Przejazd w granicach torowiska, a więc i między szynami, trzeba wybrukować lub wyłożyć pokładem drewnianym. Rogatki są niezbędne tylko na przejazdach strzeżonych.

Przy przecięciu się kolei podjazdowych z liniami głównemi lub innemi kolejami podjazdowemi w jednym poziomie, a także obok tuneli i mostów rozwodzonych, należy ustawiać stałe sygnały i posterunki strażnicze.

Przy budowie kolei podjazdowej wypada baczyć na zabezpieczenie jej od **zasp śnieżnych**, jeżeli przewiduje się ruch pociągów zimą.

**Stacye i przystanki.** Liczba stacyi i przystanków, urządzanych na koszt właściciela, pozostawia się jego uznaniu. Jeżeli jednak Min. Kom. zastrzeże swój nadzór nad daną koleją, to ono też rozstrzyga i kwestye powyższe.

Stacye mogą leżeć na pochyłości do 0,003, przystanki zaś do 0,004, wreszcie przystanki wyłącznie osobowe nawet do 0,006.

Długość użytkowa torów do wymijania zależy od długości największego pociągu. Stacye trzeba zaopatrzyć w wodę niezbędną dla ruchu kolejowego i na cele postronne.

**Budynki stacyjne i mieszkalne.** Na stacyach, gdzie wsiadają lub wysiadają podróżni wypada zbudować stosowne dworce, a przynajmniej schroniska. Parowozownie mogą być nawet drewniane.

**Pas gruntu** pod kolej określa się według istotnej potrzeby torowiska z rowami i stokami, odwałami, budowlami i t. p., z dodaniem jeszcze obustronnych pasków 0,5 saż. (1,07 m) szerokich, na zapas. Gdzie ziemia cenna, można zmniejszyć szerokość pasków zapasowych. Przy wywłaszczaniu pasów szerszych niż powyżej określone, trzeba ich niezbędność wymotywować.

Kolej podjazdowa, ułożona na drodze bitej lub zwyczajnej, nie powinna przeszkadzać bezpiecznej jeździe i wymijaniu się zwykłych wozów.

**Sposób porozumiewania się stacyi** między sobą pozostawia się uznaniu projektującego.

**Tabor.** Ustrój części biegowych i rozstawa osi powinny się przystosowywać do dozwolonych promieni łuków.

**Obrysia (gabaryty) taboru** należy stosować:

a) dla torów o prześwicie 5′ (1,524 m), 4′ 8½″ (1,435 m) i 3′ 6″ (1,067 m) obrysy zatwierdzone dla kolei państwowych;

b) dla torów o prześwicie 1,00 m i 0,75 m obrysia specyalnie przepisane;

c) dla torów innej szerokości należy stosować obrysie przepisane dla najbliższego, szerszego z prześwitów powyżej podanych.

Największe **obciążenie osi** taboru naładowanego powinno odpowiadać wytrzymałości budowy wierzchniej toru i budowli drogowych.

**Parowozy.** Prężność pary w kotle parowozu na kolejach podjazdowych nie ma przekraczać 15 atmosfer. Każdy parowóz powinien posiadać następujące przybory i urządzenia:

a) przy kotle nie mniej jak dwa zawory bezpieczeństwa, z których jeden ma być tak urządzony, aby nie można było zwiększać jego naciążenia, a powinno ono dozwalać

na dostateczne uchylanie się zawora, aby para przy nadmiernej prężności swobodnie mogła uchodzić;

b) 2 od siebie niezależne przyrządy do zasilania kotła wodą;

c) 2 wodoskazy, z których jednym może być rurka szklana z siatką ochronną, drugim zaś mogą być kurki dozorcze, w liczbie przynajmniej dwóch, z których dolny ma leżeć tak wysoko, aby na największym spadku był jeszcze zapas 50 mm nad paleniskiem, gdy para zaczyna wychodzić z tego kurka;

d) wskaźnik najniższego dozwolonego stanu wody;

e) przynajmniej jeden korek łatwotopliwy w podniebieniu paleniska;

f) manometr z oznaczeniem najwyższej dozwolonej prężności pary w kotle;

g) gwizdawka parowa, dzwonek lub trąbka i urządzenia do przytwierdzenia sygnałów według instrukcyi o sygnałach;

h) iskrochłony i zabezpieczenia od wypadania węgli z paleniska;

i) sprzęgła i zderzaki z przodu i z tyłu parowozu i tendra;

k) latarnie do oświetlenia i sygnalizacyi;

l) schodki do wejścia na parowóz;

m) miejsce na parowozie lub tendrze dla paliwa i wody.

Przy przebieganiu pociągów kolei podjazdowej przez punkta zamieszkałe lub ulice miast, w granicach przystani i t. p. Min. Kom. może zarządzić stosowanie paliwa odpowiedniego lub nawet specyalnych silników.

Gdy kolej podjazdowa przechodzi przez ulice miast i wsi, to parowozy powinny mieć osłony ochronne na poruszających się mechanizmach. Na każdym parowozie mają być napisy: a) dozwolona, najwyższa nadprężność, b) dozwolona największa prędkość jazdy, c) data i miejsce ostatniej próby kotła, d) numer parowozu, e) rok wykonania i fabryka, która parowóz zbudowała.

**Wagony osobowe** i pocztowe mają być na resorach i posiadać sprzęgła sprężynujące, a przy prędkości jazdy, przekraczającej 15 w godz. (16 km/godz.) nadto i zderzaki sprężynujące; na zimę powinny one być ze wszech stron osłonięte, a jeżeli przebiegają drogi ponad 50 w. (53,3 km) to i ogrzewane.

**Projekt kolei podjazdowej.** Jeżeli przy wydaniu pozwolenia, na podstawie § 37 prawa o kolejach podjazdowych, zastrzeżono nadzór Min. Kom., to projekt kolei podjazdowej trzeba przedstawić temuż Ministeryum, albo jego miejscowemu zarządowi. Projekt ma się składać: z planu gruntów przeznaczonych do nabycia, z oznaczeniem kierunku linii (na mapie w podziałce 10 wiorst na cal lub większej), z przekroju podłużnego i normalnych przekrojów poprzecznych torowiska i budowy wierzchniej, z projektów lub typów budowli drogowych, szyn, oraz ich łączników, rozjazdów, ustroju toru, stacyi wodnych, budynków, sygnalizacyi i taboru.

Do projektu należy dołączyć i opis techniczny. O wyniku rozpatrzenia projektu właściciel kolei powinien otrzymać odpowiedź w przeciągu dwóch miesięcy od daty przedstawienia projektu.

Jeżeli nie zastrzeżono nadzoru Min. Kom., to starczy przedstawienie tylko ogólnego planu kierunku linii, oraz przekroju podłużnego.

**Otwarcie ruchu** na nowozbudowanej kolei podjazdowej odbywa się na zasadzie § 42 prawa o kolejach podjazdowych. Oględziny przez delegatów Min. Kom. lub jego Zarządu miejscowego mają się odbyć możliwie bez zwłoki, przyczem należy przedstawić: plany kierunku kolei i pasu zajętej ziemi, przekrój podłużny, przekrój poprzeczny torowiska i budowy wierzchniej, rysunki wykonawcze budowli drogowych, budynków, toru i taboru, dalej objaśnienia dotyczące ochrony i utrzymania toru z wyjaśnieniem, czy będzie się odbywał ruch nocny i czy przez cały rok bez przerw.

**Eksploatacya kolei podjazdowych.** Na zasadzie § 180 Ustawy ogólnej Dr. Ż. Rossyjskich eksploatacya kolei podjazdowych, publicznego użytku odbywa się pod **nadzorem inspekcyi rządowej.** Kolej podjazdową z przynależytościami i taborem trzeba tak utrzymywać, aby przy największej dozwolonej prędkości jazdy i obciążeniu taboru, ruch odbywał się z pełnem bezpieczeństwem, za które **odpowiedzialność,** na zasadzie § 39 prawa o kol. podj., ciąży na właścicielach kolei. Ich uznaniu pozostawia się też dozór nad torem i przejazdami, które jednakże należy oglądać przynajmniej raz na dobę.

**Przejazdy,** prócz znajdujących się na ulicach miejskich i wiejskich, oraz na traktach głównych, mogą pozostawać bez nadzoru. O ile z przejazdu pociąg nie jest z daleka widoczny, to na odległości ½ w (0.53 kl) należy ustawiać znaki ostrzegawcze. Zbliżając się do tego znaku, silniczy powinien ostrzegać przejeżdżających gwizdami lub innymi sygnałami słuchowymi. Nadzór nad przejazdami można powierzać miejscowym mieszkańcom.

Oprócz **hamulców** na parowozie i tendrze, powinna znajdować się jeszcze u wagonów każdego pociągu określona liczba hamulców czynnych, a to w zależności od istnie-

jących spadków, a mianowicie przy prędkości jazdy, nie przekraczającej 25 w godz. (26,7 km/godz.),

| na spadkach: | 0,002 | 0,005 | 0,008 | 0,009 | 0,010 | 0,015 | 0,020 | 0,025 | 0,030 | 0,040 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ma | $\frac{1}{15}$ | $\frac{1}{10}$ | $\frac{1}{9}$ | $\frac{1}{8}$ | $\frac{1}{7}$ | $\frac{1}{6}$ | $\frac{1}{5}$ | $\frac{1}{4}$ | $\frac{1}{3}$ | $\frac{1}{2}$ |

wszystkich osi być hamowana.

**Prędkość jazdy** na szlaku nie ma przekraczać 25 w/godz. (26,7 km godz.), a przy wjeżdżaniu na stacye, przy przejeżdżaniu z jednego toru na drugi i t. p., należy ją zmniejszać przynajmniej do 10 w/godz. (10,7 km/godz.).

Gdy w wagonach towarowych, nie spoczywających na resorach i nie posiadających zderzaków sprężynujących, mają jeździć podróżni lub być przewożone zwierzęta, to prędkość jazdy nie powinna przekraczać 15 w/godz. (16 km/godz.); tej też prędkości nie należy przekraczać na spadkach o pochyłości ponad 0,025.

Jeżeli kolej jest ułożona na drodze jezdnej, to prędkość jazdy nie ma przekraczać 12 w/godz. (12,8 km/godz.).

**Niewolno wyprawiać żadnego pociągu** ze stacyi bez pozwolenia właściwego urzędnika.

Przed wyprawieniem pociągu ze stacyi krańcowej należy go obejrzeć i zbadać jak najdokładniej.

Przy zachowaniu niezbędnych ostrożności, pozwala się zatrzymywać pociągi w drodze i rozdzielać je w celu wciągnięcia ich częściami pod górę lub też opuszczenia w dół.

Jeżeli prędkość jazdy nie przekracza 15 w/godz. (16 km/godz.), to, przy zachowaniu należytych środków ostrożności, można wyprawiać po jednym torze jeden **pociąg wślad za drugim** w odstępie 15-tu minut, pod warunkiem, aby prędkość następującego pociągu nie była większa od prędkości pierwszego.

Zimą, w czasie **zawiei śnieżnych**, dozwala się przerywać ruch pociągów, lecz o przerwie takiej należy bezzwłocznie dać ogłoszenie na stacyach i przystankach, a wrazie przerwy ponad dobę, należy zawiadamiać inspektora rządowego i sąsiednie drogi, z któremi kolej podjazdowa pozostaje w bezpośredniej łączności.

**Parowóz** ma się zawsze znajdować na przedzie pociągu; z tyłu może on być tylko w pociągach roboczych i pomocniczych, oraz w przypadkach wyjątkowych, lecz natenczas na przednim wagonie powinien się znajdować konduktor z sygnałami, a prędkość jazdy pociągu nie ma przekraczać 10 w/godz. (10,7 km/godz.).

**Parowóz pomocniczy** może pracować i z tyłu pociągu, gdy na przedzie ciągnie parowóz pociągowy, lecz takiego parowozu pomocniczego niewolno sprzęgać (zczepiać) z pociągiem.

Na parowozie ma się znajdować: silniczy (maszynista) i podsilniczy (pomocnik maszynisty) lub palacz. Jeżeli parowóz ma dogodne połączenie z pociągiem, to podsilniczy lub palacz może obsługiwać i pociąg, a może on również przestawiać zwrotnice, przez które pociąg przejeżdża.

Niewolno pozostawiać parowozu **pod parą** bez zaufnego dozoru.

**Wagony na stacyach** należy zabezpieczać od samoczynnego rozruszania się, np. pod wpływem pochyłości toru lub parcia wiatru.

By **nie straszyć zwierząt**, należy unikać gwizdania, zastępując je innymi sygnałami, np. dzwonieniem lub trąbieniem.

Jeden z obsługujących pociąg naznacza się na **naczelnika pociągu**, któremu pozostali są podwładni, a który prowadzi też dziennik pociągu.

**Silniczym** może być tylko osoba zaufna i należycie obeznana z parowozem, co należy sprawdzić przy jazdach próbnych. Palacz powinien umieć zatrzymać pociąg.

Parowozy, oprócz zwykłych oględzin, podlegają **próbom kotłowym** przynajmniej co 3 lata, a nadto po każdej ważniejszej (większej lub średniej) naprawie.

Przy oględzinach trzeba parowóz obnażyć z opony i próbować kocioł ciśnieniem wodnem. W tych samych terminach oglądać należy i tendry.

Przy próbach wystawia się kotły na ciśnienie wodne, o 5 atmosfer większe od dozwolonej prężności roboczej; kotły zaś z nadprężnością roboczą mniejszą od 5 atm. na podwójne nadciśnienie. Równocześnie należy sprawdzać zawory bezpieczeństwa i manometry.

Zupełne zbadanie kotła z rozebraniem rur dymowych dokonywa się pierwszy raz po 8 latach pracy, później zaś co 6 lat. Każdy wagon podlega zbadaniu przynajmniej co 3 lata. O wszystkich próbach należy spisywać protokóły.

**Na szlaku** powinny być urządzone **sygnały**, dozwalające zawiadamiać służbę pociągową tak ze szlaku samego, jako też ze stacyi:

1) aby pociąg **zwolnił biegu.**
2) aby pociąg się **zatrzymał.**

**Służba drogowa**, jako to: dozorcy drogowi, dróżnicy, **stróże drogowi** i robotnicy, oraz **służba stacyjna**, o ile ma obowiązek dawania sygnałów, powinna posiadać chorągiewki i latarki sygnałowe.

**Silniczy** na parowozie musi mieć możność w czasie biegu pociągu dawać sygnały następujące: 1) **hamować!** 2) **odhamować!** 3) **baczność!**

## c. Udzielanie pozwoleń i koncesyi.

Pozwolenia na przystąpienie do badań dla prac przedwstępnych kolei podjazdowych udziela w Rosyi właściwy gubernator, innych zaś kolei Min. Kom.

Koncesye na budowę drogi użytku publicznego wydają się wyłącznie tylko z Najwyższego zatwierdzenia.

Podania o koncesye rozpatruje najpierw Komisya budowy nowych kolei, przy Departamencie spraw kolejowych Min. Skarbu, potem Komitet Ministrów, wreszcie Rada Państwa.

Prywatne koleje podjazdowe, łączące się z innymi kolejami, o ile się napędzają silnikami mechanicznymi, można budować jedynie za pozwoleniem Min. Kom., natomiast koleje konne, nawet użytku publicznego, za pozwoleniem Min. Spraw Wewn.

W Królestwie Polskiem, na Litwie, Wołyniu, Ukrainie, Podolu i Kaukazie na budowę wszelkich kolei podjazdowych należy uzyskać nadto zgodę Min. Wojny.

Warunki opracowania i zatwierdzenia projektów, budowy i otwarcia ruchu podano powyżej.

## d. Rodzaje kolei rosyjskich i szerokości torów, oraz ich obrysia.

W Rosyi rozróżniają następujące rodzaje kolei:

1) **Koleje pierwszorzędne,** przepisy dla nich podano str. 205 i nast.;

2) **koleje drugorzędne,** dla których przepisów szczegółowych jeszcze nie opracowano, a obowiązują je przepisy okólnika b. Departamentu Dróg Żel. z 26 stycznia 1898 r., Nr. 1608;

3) **koleje małe,** czyli **miejscowe;**

4) **koleje podjazdowe;**

5) **kolejki wązkotorowe.**

Przepisy dla kolei podjazdowych, użytku publicznego, podano powyżej pod b. str. 212; przepisy dla takichże kolei użytku prywatnego, p. Zbiór rozporządzeń Min. Kom. dla Służby Drogowej Dr. Żel. zesz. II. *) Dla kolejek wązkotorowych o prześwicie toru $3^1/_2'$ (1,067 m) wydano przepisy tymczasowe z 3 czerwca 1870 (p. Tom I str. 62 zbioru postanowień Min. Kom.). Koleje wązkotorowe, państwowego znaczenia, o prześwicie innym, t. j. nie $3^1/_2'$ (1,067 m), podlegają oddzielnemu zatwierdzeniu w każdym poszczególnym przypadku.

Koleje pierwszorzędne i drugorzędne są szerokotorowe, **) t. j. o prześwicie toru 5 st. ang. = 1,524 m; jedynie kolej Warszawsko-Wiedeńska z odnogą Aleksandrowską i kolej Fabryczno-Łódzka mają tor średni, t. j. o prześwicie $4'\ 8^1/_2'' = 1{,}435$ m.

Koleje wązkotorowe mają ponajczęściej tor $3^1/_2' = 1{,}067$ m.

---

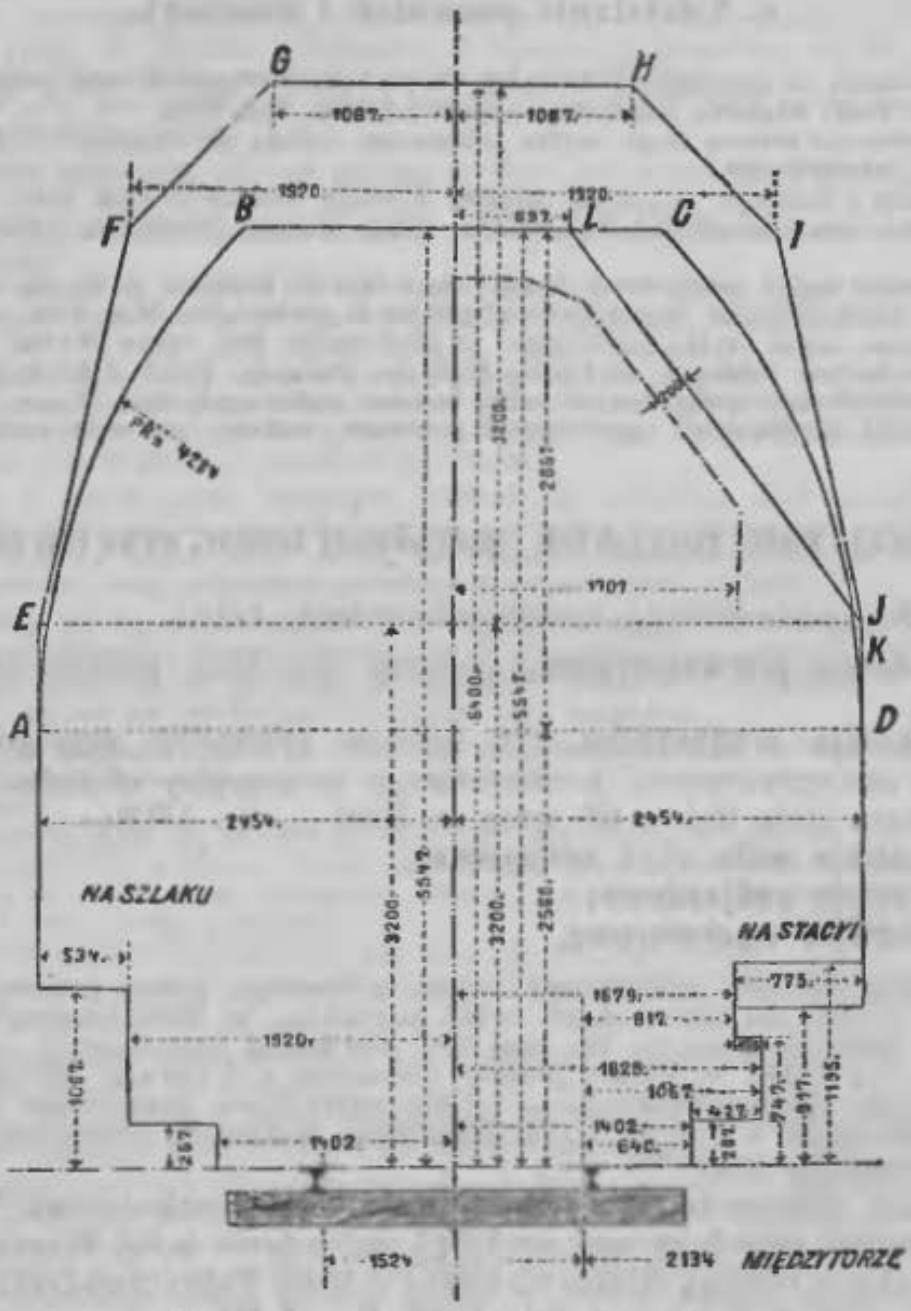
*) Wydane w Petersburgu w drukarni A. Fabera.

**) W dalszym tekście nazywać będziemy: tor szeroki o prześwicie $5' = 1{,}524$ m; tor średni o prześwicie $4'\ 8^1/_2'' = 1{,}435$ m, t. j. tor kolei Warsz.-Wied., kolei niemieckich, austryackich i t. p.; tor wązki o mniejszych prześwitach.

Koleje podjazdowe posiadają zazwyczaj jednakowy prześwit toru z kolejami, do których dobiegają i z któremi się łączą, albo też o ile mają tory odmienne, to ponajczęściej o prześwicie 1,00, 0,80, 0,75 lub 0,60.

Uchybienia od normalnego prześwitu toru szerokiego, będące skutkiem uderzeń kół podczas jazdy, dozwala się w granicach: rozszerzenie o 0,003 saż. (6,4 mm), a zwężenie o 0,001 saż. (2,1 mm).

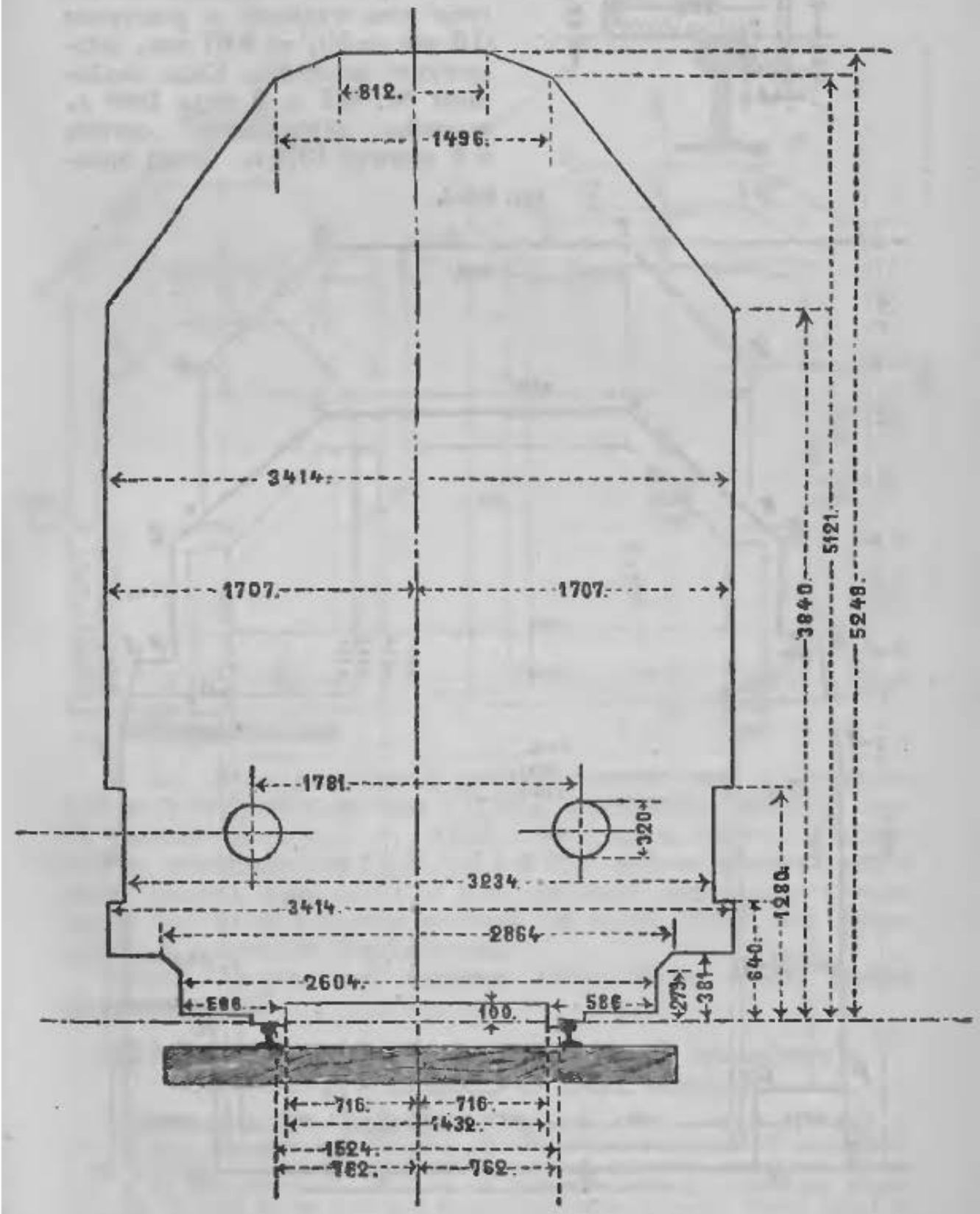
Rys. 883-a.




1. Rys. 883-a przedstawia **obrysie** (gabaryt) **toru szerokiego,** o prześwicie $5' = 1{,}524$ m, ustanowione okólnikiem Nr. 18260 z 12 listopada 1893; rys. 883-b zaś podobne **obrysie dla taboru.** Największa wysokość ładowni nad wierzchem toru może być 1195 mm. Najmniejsza szerokość międzytorza $7' = 2134$ mm, licząc tę szero-

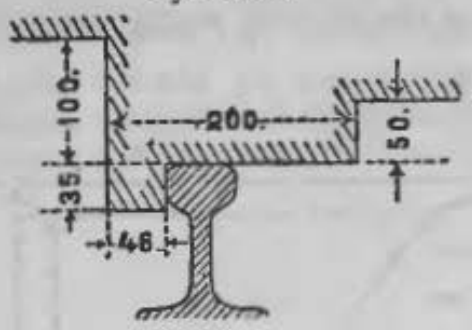
kość między prześwitami torów sąsiednich. Budynki stacyjne okapami swymi i innemi częściami więźby strzechowej mogą wstępować

Rys. 883-b.




w obrysie toru po za linię *E F G H I J*, lecz nie dalej jak do linii *K L*.

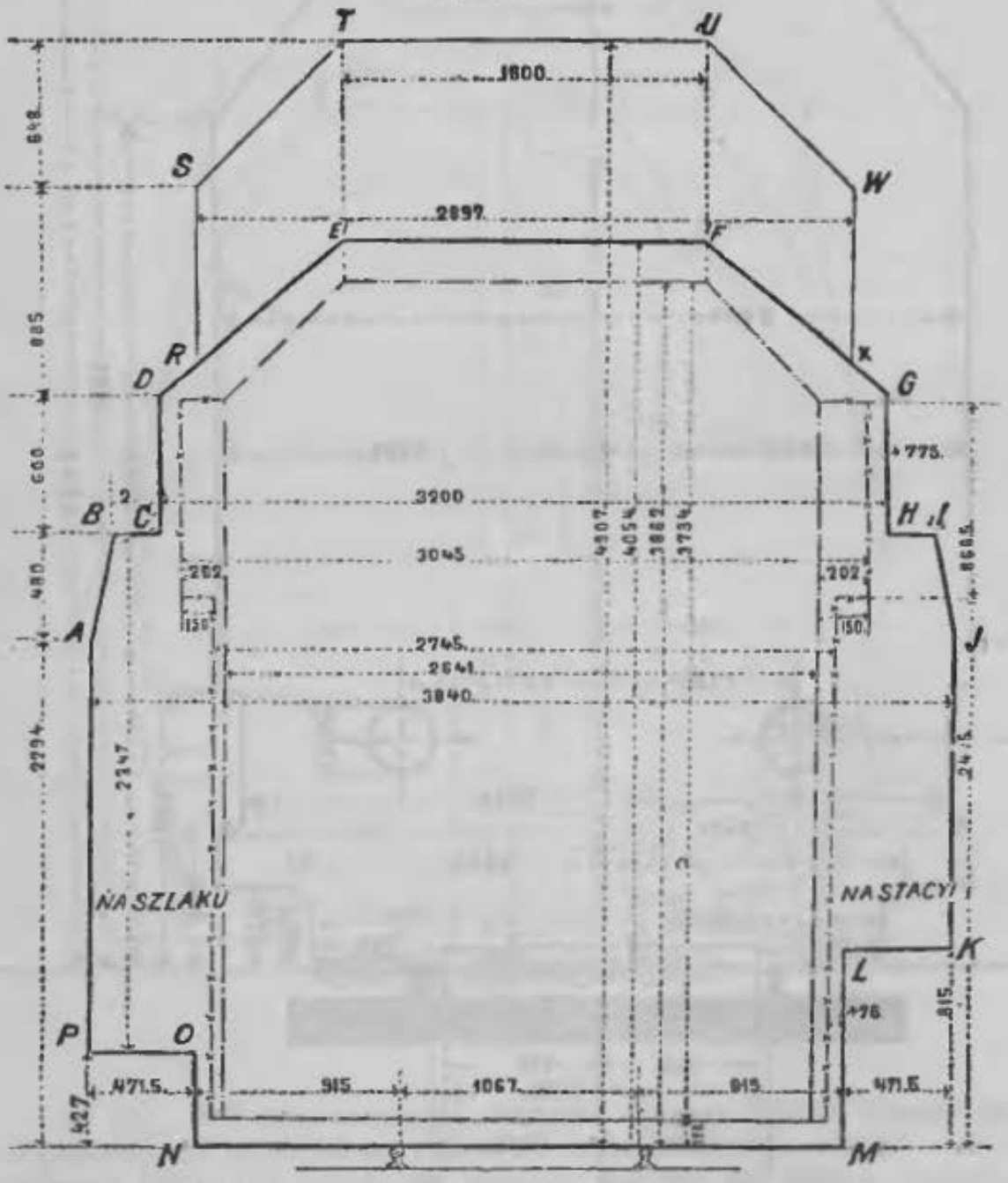
Rys. 883-c.




Szczegóły obrysia taboru u samej szyny przedstawiono w rys. 883-c.

2. Rys. 883-d przedstawia obrysie toru wązkiego o prześwicie 0,5 saż. $= 3^1/_2{}' = 1067$ mm, ustanowione przez Min. Kom. okólnikiem Nr. 811 z 5 maja 1895 r., wzamian dawniejszego obrysia z 3 czerwca 1870 r. Części budo-

Rys. 883-d.

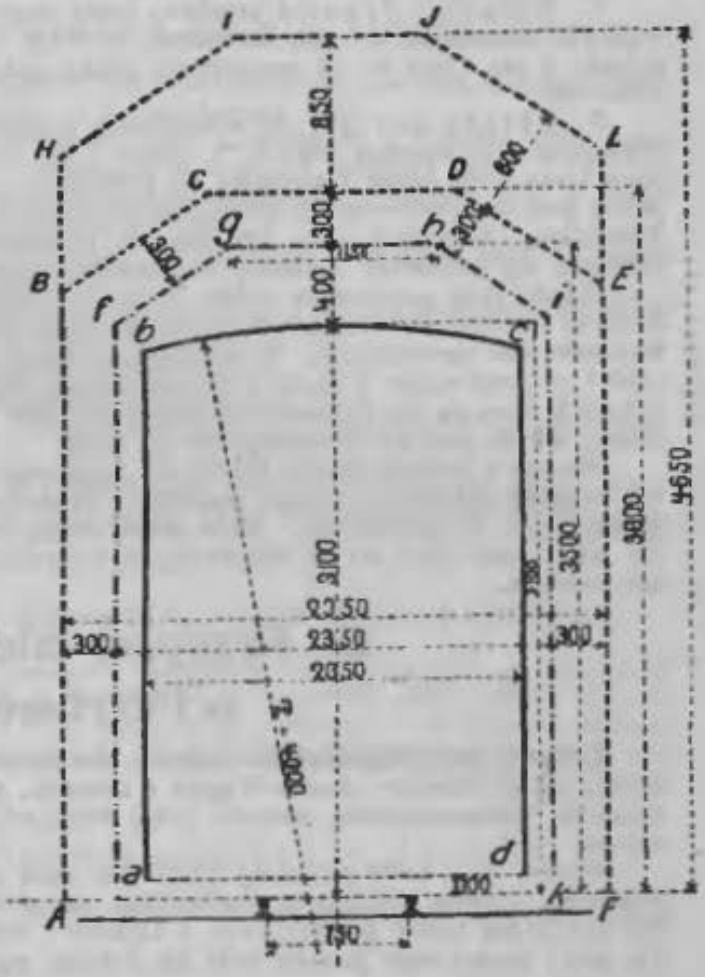



wli żelazne i wogóle niepalne mogą się zbliżać aż do linii *A B C D E F G H I J K L M N O P*, części drewniane zaś i wogóle zapalne

tylko do linii *A B C D R S T U W X G H I J K L M N O P*. Linią kreskowano-dwukropkowaną określono granicę tułowi taboru, linią zaś kreskowano-krzyżykowaną oznaczono skrajną granicę występujących części taboru.

Rys. 883-e.

Rys. 883-f.



3. Rys. 883-e przedstawia podobne obrysie toru o prześwicie 1,00 m, a rys. 883-f dla toru o 0,75 m w prześwicie, które to obrysia zalecono okólnikiem Nr. 20255 z 11 grudnia 1893 r. Dla toru 0,75 m szerokości linia *A B H I J L E F* stanowi granicę palnych części budowli, linia *A B C D E F* natomiast niepalnych. Obrysia taboru oznaczono w sposób podobny jak w rys. 883-d, lecz liniami pełnemi i kreskowano-kropkowanemi.

Uwaga: Obrysie toru średniego (Kolej Warsz.-Wied.) podług rys. 884, str. 227.

## e. Odległości budowli postronnych i inne ograniczenia własności przylegającej do kolei rosyjskich.

1. Poza granicami miast najmniejszą odległość nowowznoszonych budynków od kraju pasa ziemi wywłaszczonej pod kolej ustanowiono w sposób następujący: 5 saż. (10,7 m) dla budynków z materyału niepalnego, z takimiż strzechami; 10 saż. (21,3 m) dla budynków drewnianych lub ze ścianami w rozwory, z pokryciem niepalnem; 20 saż. (42,7 m) dla budynków krytych materyałami palnymi; 80 saż. (170,7 m) dla składów materyałów łatwo palnych, z wyjątkiem zboża i traw przy sprzęcie, oraz nawozu, które mogą zbliżać się na 10 saż. (21,3 m) do granicy gruntu kolejowego.

2. Na strumieniach i rzekach, z których się wodne stacye kolejowe zasila wodą, nie wolno powyżej punktu zaczerpywania wody ani tamować przepływu wody, ani też kierować go w inną stronę. Na 2 wiorsty powyżej tegoż punktu nie wolno do strumieni wpuszczać ścieków fabrycznych lub innych nieczystości, któreby mogły być szkodliwe dla parowozów.

3. Kopanie piasku, gliny, torfu, kamieni i t. p. i wogóle wykopywanie dołów dozwala się dopiero w odległości 10 saż. (21,3 m) od granicy kolejowej.

4. Sadzenie drzew i krzaków, które mogłyby zacieśnić widok na tor lub powodować wzmożenie się zasp śnieżnych, dozwala się na szlaku prostym dopiero w oddaleniu 5 saż. (10,7 m) od granicy, na szlaku zakrzywionym zaś w oddalenin 10 saż. (20,3 m).

5. Składy nafty i olei mineralnych podlegają Najwyżej zatwierdzonym ogólnym przepisom z 11 czerwca 1891 r. *) Ropa i jej przetwory przekroplone dzielą się na dwie klasy: Do klasy I zaliczają się przetwory, z których pary wybuchliwe wydzielają się przy temperaturze nie niższej niż 28° C (22,4° R), przy próbie w przyrządzie Abel'a-Pieńskiego, dokonanej przy 760 mm sł. rt. ciśnienia barometrycznego. Do klasy II zaliczają się przetwory o niższej temperaturze wydzielania par wybuchliwych.

Składy tych przetworów dzielą się na 3 kategoryc, a mianowicie składy wielkie, średnie i małe. W składach wielkich można przechowywać dowolne ilości tych materyałów, bez ograniczenia. W składach średnich wolno przechowywać do 25 000 pudów (410 ton) przetworów I klasy i do 400 pudów (6,5 t) II klasy. W małych wreszcie składach dozwala się trzymać nie więcej niż 1200 pud. (20 t) materyałów I klasy i nie więcej niż 60 pud. (1 t) materyałów II klasy.

Wielkie i średnie składy muszą się znajdować poza miastami i wsiami, a oddalenie wielkich składów od granic sąsiednich działek ma być przynajmniej 50 saż. (106,7 m), średnich zaś 30 saż. (64 m). Małe składy mogą leżeć na granicach miast, lecz nie bliżej jak 11 saż. (23,5 m) od mieszkalnych budynków drewnianych, a 7 saż. (15 m) od murowanych.

# II. Przepisy niemieckie.

## a. Uwagi ogólne.

**Związek kolei niemieckich** obejmuje prawie wszystkie średniotorowe (1,345 m prześwitu) koleje Niemiec, Austro-Węgier i Rumunii, a nadto część kolei belgijskich, holenderskich, luksemburskich, wreszcie kolej Warszawsko-Wiedeńską z odnogą do Aleksandrowa.

Niemcy w r. 1900 posiadały 32 357 km kolei głównych i 17 666 km kolei drugorzędnych, o torze normalnym niemieckim, razem około 50 000 km., zawierających w sobie 68 178 km torów przelotowych, a łącznie z torami stacyjnymi i t. p. ogółem 93 240 km toru; oprócz tego jeszcze 1800 km kolejek wązkotorowych, o długości torów około 2000 km.

**Kategorye przepisów obowiązujących** są następujące:

I. **Przepisy wynikające z układów międzypaństwowych,** mają one pierwszeństwo przed innymi przepisami.

II. **Przepisy obowiązujące w państwie niemieckiem,** wydane bądźto w formie prawodawczej, bądź też jako postanowienia Rady Związkowej, a ogłaszane przez Kanclerza Rzeszy.

III. **Postanowienia Związku kolei niemieckich** są częściowo obowiązujące, częściowo zaś tylko doradcze.

IV. **Przepisy i postanowienia prawne poszczególnych krajów do związku należących.**

V. **Przepisy i postanowienia poszczególnych Zarządów kolejowych.**

Poniżej zestawiono tytuły ważniejszych przepisów, oraz oznaczenia skrócone niektórych z nich, stosowane w dalszym tekscie niniejszego działu, przy powoływaniu się na owe przepisy:

*) P. Zbiór rozporządzeń Min. Kom. dotyczących służby drogowej kolei żel. Tom I, str. 121 do 141.

## I. Z układów międzypaństwowych:

1. **J. T.** Postanowienia dotyczące jednostek technicznych w kolejnictwie (umowa w Bernie) z 15 maja 1886, z dopełnieniami, obowiązujące od 1 kwietnia 1887.*)
2. Postanowienia o niezawodnych pod względem celnym urządzeniach wagonów w przewozie międzynarodowym. Obowiązują one od 1 kwietnia 1887.**)

## II. Z przepisów Państwa Niemieckiego:***)

1. **Z. K. g.** Zasady budowy i urządzeń głównych kolei niemieckich, z 5 lipca 1892, z dopełnieniami z 1 lipca 1897 i z 1 października 1898.
2. **P. R. g.** Przepisy ruchu dla głównych kolei niemieckich, z 5 lipca 1892, z dopełnieniami z 1 lipca 1897, 1 października 1898 i 1 kwietnia 1902.
3. **P. K. d.** Przepisy dla drugorzędnych kolei niemieckich, z 5 lipca 1892, z dopełnieniami z 1 lipca 1897 i 1 października 1898.
4. **P. S.** Przepisy o sygnałach na kolejach niemieckich, z 5 lipca 1892, z dopełnieniami z 1 października 1898.****)
   **P. P.** Przepisy przewozowe dla kolei niemieckich, z 26 października 1899, z dopełnieniami.
   **W. P. P.** Wskazówki do przepisów powyższych.
   **P. R. p.** Przepisy ruchu na kolejkach podrzędnych.
   **P. p. pr.** Przepisy policyjne i ruchu na kolejkach prywatnych. (Okólnik min. z 30 kwietnia 1902).
5. Prawo pocztowo-kolejowe z 20 grudnia 1875 (dla kolei głównych), oraz postanowienia Kanclerza, dotyczące obowiązków kolei drugorzędnych względem poczty, z 28 maja 1879.

## III. Z postanowień Związku Kolei niemieckich:

1. **W. T.** Warunki Techniczne budowy i urządzenia kolei głównych i drugorzędnych; Berlin 1 stycznia 1897, z dopełnieniami z grudnia 1898 i 1900. (Warunki ogólnie obowiązujące z W. T. odznaczono gwiazdką (*) w dalszym tekście).
2. **Z. K. d.** Zasady budowy i urządzenia kolejek drugorzędnych, miejscowego znaczenia.

## IV. Z postanowień obowiązujących w Prusach: †)

1. Prawo o przedsiębiorstwach kolejowych, z 3 listopada 1838 (uległo później znacznym zmianom),
2. **Pr. W.** Prawo o wywłaszczaniu, z 11 czerwca 1874.
3. Prawo o kolejkach podjazdowych i prywatnych, z 28 lipca 1892, ze wskazówkami (oraz przepisami ruchu), z 13 sierpnia 1898 i dopełnieniem z 29 listopada 1900. ††)

## V. Z przepisów dla pruskich kolei pastwowych: †)

1. **Z. o. Pr.** Zasady ogólnikowych prac przedwstępnych dla budowy kolei, z 15 maja 1897.
2. **Z. t. Pr.** Zasady technicznych prac przedwstępnych dla budowy kolei (ułożone w pruskiem ministeryum handlu), z października 1871. Do prac szczegółowych nie stosują się one już ściśle, jakkolwiek nie zastąpiono ich jeszcze nowemi.

---

*) Eisenb.—Verordn.—Bl. 1887, str. 233.
**) Eisenb.—Verordn.—Bl. 1887, str. 237.
***) Wydanie urzędowe u Carl Heymann'a w Berlinie, oraz Wilh. Ernst & Sohn, w Berlinie.
****) Przepisy wykonawcze podano w „Signalbuch der preuss. Staatsbahnen", nowe wydanie z 1901 r.
†) Jako przykład uwzględniono pod IV i V tylko Prusy, bo uwzględnienie wszystkich krajów Rzeszy niemieckiej zajęłoby za wiele miejsca. Szczegóły p. Cauer, Betrieb u. Verkehr der Preussischen Staatsbahnen.
††) Eisenb.—Verordn.—Bl. 1900, str. 605.

3. **W. Pr. St.** Wskazówki do projektowania stacyi kolejowych, ze szczególniejszem uwzględnieniem nastawiania zwrotnic i sygnałów.
4. Wskazówki do układania budowy wierzchniej na pruskich kolejach państwowych, wydanie z r. 1900.
5. Przepisy dla zarządu pruskich kolei państwowych, z 1 kwietnia 1895, z dopełnieniami.
6. Zasady skarbowości w zarządach pruskich kolei państwowych, z 1 kwietnia 1901.
7. Przepisy telegraficzne, z 1 stycznia 1902.
8. Zasady wykonywania elektrycznych urządzeń blokujących. *)

## b. Postępowanie przy pracach przedwstępnych i wykonawczych.

**Ogólnikowe prace przedwstępne** mają wykazać nietylko możliwość budowy kolei lecz i jej techniczną i ekonomiczną celowość, a zarazem mają one określić w przybliżeniu koszta budowy. Dane te służą za podstawę do udzielenia koncesyi na budowę kolei prywatnych, a do uchwalania funduszy na budowę kolei państwowych. Pozwolenie na prace przedwstępne, czyli tak nazwaną „koncesyę przedwstępną", udziela w Prusach minister robót publicznych. Przepisy o wstępie na cudze posiadłości p. Pr. W. § 5. Koncesyę na budowę, wraz z prawem wywłaszczania, podług Pr. W., udziela naczelnik danego państwa (Pr. W. § 2).

**Szczegółowe prace przedwstępne** mają na celu opracowanie wykonawczego projektu budowy. Projekty rozpatruje nasamprzód pod względem technicznym właściwa dyrekcya kolejowa, (a projekty kolei prywatnych prezes dyrekcyi, ustanowiony jako komisarz rządowy), potem pod względem krajowo-policyjnym właściwy prezes rejencyi, zwłaszcza w stosunku do publicznych dróg lądowych i wodnych, oraz strumyków i pod względem prześwitów budowli drogowych, tak co do ich wysokości jak i przelotów, poczem zatwierdza je (tymczasowo) minister robót publicznych.

**Wykonanie projektu** zaczyna się od wykupu gruntów, budynków i t. p., albo też bezpośrednio rozpoczęciem robót, z zastrzeżeniem następnego odszkodowania, wedle możności za wzajemnem porozumieniem się. O ile zaś ono zawiedzie, następuje wywłaszczenie przymusowe, wdrażane, na wniosek zarządu kolejowego, przez właściwego prezesa rejencyi, po uprzedniem wyłożeniu w poszczególnych gminach przez 2 tygodnie na widok publiczny szczegółowych planów gruntów wywłaszczanych, wraz z rejestrami pomiarowymi. Wysokość wynagrodzenia i inne zobowiązania zarządu kolejowego ustanawia Wydział okręgowy, a w drugiej instancyi Rada prowincyonalna. Postanowienia te można zaskarżać sądownie w terminach 6-cio miesięcznych, lecz w przypadkach naglących prezes rejencyi ma prawo zarządzić wywłaszczenie, nie czekając wyroku sądowego, pod warunkiem, że zarząd kolejowy złoży tymczasowo określoną sumę odszkodowania (Pr. W. § 19).

Badania pod względem krajowo-policyjnym, jako też postępowanie wywłaszczające w razach spornych, dokonywują się zazwyczaj w terminach oznaczonych, na miejscu, z udziałem wszystkich zainteresowanych władz i osób prywatnych.

**Na otwarcie ruchu,** po odbiorze krajowo-policyjnym, udziela pozwolenia sam minister, zazwyczaj naprzód na ruch towarowy, później dopiero na osobowy. Uprzednio jednakże władze policyjno-krajowe dają już pozwolenie na parowozowy ruch pociągów roboczych.

## c. Rodzaje kolei niemieckich.

W przeciwstawieniu do kolei głównych P. K. d. znają tylko koleje drugorzędne lub podrzędne, natomiast Związek kolei niem. rozróżnia między niemi jeszcze:

α) **Koleje drugorzędne,** średnio torowe (normalny tor niemiecki), o ruchu parowozowym, służące do użytku publicznego i tak zbudowane, że tabor kolei pierwszorzędnych może na nie przechodzić,

*) Eisenb.-Verordn.-Bl. 1899, str. 255.

przyczem jednakże nie wolno w żadnym punkcie szlaku przekraczać prędkości 40 km/godz. Uwzględniając tę zmniejszoną prędkość i naogół uproszczony ruch takich kolei, można do nich zastosować pewne ulgi od przepisów obowiązujących koleje główne, (por. uwagi wstępne do W. T.).

$\beta$) **Koleje miejscowe,** t. zn. podrzędnego znaczenia koleje średnio- lub wązko-torowe, przeznaczone do użytku publicznego, przeważnie jednak tylko do ruchu na małe oddalenia. Napędzają się one również silnikami, nie wolno na nich jednakże w żadnym punkcie szlaku przekraczać prędkości określonej zazwyczaj na 30 km/godz. Do kolei miejscowych wypada zaliczyć i kolejki, które wyróżniają się przedewszystkiem swem małem znaczeniem przewozowem (p. uwagi wstępne do Z. K. d.). Jednakże i koleje miejskie, o ile się ograniczają do (nieraz bardzo znacznego) ruchu śródmiejskiego i podmiejskiego, wypadałoby również zaliczyć do owych kolejek.

## d. Przepisy techniczne.

Dane poniższe, o ile nie zaznaczono wyraźnie odmiennego ich znaczenia, odnoszą się do kolei głównych.

Skrócone oznaczenia rozmaitych przepisów i t. p. podano powyżej w ustępie a.

Obowiązujące postanowiania W. T. oznaczono gwiazdką (*), a postanowienia takie obowiązują i koleje drugorzędne, o ile nie zaznaczono wyraźnie wyjątku. Do tych też postanowień obowiązujących powinny się stosować wszystkie zarządy kolejowe, należące do Związku kolei niem., o ile odmienne umowy międzypaństwowe, albo rozporządzenia naczelnych władz państwowych temu nie stają na przeszkodzie.

**Prześwit toru** prostego (między łbami szyn) kolei głównych, jako też średniotorowych kolei podrzędnych jest 1,435 m, wązkotorowych natomiast 1,0 m, albo 0,75 m. (Z. K. g. § 5; P. K. d. § 1; W. T.* § 2; Z. K. d. § 2). Dla kolejek dozwala się i tor o prześwicie 0,60 m (Z. K. d. § 2; W. P. P.).

Jedynie w okolicy, gdzie się już poprzednio rozwinęła sieć kolei wązkotorowych o prześwicie odmiennym od powyżej ustalonych, zaleca się przy budowie nowych kolei dostosować się do prześwitu kolei istniejących. (Z. K. d. § 2).

Uchylenia w prześwicie, powodowane uderzeniami kół w czasie jazdy, dozwala się: rozszerzenie do 10 mm, zwężenie do 3 mm przy torze średnim, a przy wązkim stosownie mniej (W. T.* § 2; Z. K. d. § 2).

Uwaga: **Prześwit toru w różnych krajach ustalono:** W Niemczech, Austryi, Węgrzech, Szwajcaryi, Włoszech, Francyi, Anglii, Szwecyi, na Półwyspie Bałkańskim i w Ameryce północnej stosują przeważnie normalny tor średni 1,435 m = 4′ $8^1/_2$″ ang., albo też z nieznacznem, kilkomilimetrowem odstępstwem (Francya 1,450).

Szeroki tor posiadają koleje rosyjskie (1,524 m, z wyjątkiem Warszawsko-Wiedeńskiej z odnogą Aleksandrowską i kolei Fabryczno-Łódzkiej, które mają tor średni 1,435), Hiszpania 1,74 m, Irlandya 1,6 m, Chili, Argentyna, oraz Indye Wschodnie przeważnie szeroki tor staro-angielski 5′ 6″ = 1,676 m; kolej Great Western w Anglii miała do r. 1890 nawet 7′ = 2,134 prześwitu, obok toru średniego 1,435 i t. p. Węższe tory stosują przeważnie w Grecyi, na Korsyce, w Algierze, Brazylii (1,0 m); dalej zaś w Norwegii, Japonii, na Jawie, Przylądku Dobrej Nadziei, w Australii Południowej (1,067 m = 3′ 6″ ang.). W innych częściach Australii tory o podobnym, często jednak i od-

miennym prześwicie, a w Indyach Wschodnich, oprócz toru szerokiego, i tor 1,0 m. Szwajcarya posiada także wiele kolejek o torze 1,0 m, a kolej Festiniog w Anglii (Walii) ma nawet tylko 0,591 m prześwitu. W Niemczech kolejki wązkotorowe są przeważnie 1,0 m szerokie, część ich jednak (w Saksonii) ma 0,75 m lub (na Górnym Śląsku) 0,785 m szerokości.

**Rozszerzać tor** potrzeba tylko w krzywych o promieniu poniżej 500 m. Rozszerzenie to nie ma przekraczać 30 mm na kolejach głównych (Z. K. g. § 5; W. T.* § 2), a 35 mm na średniotorowych kolejach drugorzędnych (P. K. d. § 4). Na kolejkach wązkotorowych rozszerzenie toru, podług Z. K. d. § 2, nie ma przekraczać 25 mm dla toru 1,0 m, 20 mm dla 0,75, a 18 mm dla toru 0,60 m prześwitu. Krańcowe te wartości obejmują już w sobie i rozszerzenie powstające skutkiem nderzeń kół, a więc, np. dla średniego toru, największy, dozwolony prześwit będzie w prostej 1,445 m, a w krzywych 1,465 m (W. T.* § 2; Z. K. d. § 2). Szczegóły podano w rozdziale o budowie wierzchniej.

Na kolejach zębnicowych w celu rozszerzenia toru odsuwa się tylko wewnętrzny tok toru zakrzywionego, a rozszerzenie takie nie ma przekraczać 14 mm, aby zapewnić dostateczny odstęp między obrzeżami kół zębatych a zębnicą, lub naodwrót między obrzeżami zębnicy a kołem zębatem. Toru tramwajowego z szyn o wązkich żłobkach wcale się nie rozszerza (K. Z. d. § 2).

**Żłobek** na przejazdach należy stale utrzymywać, nawet przy zużyciu się szyn, w głębokości przynajmniej 38 mm i szerokości w prześwicie nie mniejszej niż 67 mm. Kolejki, po których jeździ tabor kolei głównych lub drugorzędnych na własnych kołach, mają mieć żłobki tych samych wymiarów, na ulicach zaś żłobki przynajmniej 35 mm głęb. i 45 mm szer. W krzywych szerokość żłobków tych zwiększa się o rozszerzenie toru (Z. K. g. § 1 i 10; P. K. g. § 2; P. K. d. § 6; W. T.* § 8 i 19; Z. K. d. § 8 i 17). Szerokość żłobka w krzyżownicach rozjazdowych można zmniejszać do 49 mm, a przy prowadnicach do 41 mm (Z. K. g. § 1; P. K. g. § 2; P. K. d. § 6; W. T.* § 40).

**Obrysia toru i taboru** dla kolei głównych są miarodajne i dla średniotorowych kolei drugorzędnych. Obrysie toru p. rys. 884, 885 i 886. (Z. K. g. § 1; P. K. d. § 6, dołączniki C i D; W. T.* § 29 i 33; Z. K. d. § 25).

Przy budowlach nowych, albo przy znaczniejszych przebudowach, trzeba obowiązkowo zastępować niższe stopnie obrysia, (kropkowane obustronnie w rys 884) liniami pochyłemi podł. rys. 886. Stopnie te dozwala się natomiast jeszcze zachowywać dla budowli istniejących, a również podwyższać wysokość następnego stopnia 1,120 m do 1,220 m. Tenże stopień po lewej stronie rys. 884, **wysokości 0,76 m**, można podwyższyć do 1,00 m, w celu budowania peronów wyniosłych tak dla pociągów wojskowych (P. K. g. § 2 dod. A i B; P. K. d. § 6 dod. A i B), jako też dla osobowych (W. T. § 33; Z. K. d. § 25), chociaż w ostatnich czasach budują wyniosłe perony i nieco niższe, t. j. wznoszące się tylko 0,76 m ponad wierzch toru, np. w Berlinie, na kolei do Wannsee i na dworcu szczecińskim, w Gdańsku i t. p.

Pod mostami zbudowanymi nad koleją, a zwłaszcza w **tunelach**, między obrysiem a ścianami powinno pozostawać wszędzie jeszcze 400 mm przy jednotorowych, a 300 mm swobodnej przestrzeni przy liniach dwutorowych (W. T. § 17). Doświadczenie wykazało bowiem, że wobec zwiększania szerokości parowozów należałoby, w celu zmniejszenia niebezpieczeństwa dla wychylającego się silniczego, rozszerzać wyższą część obrysia toru, począwszy od 0,76 m ponad wierzchem toru. Rozszerzenie to swobodnego przelotu powinnoby być 20 cm przy nowych budowlach stacyjnych i drogowych, a przynajmniej 12 cm przy istniejących, wreszcie 50 cm na otwartym szlaku.*)

Na średniotorowych kolejach **miejscowych**, na które przechodzą wagony kolei głównych, można w obrysiu toru (rys. 884) miarę szerokości 2,000 m zwężyć do 1,725 m, przyczem jeszcze między obrysiem toru, a obrysiem wagonu pozostanie luz 150 mm. Zwężenie to dozwala się między poziomami obrysia od 0,76 m (wzgl. 1,12 m) do 3,53 m ponad wierzchem toru. Na **kolejach zębnicowych**, albo o ruchu mieszanym (zwykłym i zębniczym), jeśli przechodzą na nie wagony kolei głównych lub drugorzędnych, można zacieśnić obrysie w jego osi na szerokości do 500 mm* i wysokości do 100 mm ponad wierzch toru, a to w celu ułożenia **zębnicy**. Natomiast na kolejach zwykłych, na które przechodzi tabor kolei zębnicowych, podobnego zacieśnienia się nie dozwala. (W. T. dołącznik 1; Z. K. d. § 25). Jeżeli tabor nie przechodzi na inne koleje, to obrysie to-

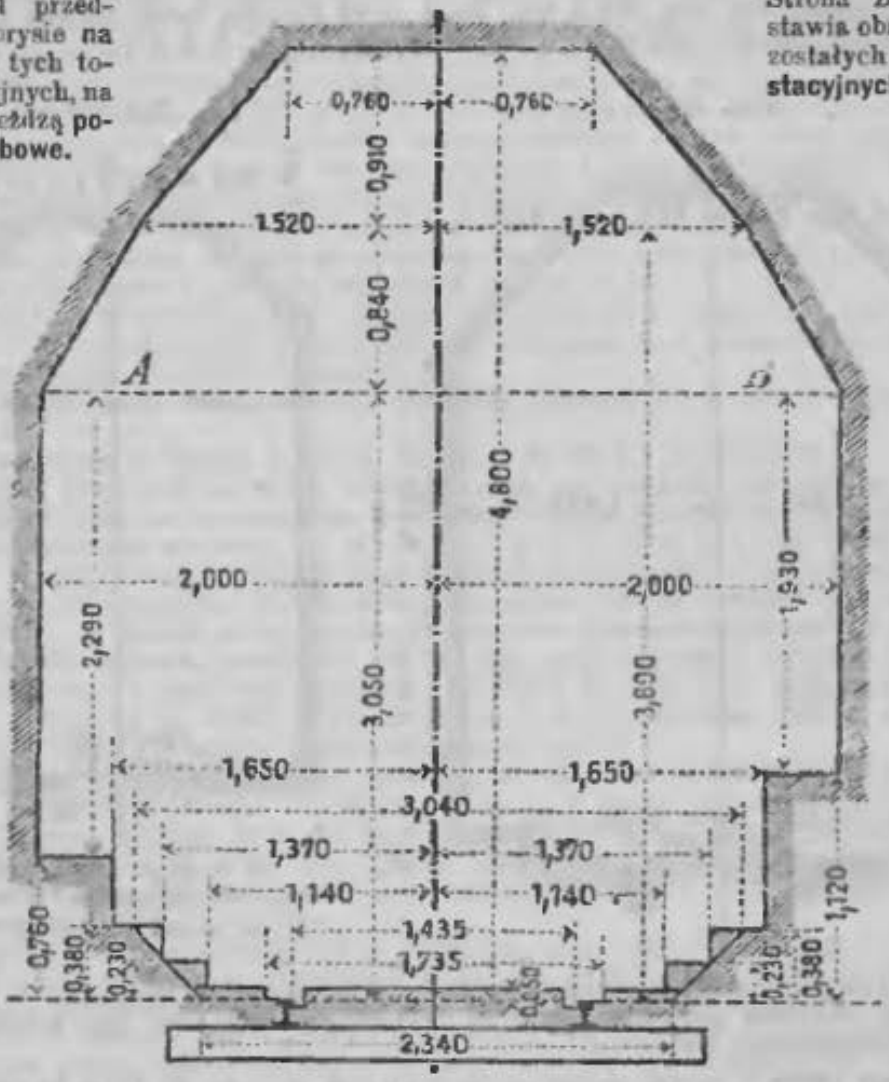
*) Eisenb. Verordn. Bl. 1901, str. 632.

ru kolei miejscowej można w każdym poszczególnym przypadku ustanowić w zależności od obrysia przynależnego taboru (Z. K. d. § 25). Luz w tunelach kolei miej-

Rys. 884.

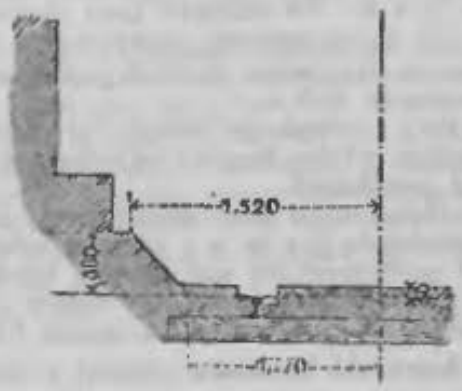
Strona *A* przedstawia obrysie na szlaku i tych torów stacyjnych, na których jeżdżą pociągi osobowe.

Strona *B* przedstawia obrysie pozostałych torów stacyjnych.




Rys. 885.

Rys. 886.

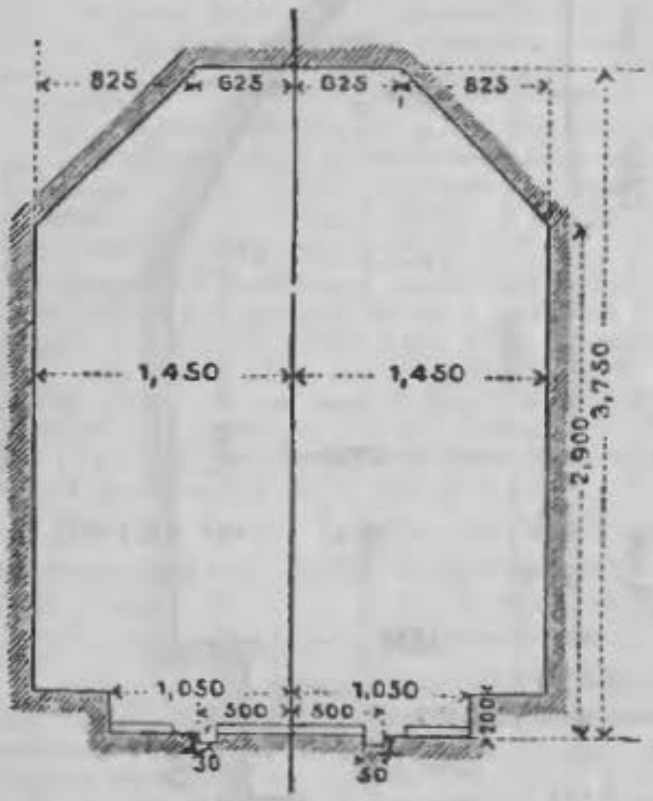



sowych ma być przynajmniej 200 mm (Z. K. d. § 16).

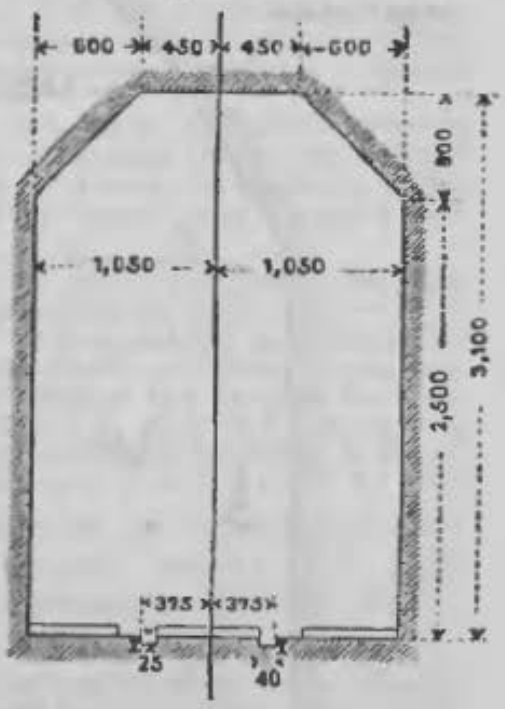
Zacieśnienia obrysia średnioszerokich torów ładunkowych, po których nie jeżdżą pociągi przejściowe, może zadecydować władza nadzorcza, inne odstępstwa od obrysia kolei głównych tylko Rada Związkowa, a dla drugorzędnych kolei średniotorowych Kolejowy Urząd Rzeszy. (Z. K. g. § 1; P. R. g. § 2; P. K. d. § 6).

**Obrysia torów wązkich** o prześwicie toru 1,0 m podaje rys. 887, 0,75 m rys. 888, a dla prześwitu toru 0,60 m miarodajnem jest również obrysie rys. 888, ze zmianą jedynie miary 375 na 300 mm. W podobny sposób byłoby pożądane przeprowadzenie obrysia rys. 887 dla torów 0,75 m szerokich. (Z. K. d. § 25 i 29). Ustalenie obrysi pozostawia się władzom krajowym (P. K. d. § 6). Na kolejkach wązkotorowych, po których mają się przewozić na podstawionych wózkach wagony kolei głównych, należy zachowywać obrysia rys. 884, 885 i 886, licząc je od poziomu spodu obręczy kół wagonu (nie licząc ich obrzeży) ustawionego już na wózku. (Z. K. d. § 25).

Rys. 887.




Rys. 888.




Uwaga: Części niezakreskowane obrysi rys. 887 i 888 wystają 50 mm ponad wierzch toru.

W krzywych trzeba uwzględniać przy torach wszelakiej szerokości i pochylenie się obrysia (wskutek podwyższenia szyny zewnętrznej) i boczne jego przesunięcia się (wskutek rozszerzenia toru).

**Odstępy torów** *) mierzą się od osi do osi. (Z. K. g. § 9; W. T.* § 30 i 38). Odstęp pary torów przynależnych na szlaku $\geq 3{,}5$ m (W. T. w § 30 zalecają dla nowych kolei 4 m, co jednak przeprowadzono tylko w Saksonii), odstęp innych torów, a więc trzeciego toru, albo między sąsiednimi torami dwóch par torów, zawsze zgodnie z obrysiem $\geq 4$ m. Na stacyach kolei głównych $\geq 4{,}5$ m, drugorzędnych $\geq 4$ m. Gdy peron jest na międzytorzu, odstęp torów kolei głównych $\geq 6$ m, drugorzędnych $\geq 4{,}5$ m, a gdy na taki peron prowadzą jeszcze schody, to odstęp torów trzeba zwiększyć co najmniej do 10,5 m.

Przy przebudowie stacyi o nieznacznym ruchu osobowym, na kolejach głównych, nadzorcza władza krajowa, stosownie do § 9 Z. K. g., może zezwolić na odstępstwa od zasad powyższych.

Odstęp torów kolei miejscowych, średniotorowych, na które przechodzą wagony kolei głównych, $\geq 4$ m, a z peronem międzytorowym $\geq 4{,}5$ m. Na innych kolejach średnio i wązkotorowych nad każdym torem ma być przynajmniej swobodne obrysie torowe, a odstęp torów taki, aby między obrysiami taboru pozostawało luzu przynajmniej 0,6 m na stacyach, a wedle możności 0,5 m na szlaku (Z. K. d. § 26 i 32).

**Szerokość torowiska** (plantu) p. rozdział niniejszy **B. I. a. 1.**

---

*) Rozróżniamy: **odstęp torów** jak wyżej; **oddalenie toru**, t. j. jego osi od innego przedmiotu; szerokość **międzytorza**, t. j. między prześwitami dwóch torów sąsiednich: wreszcie szerokość **śródtorza** równa się prześwitowi toru.

**Oddalenie kolei od budynków i przedmiotów łatwopalnych** określają w Prusach ogólne przepisy policyjne z r. 1893 (p. Eisenb. Verordn. Bl. 1893, str. 513), które streszczamy poniżej:

a) Budynki nowowznoszone: 1. Kryte nieogniotrwało (nawet esówką) przynajmniej 25 m od osi najbliższego toru z dodatkiem jeszcze $1^1/_2$-krotnej wysokości nasypu, gdy torowisko leży ponad terenem. Te same oddalenia stosują się i do otworów w ścianach zwróconych ku torowi, w budynkach przeznaczonych na skład przedmiotów palnych, o ile otwory te nie będą zasłonięte szkliną (szybą szklaną) przynajmniej 1 cm grubą i wokoło zamurowaną. Jako zwrócone ku torowi uważa się ściany, które tworzą z osią toru kąt mniejszy niż 60° (§ 2 i 3). 2. Inne budynki, o ile nie są skutecznie osłonione (np. wyprawą na trzcinowaniu) przeciw zapaleniu się od iskier, muszą leżeć przynajmniej w oddaleniu 4 m od osi toru, podobnie i otwory nieoszklone w sposób powyżej wspomniany. Poniżej poziomu toru oddalenie to należy powiększyć do 5 m. Części budynku, wzniesione na 7 m ponad tor, nie podlegają przepisom ustępu 2. (§ 1). Łatwozapalne przedmioty bez stałego pokrycia (strzechy) wolno składać tylko w oddaleniu 38 m z dodaniem $1^1/_2$-krotnej wysokości nasypu. (§ 4).

b) Jeżeli nowobudująca się kolej zbliża się do budynków już istniejących i t. p., przekraczając granice powyżej wskazane, to o mających się zastosować środkach rozstrzyga prezydent rejencyjny.

Przepisy dotyczące **zabezpieczenia interesów górniczych**, p. Eisenb. Verordn. Bl. 1886. str. 271.

**Pasy ochronne w lasach**, p. rozdz. niniejszy **B. II a.** „Ogrodzenia".

**Promienie krzywości** na szlaku kolei głównych nie mniejsze niż 180 m, lecz już poniżej 300 m tylko za zezwoleniem Kolejowego Urzędu Rzeszy; dla kolei drugorzędnych, średniotorowych nie niżej 100 m (Z. K. g § 6; P. K. d. § 3; W. T.* § 28). Jednakże na średniotorowych kolejach drugorzędnych należy unikać zupełnie promieni poniżej 180 m, a jako pożądaną wartość krańcową uważać 250 m. (Okólnik min. prus. z 24 czerwca 1897). W torach podjazdowych do zakładów przemysłowych okólnik prus. min. z 11 lutego 1901 dozwala promienie: 180 m, gdy mają wjeżdżać dowolne parowozy; 140 m, gdy parowozy kolei drugorzędnych z rozstawą do 3 m, lecz wagony z rozstawą ponad 4,5 m (wagony do szklin (szyb), do koksu i t. p.); wreszcie 100 m dla takich samych parowozów, a wagonów z rozstawą poniżej 4,5 m.

Z. K. d. dozwalają na kolejach miejscowych, na które przechodzą wagony kolei głównych, najmniejszy promień na szlaku 150 m, a w torach podjazdowych tychże kolejek miejscowych promień 60 m dla toru średniego, 50 m dla toru o prześwicie 1 m, 40 m dla toru 0,75, a 25 m dla toru 0,60 m. Jeżeli się tabor urządzi swoiście na przejeżdżanie przez ostrzejsze zakrzywienia, to można stosować i mniejsze promienie na kolejach miejscowych.*)

**Podwyższenie** szyny zewnętrznej w krzywych, oraz łuki i spadki przejściowe. p. rodz. nin. **B. III. a.**, (zgodnie z Z. K. g. § 6; W. T. § 7 i 28; Z. K. d. § 24) tamże podano wiadomości o przejściach przy zmianach promieni krzywości, oraz o unikaniu wstawek prostych, poniżej 40 m, między krzywemi równokierunkowej krzywości.

**Wstawka prosta** między krzywemi przeciwnemi ma być dostatecznie długa, aby tabor przechodził łagodnie i z ciągłością. (Z. K. g § 6).

Proste wstawki między krzywemi powinny mieścić w sobie połowy długości obydwóch, przejściowych wzniesień szyny zewnętrznej, oraz przynajmniej 10 m toru poprzecznie nie pochyłonego. Starczy na to od biedy 50 m na kolejach głównych, a 30 m na podrzędnych.

**Pochyłości** (spadki lub wzniesienia) kolei głównych nie ponad $25‰$, lecz powyżej $12{,}5‰$ już tylko za zezwoleniem Kolejowego Urzędu Rzeszy; na kolejach podrzędnych nie ponad $40‰$, chyba za zezwoleniem nadzorczej władzy krajowej i Kol. Urz Rzeszy. (Z. K. g. § 7; P. K. d. § 2). W. T. w § 27 zalecają nieprzekraczanie $30‰$ na kolejach drugorzędnych, a Z. o. Pr. w § 4 pozwalają dla takich kolei w Prusach, w skrajnych przypadkach, $1:30 = 33‰$, żądając jednak zbadania, czy nie byłoby korzystniejsze zastosowanie chociaż częściowe szlaków zębnicowych. Z. K. d w § 23 dozwalają dla kolei miejscowych $35‰$, lecz w żadnym razie nie ponad $45‰$; na kolejach zębnicowych do $250‰$, lecz nie ponad $100‰$ jeżeli tabor kolei głównej ma przechodzić na linię na własnych kołach.

---

*) W istocie też okazały się bez zarzutu tory ostrzej zakrzywione, np. Paryska kolej podziemna, przy torze średnim, ma promienie do 30 m; takaż kolej w Bostonie 37 m; przy torze 1 m kolej w Appenzell 30 m; przy torze 0,60 m kolej w Wrocławiu 19 m i t. p.

**Złagodzenie pochyłości** na szlakach stromych zaleca się w ten sposób, aby opór pociągu na prostej i krzywej był możliwie jednakowy (przy jeździe pod górę), w tym to celu należy zmniejszać wzniesienie w krzywych (W. T. § 27).

**Załamania** wskutek zmiany pochyłości **zaokrąglają się** na kolejach głównych i drugorzędnych: promieniem $\geq$ 5000 na szlaku, $\geq$ 2000 tuż przy stacyach (Z. K. g. § 8; W. T. § 27); na kolejach miejscowych zaś Z. K. d. w § 23 dozwalają promień 1000 m, wyjątkowo nawet 500 m.

Między przeciwnemi pochyłościami przekraczającemi $5^0/_{00}$, jeżeli jedna pochyła przezwycięża przeszło 10 m wysokości, należy wstawić wstawkę $\geq$ 500 m, o pochyłości mniejszej niż $5^0/_{00}$. Na wstawce tej mogą znajdować się niezbędne zaokrąglenia załamań (Z. K. g § 8). W. T. w § 27 wymagają podobnej wstawki o długości pociągu towarowego, gdy jedna z pochyłych przekracza 1000 m długości. Z. K. d. w § 23 uważają wstawki poziome lub mniej pochyłe jako pożądane przy przeciwpochyłościach przekraczających $10^0/_{00}$.

Wskaźniki podziałowe z wskazami całych km., oraz ich dziesiątych części, jako też wskaźniki pochyłości na każdem załamaniu ze wskazem długości i pochyłości danej części szlaku wymaga § 6 P. R. g., oraz § 23 i 24 W. T. Na kolejach drugorzędnych wskaźniki pochyłości są niezbędne tylko wtedy, gdy na długości $\geq$ 500 m znajduje się pochyłość przekraczająca $6{,}66^0/_{00}$ (podł. P. K. d. § 8), względnie $10^0/_{00}$ (podł. Z. K. d. § 21 i 22).

W szlakach ostrozakrzywionych należy unikać znacznych załamań obrysu podłużnego. (W. T. § 28; P. K. d. § 24).

Uwaga. Pochyłości na kolei gotthardskiej dochodzą do 2,7%, na Mont-Cenis i Arlberg 30 do $32^0/_{00}$ na starej kolei Giovi $35{,}4^0/_{00}$ (1 : 28), nie wymagając jeszcze niezwyczajnych środków ruchu. Nowa kolej Giovi ma jednak tylko pochyłości nie przekraczające $15^0/_{00}$.

**Na kolejach głównych dozwalają się prędkości:** (podł. P. R. g. § 26) pociągów osobowych bez hamowania ześrodkowanego 60 km/godz., z niem zaś 80, a w okolicznościach sprzyjających (począwszy od 1 kwietnia 1902) 100 km/godz.; pociągów towarowych 45 do 60, a roboczych 30 do 45 km/godz. W krzywych o promieniu $r$ i na spadkach $s^0/_{00}$ nie wolno przekraczać prędkości wskazanych w zestawieniu poniższem:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 100 | km/godz. | przy | $s = 5\ ^0/_{00}$ | lub | $r = 900$ m, |
| 90 | „ | „ | $s = 7{,}5^0/_{00}$ | „ | $r = 800$ m, |
| 80 | „ | „ | $s = 10\ ^0/_{00}$ | „ | $r = 700$ m, |
| 75 | „ | „ | $s = 12{,}5^0/_{00}$ | „ | $r = 600$ m, |
| 70 | „ | „ | $s = 15\ ^0/_{00}$ | „ | $r = 500$ m, |
| 65 | „ | „ | $s = 17{,}5^0/_{00}$ | „ | $r = 400$ m, |
| 60 | „ | „ | $s = 20\ ^0/_{00}$ | „ | $r = 300$ m, |
| 55 | „ | „ | $s = 22{,}5^0/_{00}$ | „ | $r = 250$ m, |
| 50 | „ | „ | $s = 25\ ^0/_{00}$ | „ | $r = 200$ m, |
| 45 | „ | „ | $s = —$ | „ | $r = 180$ m. |

Na kolejach **drugorzędnych** i miejscowych, podł. § 27 P. K. d., dozwala się ogólnie prędkość 30 km/godz. lecz dla średniotorowych pociągów osobowych, z hamowaniem ześrodkowanem i o liczbie osi nie przekraczającej 26, gdy tor leży na oddzielnem swem torowisku, dozwala się do 40 km/godz.

**Największa długość pociągu** na kolejach głównych zależy od prędkości jazdy $V$ (km/godz), a mianowicie liczba $z$ osi wagonowych w pociągu, podług P. R. g. § 23. nie ma przekraczać:

| | Pociąg osobowy | | | | Pociąg towarowy | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $V$ | $> 75$ | 75 do 61 | 60 do 51 | $< 51$ | 60 do 56 | 55 do 51 | 50 do 46 | $< 46$ |
| $z \leqq$ | 40 | 50 | 60 | 80 | 60 | 80 | 100 | 120 |

Nadzorcza władza krajowa może pozwolić na zwiększenie liczby osi wagonowych w pociągach towarowych do 150, lecz tylko przy szczególnie sprzyjających warunkach pochyłości i krzywości linii. W pociągach o hamowaniu ześrodkowanem nie ma być ponad 60 osi wagonowych. Pociągi wojskowe i mieszane (towarowo-osobowe), jeżdżące z prędkością $V \leqq 45$ km, mogą mieć do 110 osi wagonowych.

Na kolejach drugorzędnych § 23, P. K. d. ogranicza liczbę tych osi do 120, a w pociągach wojskowych do 110; Z. K. d. w § 97 określają największe liczby tych osi w pociągach na torach 1,0, 0,75, wzgl. 0.60 m szerokości na 80, 60, wzgl. 60 osi.

**Największy, spokojny nacisk koła** na szyny kolei głównych liczą 7 t. lecz przy dostatecznie wytrzymałej budowie wierzchniej 8 t. a przy nowej budowie toru należy liczyć tor na 8 t. (Z. K. g. § 11 i 29; W. T.* § 6 i 66). Na kolejach drugorzędnych, na które przechodzą wagony towarowe z linii głównych, podług § 6 i 66 W. T., liczy się 7 t. Na kolejach miejscowych z nieograniczonem przechodzeniem wagonów z innych linii § 6 i 44 Z. K. d. zaleca 6 t, bez przechodzenia wagonów 5 t; na wązkich torach 1 m, 0,75 m i 0,60 m naciski 4,5 t, 4 t i 3,5 t. Rozkład nacisków p. Dział XV. Statyka budowlana.

## e. Sposób opracowania projektu.

1. Sposób przedstawienia wyników **ogólnikowych prac przedwstępnych** jest w Prusach (podł. Z. o. Pr. z 15 maja 1897) następujący:

1. **Mapa ogólna** z nakreśloną w niej cynobrem linią kolejową, podzieloną na km. Na cel ten nadają się mapy sztabu generalnego w podziałce 1 : 100000, a dla krótszych linii takież mapy w podziałce 1 : 25000, zdejmowane stolikiem mierniczym.

2. **Plan sytuacyjny i przekrój podłużny.** Podziałka 1 : 10000 dla długości (w trudnym terenie i większa), a 20 razy większa dla wysokości. Stromy teren należy objaśnić przez wrysowanie warstwic. Na stromych stokach, gdy się okaże potrzeba murów oporowych i t. p., należy dodać przekroje poprzeczne. Oznaczenie działek posiadłości podług przepisów mierniczych.

3. **Opis techniczny** ma objaśniać sposób prowadzenia linii wogóle i w szczegółach, a zatem: korzystanie z dróg publicznych; nacięcie przez linię lasów państwowych, kopalni i zakładów wojskowych; zdolność przewozową i przelotność kolei; wykup gruntów; uwagi do nacenu (kosztorysu).

4. **Nacen** (kosztorys) **ogólnikowy** układać należy zgodnie z działami przepisanego księgowania rozchodów, lecz z możliwem ograniczeniem ilości poddziałów i zaokrągleniem długości kolei na dziesiętne kilometra i t. p. Działy są następujące:*)

| | | |
|---|---|---|
| Dział | I | Wykup gruntów i odszkodowania za używalność. |
| „ | II | Roboty ziemne i stokowe, mury oporowe i t. p. wraz z temiż robotami dla przejazdów. |
| „ | III | Ogrodzenia z wyłączeniem stacyjnych. |
| „ | IV | Przeprowadzenie poprzez kolej dróg, oraz innych kolei. |
| „ | V | Przepusty i mosty. |
| „ | VI | Tunele. |
| „ | VII | Budowa wierzchnia z wszystkimi torami bocznymi i rozjazdami. |
| „ | VIII | Sygnały z przynależytemi strażnicami i domkami. |
| „ | IX | Stacye, przystanki, wymijanki z budynkami i t. p., lecz bez naprawiarni i wyrobni. (Tu wlicza się też obrotnice, przesuwnice i t. p.). |
| „ | X | Wyrobnie i naprawiarnie. |
| „ | XI | Urządzenia nadzwyczajne, jako to: przesunięcie koryt rzecznych, przejścia przez warownie i t. p. |
| „ | XII | Tabor. |
| „ | XIII | Koszty zarządu (wraz z kosztami prac przedwstępnych). |
| „ | XIV | Wydatki ogólne. |
| „ | XV | Straty po otwarciu ruchu, odnieść się mające na koszt budowy. |
| „ | XVI | Odsetki za czas budowy. |
| „ | XVII | Straty na kursie. |
| „ | XVIII | Pierwsze wyposażenie funduszy rezerwowych i t. p. |

Uwaga. Cztery ostatnie działy są zbyteczne dla kolei państwowych.

5. **Memoryał** mający służyć za podstawę wniosku dla ciał prawodawczych, a dotyczący celu, długości, kierunku kolei, stosunków ekonomicznych i przewozowych, wykupu gruntów, kosztów budowy, oraz udziału w nich zainteresowanych i państwa.

6. **Obliczenie dochodności,** a więc dochodów i wydatków na podstawie projektu eksploatacyi.

---

*) Ten podział ułożony przez Związek Kolei niem. obowiązuje wszystkie koleje podlegające Kolejowemu Urzędowi Rzeszy, p. Handb. d. Ing. Wiss. Tom I wyd. 3, str. 131 i nast. i str. 191 i nast., oraz: Finanzordnung der Preuss. Staatsbahnen. Kwiecień 1901.

2. Wyniki szczegółowych prac przedwstępnych mają zawierać: *)

a) Plan sytuacyjny i przekrój podłużny: długości w podziałce 1 : 2500, a w terenie nierównym lub zabudowanym lepiej 1 : 1000; wysokości 1 : 250; z liczbowaniem (numeracyą) kolejnem, przejściowem w km i przedziałkami co 100 m. Sytuacya ma obejmować obustronne pasy około 250 m szerokości, przyczem należy odmiennie oznaczyć dane z pomiarów i dane z map zaczerpnięte.

b) Projekty murów oporowych i t. p., przejazdów, mostów, tuneli i innych niezwykłych budowli (1 : 100).

c) Projekty stacyi (1 : 1000), por. W. Pr. St. § 1.

d) Szczegółowy opis techniczny.

# III. Zasady prac przedwstępnych.

## a. Rodzaj i zakres prac przedwstępnych.

Wykonanie prac przedwstępnych obejmuje w sobie wybór najdogodniejszej linii, oraz jej opracowanie w postaci zupełnego projektu. Linię należy tak wybrać, aby ogólne koszta roczne, a więc procent od kapitału zakładowego, wraz z rocznymi kosztami ruchu i utrzymania, były w stosunku do dochodu możliwie jak najmniejsze. Prace przedwstępne obejmują zatem nietylko właściwy wybór linii, opracowanie i obliczenie kosztów budowy, lecz nadto i określenie kosztów ruchu i utrzymania, a więc i określenie oczekiwanej wielkości ruchu i dochodów, które to dane są niezbędne do obliczenia zyskowności linii, a zarazem pozwalają ocenić, jaki kapitał najwłaściwiej będzie włożyć w całe urządzenie danej linii. **)

Koszta ruchu wzrastają zwłaszcza też wraz z oporem od wzniesień i od krzywości. Wydajność każdego gatunku parowozów (zależna od ich wymiarów i wagi, oraz od prędkości jazdy) daje się najlepiej wyzyskać, gdy opór pozostaje możliwie jednakowym. Dlatego też podstawową zasadą technicznego przeprowadzenia linii jest wyszukanie linii o możliwie równomiernym oporze, a mianowicie przez porównanie rozmaitych wariantów w celu wyboru z pomiędzy nich najwłaściwszego, tak pod względem zyskowności, jako też z uwzględnieniem swoistych warunków miejscowych.

## b. Opory i długość pociągu.

Oznaczmy przez:

$\mu$ spółczynnik tarcia (przyczepność) między kołem napędnem a szyną (średnio $\mu = 0{,}14$ do $0{,}154$, lecz w czasie wilgotnym, śnieżnym lub podczas gołoledzi i t. p. nieraz znacznie mniejsze),

$a_1$ ilość osi napędnych parowozu,

$L_1$ waga napędna parowozu, w t, (waga powodująca przyczepność),

$L$ całkowita waga robocza parowozu bez tendra, w t,

*) Zasady techn. prac przedwstępnych z r. 1871 nie stosują się już w całej rozciągłości do prac szczegółowych, nie zastąpiono ich jednakże jeszcze innemi. Porównaj: „Anleitung für ausführliche Vorarbeiten" Kr. Dyrekcyi Kolejowej w Kolonii z r. 1892.

**) Z. o. Pr. 1897, oraz Handb. d. Ing. Wiss. Tom I, wyd. 3, rozdz. I. § 20; Launhardt, Theorie des Trassierens, Hannover 1884 i 1888 i rozprawy jego w Centralbl. d. Bauv. 1883 str. 237 (Kwestye gospodarcze w kolejnictwie); 1894 str. 256 (Korzyści ekonomiczne kolei); 1897 str. 286 (Jakie koleje drugorzędne warto budować).

$T$ waga tendra napełnionego, w t,
$Q$ największa, możliwa waga pociągu bez tendra i parowozu, w t,
$G = Q + T$ w t,
$Q_0 = L + T + Q$ całkowita waga pociągu, w t,
$q$ średni nacisk osi obciążonej, w t,
$i$ ilość osi pociągu bez tendra i parowozu,
$V$ prędkość jazdy w km/godz. ($= 3{,}6\ v$ m/sek.),
$w$ spółczynnik oporu wagonów i tendra (łącznie z oporem powietrza) w kg/t, a więc w $^0/_{00}$,
$w_1$ takiż spółczynnik dla parowozu bez tendra, także w $^0/_{00}$,
$W$ opór całego pociągu z parowozem, w kg,
$Z$ średnia siła pociągowa parowozu, na obwodzie kół napędnych, w stanie ustalonym, w kg (zawsze $Z \leqq \mu L_1$),
$N$ wydajność (moc) kotła w $MK$,
$H$ jego powierzchnia ogrzewalna w $m^2$,
$r$ promień krzywości toru, w m,
$s = 1000 : n$ pochyłość toru, w $^0/_{00}$,

a otrzymamy:

1) $W = wG + w_1 L = w(Q + T) + w_1 L \leqq Z$, a zatem:

2) $Q = \dfrac{Z - w_1 L}{w} - T = \dfrac{Z}{w} - \left(\dfrac{w_1}{w} L + T\right)$, oraz $i = \dfrac{Q}{q}$.

Średnia **siła pociągowa** parowozu będzie:

$$Z = 270\ N : V,$$

zależy ona zatem od prędkości jazdy i od wydajności (mocy) kotła, która podł. Frank'a *), przy średnim gatunku węgla, bywa:

$N = (0{,}6 + 0{,}527\ \sqrt{V})\ H$ w parowozach towarowych, a

$N = 0{,}617\ H \sqrt{V}$ w parowozach osobowych i pospiesznych.

Z powyższych wzorów otrzymamy:

3) $\begin{cases} Z = (162 : V + 142 : \sqrt{V})\ H & \text{dla parowozów towarowych, a} \\ Z = 166{,}5\ H : \sqrt{V} & \text{dla parowozów osobowych i pospiesznych.} \end{cases}$

Przy ruszaniu z miejsca potrzeba większej siły pociągowej, która osiąga się przez zwiększenie dopływu pary, a która jednakże nie może przekroczyć wartości krańcowej $\mu L_1$, uwarunkowanej wagą napędną. Dalsze szczegóły patrz rozdział II.

**Znaczenie spółczynników oporu w i $w_1$.**

| Spółczynnik oporu | $w$ dla $G = Q + T$ | $w_1$ dla $L$ |
|---|---|---|
| na torze prostym i poziomym . . | $w_g$ | $w_l$ |
| w krzywej o promieniu $r$ . . . | $w_r$ | $w_r$ |
| na pochyłości $s\ ^0/_{00}$ $(= 1000 : n)$ . | $\pm s$ | $\pm s$ |
| Ogółem: | $w = w_g + w_r \pm s$ | $w_1 = w_l + w_r \pm s$ |

*) S. Frank w Org. f. E. 1890, str. 161 i 1888, str. 106 i tegoż: Die Widerstände der Locomotiven u. Bahnzüge, Wiesbaden 1886.

**Wartości spółczynników oporu dla toru średniego. *)**

| $w_g$ | $w_l$ | $w_r$ na kolejach o $r_{min} \geq 300$ m | $w_r$ na kolejach o $r_{min} < 300$ m |
|---|---|---|---|
| $^0/_{00}$ | $^0/_{00}$ | $^0/_{00}$ | $^0/_{00}$ |
| $2{,}5 + \beta l'^2$ | $2{,}6\sqrt{a} + \beta_1 l'^2$ | $650 : (r - 60)$ | $500 : (r - 30)$ |

W których to wzorach (podług Frank'a, Org. f. F. 1899, str. 146 i nast.) będzie:

$\beta = 0{,}00052$ dla pociągów towarowych, złożonych z wagonów otwartych i krytych.

$\beta = 0{,}00026$ dla pociągów towarowych, złożonych z wagonów otwartych, naładowanych (wagonów do surowców).

$\beta = 0{,}00040$ dla pociągów osobowych i pospiesznych, złożonych z wagonów lekkich.

$\beta = 0{,}00014$ dla pociągów pospiesznych, złożonych z wagonów ciężkich.

$\beta_1 = 0{,}0023$ dla parowozów towarowych, o $a = 3$.

$\beta_1 = 0{,}0016$ dla parowozów osobowych, o $a = 2$.

albo też ogólnie: $\beta_1 = 0{,}00075\, a$.

Przy oznaczeniu powyższych wartości $\beta_1$ liczono, że w parowozach towarowych $L = L_1 = 38$ do 40 t, a w osobowych $L = 48$ t. Jeżeli $L$ będzie znacznie większe (wzgl. mniejsze), to i wartość $\beta_1$ zmniejsza się (wzgl. zwiększa) w stosunku różnicy wagi do wag powyżej podanych. Wpływ tych zmian zaznacza się zwłaszcza przy większych prędkościach $V$.

Uwagi. Opór podlega znacznym zmianom zależnie od prawidłowości drogi, od stosunku średnic czopa osiowego i koła, od rozstawy osi i od ich ilości, od położenia środka ciężkości, oraz od sposobów obciążenia wagonów i t. p. Dla tego też wzory powyższe mogą dawać wyniki tylko przybliżenie prawdziwe. Część oporu, zależna od prędkości, jest przeważnie oporem powietrza i wypadałoby ją właściwie nie obliczać z wagi pociągu, pomnożonej przez pewien spółczynnik, a ustosunkować do powierzchni pociągu, przeciwstawiającej się oporowi powietrza. Dla udogodnienia wzorów oznaczono jednak z doświadczeń średnie wagi wagonów, odpowiadające owej powierzchni oporu; następnie określono spółczynnik i tej części oporu względnie do wagi pociągu i włączono go do wartości ogólnego spółczynnika $w\,^0/_{00}$. Metodę tę stosuje Frank do wagonów, tu zaś przystosowano ją i do parowozów, sprowadzając spółczynnik $\beta_1$ (określony przez Frank'a dla $L + T$) do wagi $L$ (bez tendra) i dzieląc go potem przez $L$. Dlatego też okazała się potrzebną podana powyżej poprawka na wypadek, gdyby waga parowozu różniła się znaczniej od wagi, która była podstawą obliczenia spółczynników. Podobnie też wyraz wzoru: $2{,}6\sqrt{a}$, niezależny od $V$, zgadza się w swym wyniku (po przemnożeniu przez $L$ bez $T$) z wartościami podanemi przez Frank'a dla parowozów o dwóch lub trzech osiach napędnych, lecz w swym kształcie ogólnym uwydatnia on lepiej zależność od ilości osi napędnych i od wagi parowozu. Wartości $\beta$ dla wagonów

*) Wartość $2{,}5\,^0/_{00}$ dla $w_g$ dobrano bardzo dostatnio, co daje się odczuwać zwłaszcza w powoli idących pociągach towarowych. Dotychczas brano zwykle wartości 1.8 do $2\,^0/_{00}$ (natomiast liczono $w_l$ błędnie za wielkie). Wartość owa oznacza ten spadek, na którymby się pociąg bez parowozu (na szlaku prostym i w czasie bezwietrznym), raz wprawiony w ruch, poruszał samoczynnie dalej z tą samą prędkością, bez przyspieszenia i bez potrzeby hamowania.

podano podług Frank'a, utrzymując jednakże rozdział $T$ od $L$, ponieważ opór tendra w zasadzie może się tylko nieznacznie różnić od oporu wagonów, a więc słuszniej też będzie, wartość $w_l$, która jest znacznie większa od $w_g$, stosować tylko do wagi parowozu bez tendra.

Opór od krzywości ($w_r G$) ma zawsze wartość dodatnią. Charakter wzoru $w_r = k : (r - r_0)$ wskazuje, że przy małych promieniach opór ten wzrastałby szybko do wartości nieskończenie wielkiej. Wartości ilościowe $k$ i $r_0$ zależą przeważnie od rozstawy osi, a więc dla całego pociągu (o rozmaitych rozstawach) mogą one dawać wyniki tylko przybliżenie prawdziwe. Wartości 650 i 60 zgadzają się z wartościami oznaczonemi dla kolei głównych (bez ostrych krzywości) doświadczalnie przez v. Röckl'a i rachunkowo przez Boedecker'a*). Na kolejach o małych promieniach zmniejsza się spółczynnik $w_r$, ponieważ na nich wielkie rozstawy osi same przez się bywają prawie wykluczone: wagony miewają małe rozstawy, albo też wspierają się zwrotnie na wózkach. Jeżeli, jak być powinno, przy opracowaniu projektu kolei łagodzono prawidłowo w krzywych „wzniesienie miarodajne $s_m$" do wartości, któraby łącznie z oporem od krzywości przedstawiała dla danej wagi pociągu opór nie większy niż samo $s_m$ na szlaku prostym, to, przy oznaczaniu największej, potrzebnej siły pociągowej, nie potrzeba już uwzględniać takich krzywych, ograniczając się do oznaczenia oporu na wzniesieniu $s_m$.

Opór od pochyłości ($s G$) jest dodatny podczas jazdy pod górę, odjemny zaś przy jeździe w dół, a natenczas nie będzie on przekraczał wartości bezwzględnej $s_b G = (w_g + w_r) G$, gdyż na spadkach bardziej stromych nadmiar przyspieszenia ciężkości znosi się hamowaniem w tym celu, aby suma ogólna oporów ($w G + w_l L$) nie była trwale odjemną, co mogłoby stać się groźnem dla pociągu.**) Wartość krańcową $s_b$ zowią spadkiem samohamowności.

**Wzory dla całych pociągów,** ($Q_0$ obejmuje i wagę parowozu) nie uwzględniające stosunku $L$ do $Q$, jakkolwiek dogodne do obliczeń przedwstępnych, nie mogą jednak dać wyników zgodnych z rzeczywistością. W takich wszakże razach możnaby stosować następujące wartości spółczynnika $w_0$:

$w_0 = 2{,}5 + 0{,}0006\ V^2$ do pociągów osobowych o wagonach lekkich, albo też do towarowych o mieszanym składzie wagonów;

$w_0 = 25 + 0{,}0004\ V^2$ do pociągów osobowych o ciężkich wagonach, albo też do towarowych o naładowanych wagonach otwartych.

Dla **torów wązkich** brak jeszcze doświadczeń. Przy zupełnie prawidłowem utrzymaniu toru i taboru wartość $\alpha$ we wzorze $\alpha + \beta V^2$, względnie do wartości dla toru średniego, powiększy się tylko nieznacznie dla wagonów, znaczniej zaś dla parowozów, a to z powodu ich skupionego ustroju. Natomiast zmniejsza się powierzchnia dająca opór powietrzu, a zatem i wartość $\beta$. Średnio można liczyć:

| Prześwit toru mm | $w_g$ ‰ | $w_l$ ‰ | $w_r$ ‰ |
|---|---|---|---|
| 1000 | $2{,}6 + 0{,}0003\ V^2$ | $2{,}7\sqrt{a} + 0{,}0015\ V^2$ | $400 : (r - 20)$ |
| 750 | $2{,}7 + 0{,}0002\ V^2$ | $2{,}8\sqrt{a} + 0{,}001\ V^2$ | $350 : (r - 10)$ |
| 600 | $2{,}8 + 0{,}0002\ V^2$ | $2{,}9\sqrt{a} + 0{,}0008\ V^2$ | $200 : (r - 5)$ |

Opór od krzywości zależy jednak w wysokim stopniu od rozstawy osi taboru.

*) Boedecker, Wirkung zwischen Rad u. Schiene, Hannover 1887 i v. Röckl. Z. f. Baukunde, 1880; Org. f. F. 1881, str. 161.

**) O wydajności kilku gatunków pruskich parowozów na rozmaitych wzniesieniach p. Cauer, Betrieb u. Verkehr der Preuss. Staatsbahnen, Berlin 1897. tablice str. 282 do 285.

### Przykłady obliczeń.

1) **Jaką wagę** ($Q$) **pociągu może ciągnąć dany parowóz towarowy** ($L$) pod górę na wzniesieniu $s$, z prędkością $V$, jeżeli szlak ma liczne krzywe o promieniu $r$?

Załóżmy $L = 38{,}5$ t; $a = 3$ osie napędne; $H = 125$ m²; $T = 28{,}5$ t; $V = 20$ km/godz.; $r = 300$ m; $s = 2\,^0/_{00}$, a dla pociągu towarowego o mieszanym składzie wagonów otrzymamy:

$$w_g = 2{,}5 + 0{,}00052 \cdot 20^2 = 2{,}71\,^0/_{00}$$

$$w_l = 2{,}6\sqrt{3} + 0{,}0023 \cdot 20^2 = 4{,}5 + 0{,}92 = 5{,}42\,^0/_{00}$$

$$w_r = 650 : (300 - 60) = 2{,}7\,^0/_{00}, \text{ a zatem:}$$

$w = 2{,}71 + 2{,}7 + 2 = 7{,}41\,^0/_{00}$ dla $G = Q + T$,

$w_1 = 5{,}42 + 2{,}7 + 2 = 10{,}12\,^0/_{00}$ dla $L$. A że średnia siła pociągowa jest:

$$Z = \left(\frac{162}{20} + \frac{142}{\sqrt{20}}\right) \cdot 125 = 4988 \text{ kg, więc w przybliżeniu:}$$

$$Q = (4988 - 10{,}12 \cdot 38{,}5) : 7{,}41 - 28{,}5 \backsim 620 - 29 = 591 \text{ t.}$$

Jeżeli średni nacisk osi naładowanej będzie $q = 7{,}5$ t, to pociąg mógłby mieć około 79 takich osi. Jeżeli pociąg składa się wyłącznie z otwartych wagonów naładowanych (do surowców), to $w_g = 2{,}5 + 0{,}00026 \cdot 20^2 = 2{,}6\,^0/_{00}$, a natenczas możliwa waga pociągu wzrasta o 10 t, a to z powodu, że $V$ jest nieznaczne. Gdyby zaś było $s = 1\,^0/_{00}$, a $r \geq 500$ m, to otrzymalibyśmy $w_r = 1{,}5\,^0/_{00}$; $w = 5{,}21\,^0/_{00}$ oraz $w_1 = 7{,}82\,^0/_{00}$, a zatem:

$$Q = (4988 - 7{,}92 \cdot 38{,}5) : 5{,}21 - 28{,}5 \backsim 898 - 29 = 869 \text{ t,}$$

co przy $q = 7{,}5$ t, dawałoby 116 osi, czyli prawie dozwoloną ilość krańcową 120-tu osi, a jeśli nie wszystkie osie naładowane, to nawet więcej. Jeżeli jednak zwiększymy prędkość do 30 km, to zmniejszymy siłę pociągową do 3925 kg, natomiast $w_g$ zwiększy się do 2,97; $w_l$ do 6,57, a więc $w$ do 7,67, $w_1$ do 11,27, a przy $s = 2\,^0/_{00}$ otrzymamy natenczas $Q = 426$ t.

2) W projekcie **kolei górskiej** przewidziano parowozy o 168 m² pow. ogrzew. i 4-ch osiach napędnych, $L = 56$ t, $T = 30$ t, $V = 15$ km/godz. Wzniesienie miarodajne, łagodzone należycie w krzywych, ma być $s = 27\,^0/_{00}$. Ile może ważyć pociąg węglowy, jadący pod górę? W sposób podobny, jak powyżej, otrzymamy: $Z = 8000$ kg, $w_g = 2{,}5 + 0{,}00026 \cdot 15^2 = 2{,}56$, a zatem $w = 2{,}56 + 27 = 29{,}56\,^0/_{00}$

$w_l = 2{,}6\sqrt{4} + 0{,}003 \cdot 15^2 = 5{,}88$, a więc $w_1 = 5{,}88 + 27 = 32{,}88\,^0/_{00}$.

Wreszcie $Q = (8000 - 32{,}88 \cdot 56) : 29{,}56 - 30 = 178$ t.

3) Do pociągu pospiesznego, o ciężkich wagonach, jadącego z prędkością $V = 90$ km/godz., mamy parowóz o $H = 125$ m², $L = 48$ t; $a = 2$; $T = 40$ t. Jaka może być waga pociągu przy wzniesieniu miarodajnem 1, 2 i $3\,^0/_{00}$?

$Z = 166{,}5 \cdot 125 : \sqrt{90} = 2193$ kg; $w_g = 2{,}5 + 0{,}00014 \cdot 90^2 = 3{,}63$;

$w_l = 2{,}6\sqrt{2} + 0{,}0016 \cdot 90^2 = 16{,}63$; $w = w_g + s$; $w_1 = w_l + s$,

a) $s = 1\,^0/_{00}$; $Q = (2193 - 17{,}63 \cdot 48) : 4{,}63 - 40 = 251$ t,

b) $s = 2\,^0/_{00}$; $Q = (2193 - 18{,}63 \cdot 48) : 5{,}63 - 40 = 191$ t,

c) $s = 3\,^0/_{00}$; $Q = (2193 - 19{,}63 \cdot 48) : 6{,}63 - 40 = 149$ t.

Przy $s = 3\,^0/_{00}$ możnaby zatem wstawiać w pociąg nie więcej niż 3 wagony przejściowe, typu ciężkiego, a dla większej ilości wagonów, trzebaby zmniejszyć prędkość $V$.

4) Jeżeli dla danego pociągu mamy ze wzoru $Z \geq w\,G + w_l\,L$ oznaczyć niezbędną siłę pociągową, to wypada wagi $L$ i $T$ naprzód ocenić i wartości te wprowadzić we wzory na $w_g$ i $w_l$, a potem dopiero określić dokładniej $L$ i $T$ podług potrzebnej siły pociągowej.

## c. Wzniesienie najwłaściwsze.

Jeżeli danym rodzajem parowozu mamy wznieść się na określony wznios (wysokość) $h$ z prędkością w przybliżeniu jednostajną, a do przezwyciężenia tego wzniosu możliwe są linie różnej długości, to najwłaściwszem będzie to wzniesienie $s_\varepsilon$, dla którego stosunek

$\frac{\text{waga pociągu}}{\text{długość linii}} = Q : \frac{h}{s}$ stanie się największością; przy nim bowiem podniesienie jednostki ciężaru na dany wznios wypadnie najtaniej.

Jeśli opór parowozu i tendra $w_l L + w_g T$ oznaczymy przez $W_l$, to na linii prostej lub też na łukach łagodnie zakrzywionych będzie:

$$s_s = -w_g + w_g \sqrt{\frac{Z - W_l}{w_g (L + T)} + 1}.$$

## d. Wzniesienia miarodajne i nieszkodliwe.

Przeprowadzenie linii o możliwie jednostajnym oporze, w celu zupełnego wyzyskania siły pociągowej, wymaga złagodzenia największych wzniesień $s_m$ na łukach ostrzej zakrzywionych (i dłuższych), a mianowicie o $w_r$, tak aby było $s + w_r = s_m$. Wzniesienie to $s_m$ określa siłę pociągową, wzgl. długość (wagę) pociągu, jest ono zatem „miarodajne“ przy projektowaniu linii.

Jeżeli linia musi przezwyciężać znaczne wzniosy, to celowem będzie, wzniesienie miarodajne wybrać możliwie równe wzniesieniu najwłaściwszemu, rozumie się, o ile ono da się już określić, t. zn. o ile obrano już typ parowozu i prędkość jazdy, które w razie przeciwnym należy określić naodwrót z obranego już wzniesienia miarodajnego.

Uwaga. Krótkie wzniesienia przebiegane siłą rozpędu, mogą być i większe.

Wzniesienia bezwzględnie mniejsze od spadku samohamowności $s_b$, a mianowicie:

$s_b < w_g$ na prostej, wzgl. $s_b < (w_g + w_r)$ w krzywej,

są „nieszkodliwe,“ o ile wagi rocznego przewozu w obu kierunkach nie wykazują znacznych różnic. Jeśli miarodajne wzniesienie $s_m$ jest bezwzględnie mniejsze od spadku samohamowności, to o tyle też zniża się i granica wzniesienia nieszkodliwego.

Gdy wzniesienie miarodajne jest większe od $s_b$, to linia nabiera charakteru kolei górskiej, a natenczas trzeba staranie unikać wszelkiego spadku straconego. Wtedy też każde wzniesienie $s$ na wznios $h$, o ile jest mniejsze od $s_m$ (wzgl. $s_m - w_r$) powoduje wydłużenie linii $\left(\text{o długość } \frac{h}{s} - \frac{h}{s_m}\right)$, które lepiej byłoby zużytkować na zmniejszenie wartości $s_m$ dla całej linii.

Jeśli $s_m$ jest mniejsze od $s_b$, to linia jest koleją równinną, w której spadki stracone, mniejsze od nieszkodliwych, nie wywierają już wpływu niekorzystnego.

Złagodzenie wzniesień w krzywych (leżących na pochyłościach najbardziej stromych) najdogodniej wykreślać na obrysie (profilu) podłużnym, mianowicie sposobem następującym:

Jeżeli $s_0$ jest średniom wzniesieniem zastosowanem przy wyszukiwaniu linii, $l$ jego długością, a więc $H = s_0 l$ jego wzniosem, to obliczamy wysokość oporu od krzywych znachodzących się na danem wzniesieniu, mianowicie $h_r = w_r l_r$ dla każdej oddzielnej krzywej, a otrzymamy sumy:

$$\Sigma (h_r) = \Sigma (w_r l_r).$$

A natenczas wzniesienie miarodajne będzie:

$$s_m = \frac{H + \Sigma (h_r)}{l}.$$

$s_m$ pozostaje na linii prostej w swej pełnej, niezmniejszonej wartości, a w każdej krzywej zmniejsza się ono o odpowiednie $w_r$, (czyli że koniec krzywej obniża się o $h_r$).

Na szlakach, na których już z innych powodów $s < s_m$, należy tę różnicę $(s_m - s)$ odjąć od ilości $w_r$, o którą mieliśmy złagodzić spadek; jeżeli zaś $s_m - s \geqq w_r$, to łagodzenie spadku w krzywej staje się wogóle zbytecznem, bo warunkiem było tylko, aby $w_r + s$ nie było większe od $s_m$.

Krótkie, bardziej strome wzniesienia można przezwyciężać bądźto przez czasowe zwiększenie dopływu pary (zmniejszając jednakże przez to sprawność silnika), bądź też rozpędem, zużywając pracę rozpędu, tkwiącą w rozpędzonym pociągu, co jednak stopniowo zmniejsza prędkość pociągu.

W końcu wspomniany sposób nie powoduje niedogodności jedynie tuż przed stacyami, na których pociąg i tak się ma zatrzymywać.

## e. Porównanie różnych linii.

Uznanie jednego z wariantów linii projektowanej za ekonomicznie najdogodniejszy wymaga porównania rocznych kosztów przewozu, zależnych przeważnie od sposobu przeprowadzenia linii. Koszty stacyjne, jak również i ogólne, nie wchodzą tu w rachubę, ponieważ nie różnią się one znacznie od siebie dla rozmaitych linii poprowadzonych między tymi samymi punktami krańcowymi, t. j. między stacyami.

Roczne koszty eksploatacyi przedstawią się zatem w postaci:

$$S = (i A + U) + F.$$

We wzorze tym oznacza $A$ koszt budowy; $i$ stopę procentową; $U$ tę część kosztów eksploatacyi, która jest mało zależna od ilości przewozu i od prowadzenia linii (dozór nad drogą, utrzymanie budowy dolnej i t. p.), a której wartość średnia określa się na podstawie danych statystycznych na km długości kolei, przyczem jednak dla mało się od siebie różniących długości linii porównywanych, można części tej zupełnie nie uwzględniać. *) $F$ oznacza koszty przewozu, zależne od krzywości i wzniesień, szczególniej zaś od wzniesienia miarodajnego, które wpływa na wagi pociągów i parowozów, na ilości osi hamulcowych i t. p. Koszty przewozu, przy mniej więcej jednakowym ruchu, można oznaczyć w fenygach z poniższych wzorów Lannhardt'a. **)

$q = 0{,}56 + 23^1/_3\, s_m + 39^2/_3\, s$ na tono-kilometr ładunku użytkowego,

$p = 0{,}973 + 10^2/_3\, s_m + 29^1/_3\, s$ na osobo-kilometr.

We wzorach tych $s$ jest rzeczywistem wzniesieniem zwiększonem w miarę potrzeby o $w_r$; można jednak przy wzniesieniach nieszkodliwych zastąpić je przez $w$. W ten sposób dla każdego poszczegól-

*) Przy bardzo znacznych różnicach wzniesień miarodajnych, równe ilości przewozowe mogą wymagać bardzo nierównych ilości pociągów, a więc nawet podwojenia liczby dróżników i t. p. z powodu służby nocnej; mogą one zatem powodować i znaczne powiększenie wartościu $U$.

**) S. Lannhardt, Technische Trassierung, str. 59, Hannover 1888, należy jednak zauważyć, że dane zaczerpnięto tu z pewnych lat ruchu na pruskich kolejach państwowych (1885 i 1886), wyniki wzorów nie mogą zatem stosować się do każdego poszczególnego przypadku. Dalej Lannhardt; Korzyści ekonomiczne kolei, Centralbl. d. Bauv. 1894, str. 253. Baumeister, Org. f. E. 1880, str. 105. P. Schmidt; Określenie kosztów ruchu, Z. f. A. u. Ing. 1899.

nego kawałka linii obliczamy wartości $p$ i $q$, z których znów rachunkowo lub wykreślnie oznaczamy:

$$F = T\Sigma(ql) + P\Sigma(pl)$$

dla właściwej wielkości przewozu rocznego $T$ ton i $P$ osób.

W obu przypadkach $F$ oznacza ogólne koszty przewozu w obu kierunkach, tak że każde $s$ wlicza się tylko raz jeden, a mianowicie z wartością dodatną.

Uwaga. Zastąpienie rzeczywistej długości linii z pochyłemi i krzywemi prostą linią poziomą, o takim samym oporze, czyli tak zwaną „poziomą długością zastępczą", może tylko wtenczas służyć do porównania kosztów przewozu, gdy wzniesienia miarodajne pozostają mniej więcej jednakowe. Prawidłowe określenie istotnej długości zastępczej, t. j. powodującej jednakowe koszty eksploatacyi, wymagałoby uprzedniego oznaczenia tychże kosztów, z uwzględnieniem wzniesienia miarodajnego, p. Lannhardt'a rozprawy powyżej podane w odsyłaczu.

Według wskazówek rosyjskiego ministeryum komunikacyi, **poziomą (długość) zastępczą** do opracowania etatów należy określać podług wzoru poniżej podanego (Okólnik b. Dep. Dróg. żel. z 31 lipca 1891 Nr. 9817), a mianowicie dla każdego z dwóch kierunków oddzielnie:

$$L = l_n + l_n'(1+\alpha_1) + l_n''(1+\alpha_2) + l_n'''(1+\alpha_3) + \ldots + \ldots + l_c + l_k'\beta_1 + l_k''\beta_2 + l_k'''\beta_3 + \ldots$$

w którym to wzorze oznacza:

$L$ poziomą długość zastępczą całej kolei dla kierunku od $A$ do $B$, w wiorstach,

$l_n$ ogólną długość linii poziomych, w wiorstach,

$l_n'$, $l_n''$, $l_n'''$ ogólne długości poszczególnych kategoryi wzniesień $i'$, $i''$, $i'''$, w wiorstach,

$l_c$ ogólną długość spadków w wiorstach,

$l_k'$, $l_k''$, $l_k'''$ ogólną długość poszczególnych kategoryi łuków o promieniach $R'$, $R''$, $R'''$, w wiorstach,

$\alpha_1$, $\alpha_2$, $\alpha_3$ spółczynniki zależne od wzniesień $i$, a obliczane według wzoru:

$$\alpha = i\left(\frac{122 + 0{,}077\,i}{371 + 1{,}21\,i}\right),$$

$\beta_1$, $\beta_2$, $\beta_3$ spółczynniki zależne od oporu w krzywych o promieniach $R'$, $R''$, $R'''$.....; obliczają się, zastępując opór od krzywości równowartościowym oporem od wzniesienia zastępczego, którego wielkość oznacza się podług wzoru:

$$i_1 = 21\left(\frac{4\,d + 2{,}1\,d^2}{R - 21}\right).$$

We wzorze powyższym zaś oznacza:

$i_1$ szukane wzniesienie zastępcze w $^0/_{00}$,

$d$ rozstawę osi (skrajnych, niezwrotnych) wagonu towarowego = 1,78 saż.,

$R$ promień krzywych danej kategoryi ($R'$, $R''$, $R'''$, i t. d.) w sażenach.

# IV. Wykonanie technicznych prac przedwstępnych.

## a. Kolejność poszczególnych prac.

### 1. Ogólnikowe prace przedwstępne.

1. **Ustalenie warunków określających charakter kolei,** jakimi są: ilość torów, ich prześwit i obrysie, wzniesienia i krzywości miarodajne, największy nacisk kół, waga pociągów i prędkość jazdy.

2. **Jasne przedstawienie miejscowości** tak co do położenia, jako i wysokości: W okolicach górzystych warstwice w odstępach piono-

wych co 1 do 5 m; szerokość planu w granicach przewidywanej możliwości przesunięć linii; podziałki na długości 1 : 10000 do 1 : 5000, na wysokości zaś 1 : 500 do 1 : 250.*)

Do celów powyższych nadają się często mapy istniejące (np. sztabu generalnego, w wydaniu zdjęć stolikiem mierniczym, w podziałce 1 : 25000, a w ich braku inne mapy istniejące) dopełnione poziomowaniem.

3. **Opracowanie projektu na papierze,** a mianowicie: Wyszukanie linii na mapie podług warstwic; wykreślenie obrysu podłużnego, z wkreśleniem linii torowiska, z oznaczeniem jej pochyłości, a spodem i krzywości; obliczenie i rozmieszczenie mas ziemnych, z uwzględnieniem budowli drogowych, jako też naturalnych przeszkód, które mogłyby być wskazanymi kresami rozwozu mas ziemnych. Prace te wykonywamy na razie zupełnie pobieżnie dla rozmaitych, możliwych położeń linii, z których wybrawszy najudatniejszą, powtarzamy dopiero dla niej tę samą pracę, lecz już z większą dokładnością, a to w celu poprawienia i ostatecznego ustalenia linii tak w jej położeniu poziomem, jako i pionowem. Następnie określamy położenia, prześwity i wysokości budowli drogowych, lecz tylko z dokładnością niezbędną do zarysu nacennego (kosztorysu pobieżnego), którego opracowaniem kończymy ten dział prac przedwstępnych.

4. **Przepisy o sposobie przedstawienia projektu** p. str. 231, dla kolei rosyjskich zaś str. 212.

## 2. Szczegółowe prace przedwstępne.

1. **Szczegółowe przedstawienie** węższego pasa miejscowości podług dokładnych zdjęć poziomych i pionowych (plany wykonawcze). Podziałka przynajmniej 1 : 2500, lecz w miejscowościach górzystych lub więcej zaludnionych większa (zaleca się 1 : 1000), a na zupełnej równinie mało zaludnionej może być i mniejsza (1 : 5000). Opis właściwości gruntów na podstawie otworów wiertniczych lub rozkopów (p. poniżej pod 6).

2. **Opracowanie projektu wykonawczego,** a mianowicie: Dokładne ustalenie linii na papierze i wytknięcie jej na gruncie, wraz z wyznaczeniem krzywych, co wykonywać wcześniej byłoby bezcelowem. Ostateczne zdjęcie linii, a więc pomiar wzdłuż, poziomowanie wzdłuż i licznych przekrojów poprzecznych. Dokładne opracowanie projektu torowiska i stacyi, budowli i przejazdów, odwodnienia i t. p. Spis wszystkich nowych budowli, jako też zmian na drogach, rzekach, strumieniach i t. p. wraz z opisem.

3. **Sporządzenie wymaganych przepisami przedkładów,** t. j. pism i rysunków przedkładanych do zatwierdzenia. Na ten cel zaleca się sporządzać kopie planów wykonawczych, a dokładne rysunki pierwotne zachowywać do dalszego przepracowania przy budowie.

4. **Opracowanie programu wykonania robót,** jest przy większych robotach prawie niezbędne.

---

*) O wstępie na obce posiadłości p. Pr. W § 5.

5. **Prace przedwstępne do nabycia gruntów** należy rozpocząć niezwłocznie po wytknięciu linii na miejscu.

6. Spółcześnie z pracami powyższemi należy: zbierać dane o stanie wód (ich spływie, prześwitach przepływów, poziomach wód wezbranych i t. p.); badać grunt (w celu oznaczenia: stoczystości, rozmieszczenia mas ziemnych, cen dobywania, posadowienia i t. p); wywiadywać się o ceny i źródła materyałów i t. p.

Uwaga. Przy wykonywaniu prac przedwstępnych zaciera się niekiedy różnica między pracami ogólnikowemi a szczegółowemi, które pod względem czasu ich wykonania i dla niektórych działek linii zlewają się ze sobą. Wszelkie prace przedwstępne składają się z prac mierniczych i z właściwego projektowania; związek między niemi jest jednak tak ścisły, że nie wypadałoby powierzać każdej z tych części innym osobistościom. Papieru na pierwotne, dokładne plany wykonawcze, oraz na plany wywłaszczenia, nie należałoby nalepiać na deski, bo papier taki kurczy się przy ścinaniu z deski, lepiej rysunki te sporządzać na papierze podlepionym płótnem, unikając nadto podmalowywania całych pól.

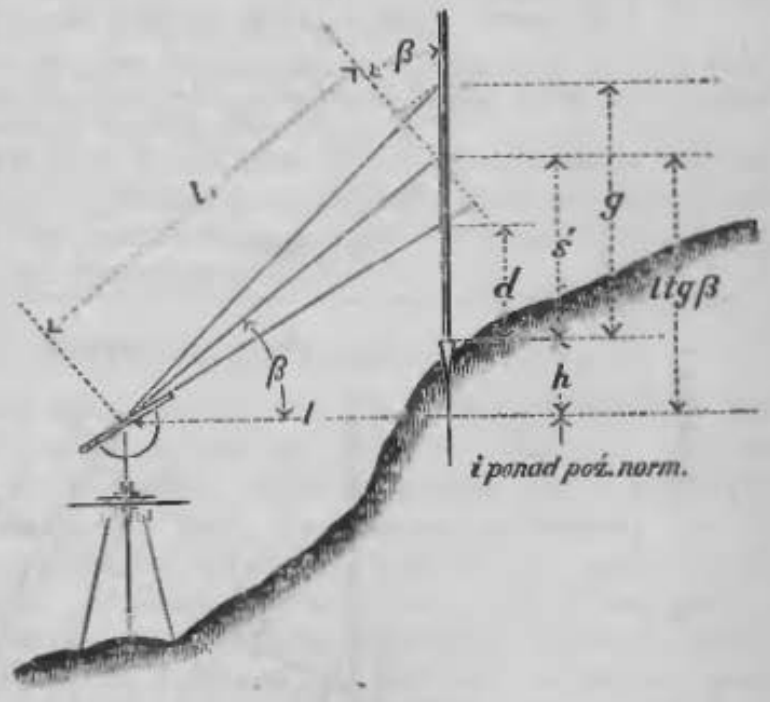
## b. Sposób wykonywania prac przedwstępnych. *)

### a. Przedwstępne prace mierniczе.

### 1. Zdjęcia.

Pierwszym warunkiem szybkiego postępu zdjęć będzie należyte rozróżnianie rzeczy ważnych od mniej ważnych, potrzebnych tylko do uzupełnienia poglądu na całość. Rzeczy ważne należy mierzyć starannie i dokładnie; mniej ważne można nieraz nawet tylko oceniać na oko, albo podług mapy. Wypadałoby jednak w rysunkach odróżniać przez odmienne oznaczenia to, co istotnie mierzono, od tego, czem tylko uzupełniano rysunek. Podobnie też nie należy szczędzić trudu i mierzyć dokładnie to, z czego błędy przenosiłyby się dalej, a nawet wzrastały (np. poziomowanie lub pomiary dłuższych linii, trójkątowanie i t. p.), pozwalając sobie wzamian na pewną pobieżność w pomiarach podrzędniejszego znaczenia (np. zdjęcia krótkich przekrojów i szczegółów).

Rys. 889.




*) Por. Wskazówki do wykonywania szczegółowych prac przedwstępnych. Król. Dyrekcyi Kolejowej w Kolonii (kolej lewego brzegu Renu) 1892.

## Sposoby zdjęć.

1. **Poziomowanie barometrem** na podstawie istniejących planów położenia (sytuacyjnych). Stosowne tylko do prac ogólnikowych, ale na ten cel też bardzo właściwe (por. str. 146).

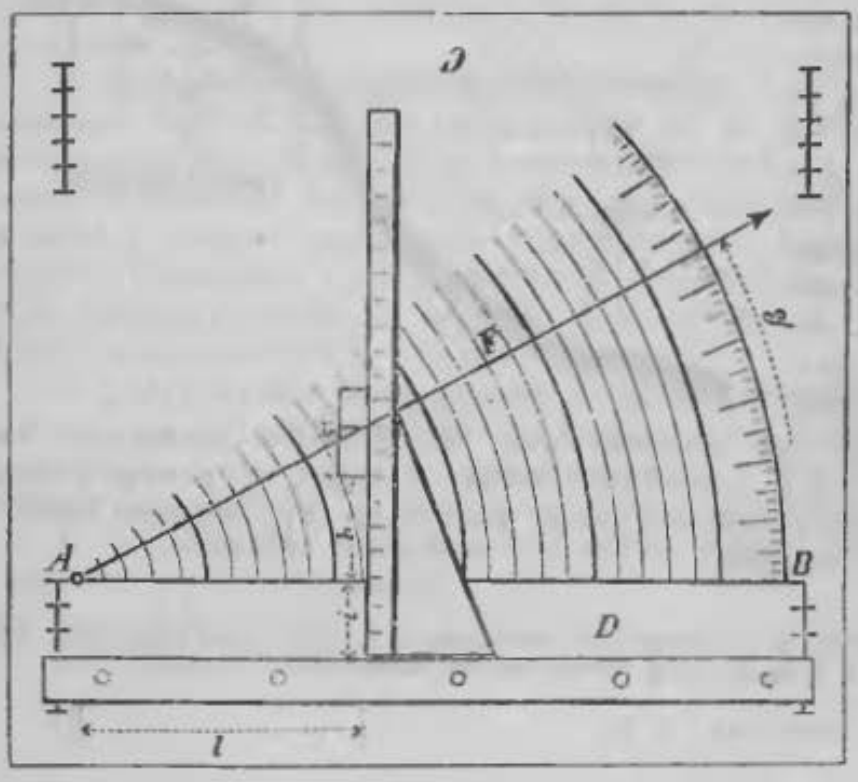
2. **Zdjęcia przyrządami do mierzenia kątów, z dalmierzami,** np. tachymetrem (szybkomierzem), albo szwajcarskim stolikiem miernicznym z dalmierzem i liniałem, *) bardzo przydatnym przy pracach szczegółowych do pomiarów oddzielnych części (w podziałce 1 : 1000); por. str. 147.

Przeczyty dogodnie zapisywać w dziennik pomiarowy, podług schematu poniżej podanego, w którym zapisujemy zaraz i wyniki obliczeń, dokonywanych na podstawie wzorów (p. rys. 889):

$$l = l_1 \cos\beta = k\,(g - d)\cos^2\beta = k\,(g - d)\,(1 - \sin^2\beta);$$
$$h = l \operatorname{tg}\beta - s.$$

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nr. punktu | Kąt poziomy $\alpha$ | Kąt pionowy $\beta$ | Przeczyt na łacie $g =$ $d =$ $s =$ | $k\,(g-d)$ | Odległość pozioma $l$ | $l \operatorname{tg}\beta$ | $h$ | Pionik (kota) poziomu przyrządu $i$ | Pionik punktu $i \pm h$ | Uwagi |
| | | | cm | m | m | m + / − | m | m | m | $k$ = stałemu spółczynnikowi przyrządu (zazwyczaj $k = 100$. albo 200). |

Rys. 890.




Uwaga. Rubryki (rzędy) 5 do 10 dla szybkomierza (a 7 do 10 dla stolika) obliczamy i wypełniamy w pracowni, pozostałe zaś w polu. Przy pomiarach stolikiem wypełnianie rzędu 2 jest zbyteczne. Mnożenia przez $\sin^2\beta$ dokonywamy najdogodniej z pomocą suwaka rachunkowego.

Obliczywszy podług tego wzoru pioniki każdego stanowiska przyrządu, a więc pioniki $i$ punktów głównych, możemy obliczenia dla punktów drugorzędnych wykonywać prę-

*) n. p. Kern'a w Aarau.

dzej zapomocą swoiście przystosowanych suwaków rachunkowych np. Teischinger'a, *) Wild'a i innych, albo też **sposobem wykreślnym** (rys. 890), do którego narzędzia niezbędne każdy z łatwością sam sobie przysposobi: Ze sztywnego papieru wykrawamy: koło podziałkowe (stopniówkę), podziałkę, którą przyczepiamy do kątówki (ekierki) suwającej się po liniale, wreszcie suwaczek przesuwający się po owej podziałce, a odpowiadający łacie szybkomierza. W środku koła podziałkowego przytwierdzamy nitkę, poczem ustawiamy całe urządzenie tak, aby $AB$ leżało o $i$ (podług podziałki) ponad liniałem, równolegle do niego (jeżeli pioniki $i$ są za wielkie, możemy normalny poziom pioników w rysunku podnieść dowoli). Oznaczywszy długość $k(g-d)$ na nitce, pod kątem $\beta$ wyciągniętej, mnożymy ją przez $\cos^2\beta$, a to za pomocą dwukrotnego pionowania (rzutowania), czyli wykreślamy $l$, a zarazem i $h+s$, od której to wysokości odejmując suwaczkiem wysokość (przeczytaną) $s$, otrzymamy szukany pionik: $i+h$. Dla odjemnych wartości $\beta$ odwracamy całe urządzenie. Pożądaną jest tu praca wspólna z dwoma pomocnikami: jeden nastawia i trzyma nitkę w położeniu właściwem ($\beta$), drugi zaś odczytuje głośno dane już wielkości $i$, $\beta$ i $k(g-d)$, oraz zapisuje wyniki.

3. **Zdjęcia za pośrednictwem** (długich) **obrysów poprzecznych** są mozolne i przestarzałe, a stosują je w braku lepszych przyrządów. Aby kierunek obrysu módz dogodnie przystosować do nierówności gruntu, a raczej aby pomierzyć ten kierunek obrany, do tego starczy obrotny dajkąt przeziernikowy z kołem podziałkowem, na któremby można przeczytywać kąty z dokładnością 5′ do 10′.

Do zdejmowania krótkich obrysów poprzecznych, do wyszukiwania pewnych pochyłości gruntu i do tym podobnych celów nadają się nieraz bardzo dobrze małe, swoiste miernice pochyłości, np Wrede'go, Bose'go, Abney'a i t. p. **)

4. **Fotogramometrya** przy starannem wykonaniu okazała się bardzo przydatną do zdjęć zupełnych przy ogólnikowych pracach przedwstępnych (zwłaszcza gdy niema map danych miejscowości), a w górach do pomiarów miejsc niedostępnych. ***)

## 2. Wytykanie (wytyczanie).

W celu przeniesienia opracowanej linii na grunt wytykamy linie proste przez odkładanie zmierzonych w rysunku odległości od stałych punktów zdjęcia pierwotnego. Wyznaczywszy kąty przecięcia się tych prostych, mierzymy kąty rzeczywiste, odcinamy od ich wierzchołków obliczone długości stycznych, przez co wyznaczamy zarazem początki łuków. Wreszcie wyznaczamy oddzielne punkty krzywych z uwzględnieniem łuków przejściowych, które jednakże ponajczęściej starczy wyznaczać dopiero na gotowem torowisku, przy układaniu budowy wierzchniej.

*) Z. ö. A. u. Ing. V. 1883. Stosując szybkomierze z przesówkami systemu Wagner-Fennel'a i t. p., można wyniki powyższych obliczeń otrzymywać bezpośrednio jako przeczyty na przyrządzie; por. Jordan, Vermessungskunde. Tom II. 1893, str. 609.

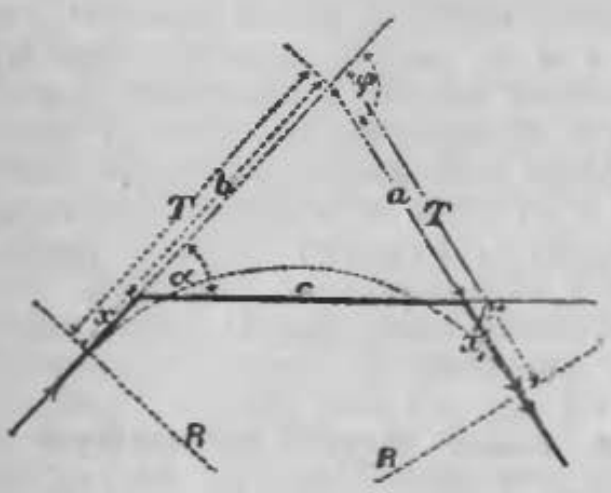
**) C. d. Bauv. 1886. str. 272 i 452; Deutsche Bauztg. 1877, str. 359.

***) Handb. d. Ing. Wiss. Tom I wyd. 3, rozdz. 1; oraz Steiner, Die Photographie im Dienste des Ingenieurs; Wiedeń 1891.

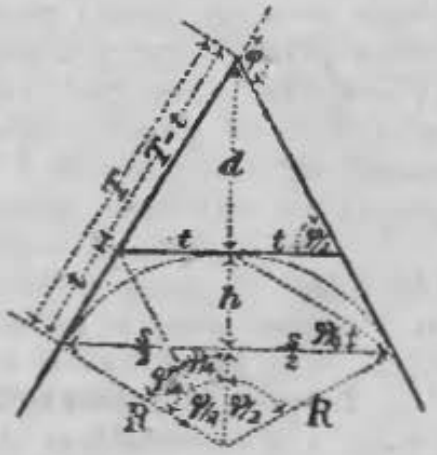
Gdy wierzchołek kąta jest zbyt oddalony, albo zgoła niedostępny, przekładamy dowolną linię pomocniczą, przecinającą obydwa ramiona kąta, a pomierzywszy obydwa kąty nowo wytworzone, obliczamy z nich kąt o wierzchołku niedostępnym i potrzebne długości.

**Sposób obliczenia** (p. rys. 891): Mierzono kąty $\alpha$ i $\beta$, oraz długość $c$; dany nadto promień $R$.

Rys. 891.




Rys. 892.




Mamy: $\varphi = \alpha + \beta$; $T = R \operatorname{tg} {}^1/_2 \varphi$;

$$b = \frac{c \sin \beta}{\sin \varphi}; \qquad a = \frac{c \sin \alpha}{\sin \varphi};$$

$$x = T - b; \qquad x_1 = T - a.$$

Oprócz początku i końca łuku (punktów stycznych) wyznaczamy odrazu i jego środek, który posłuży nam zarazem za sprawdzian, a mianowicie: na dwójsiecznej kąta (rys. 892) odcinamy odległość odwierzchołkową $d$ łuku, albo też posiłkujemy się styczną pomocniczą $t$, którą dla większych kątów $\varphi$ w każdym razie wytknąćbyśmy musieli:

$$t = R \operatorname{tg} \frac{\varphi}{4}; \quad d = t \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} = R \operatorname{tg} \frac{\varphi}{4} \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} = T \operatorname{tg} \frac{\varphi}{4}.$$

Połowa cięciwy będzie: $\frac{s}{2} = R \sin \frac{\varphi}{2}$,

a strzałka: $h = \frac{s}{2} \operatorname{tg} \frac{\varphi}{4} = 2 R \sin^2 \frac{\varphi}{4}$,

długość łuku wreszcie ($\varphi$ w stopniach):

$$l = \pi R \frac{\varphi}{180} = 0{,}0174533\ R \varphi.^*)$$

Wartość $l$, $h$ i $s$ dla danych kątów $\varphi$ p. Tom I, str. 36 i 37.

*) Do wszystkich, tego rodzaju dokładnych obliczeń, dogodne są tablice linii trygonometrycznych i długości łuków w Rühlmann'a: „Logarithmische u. trigonometrische Tafeln:“ Lipsk u Arnoldi'ego. Do wyznaczania krzywych wystarcza jednakże i suwak rachunkowy.

## Kilka zaufnych sposobów wyznaczania punktów łuku.

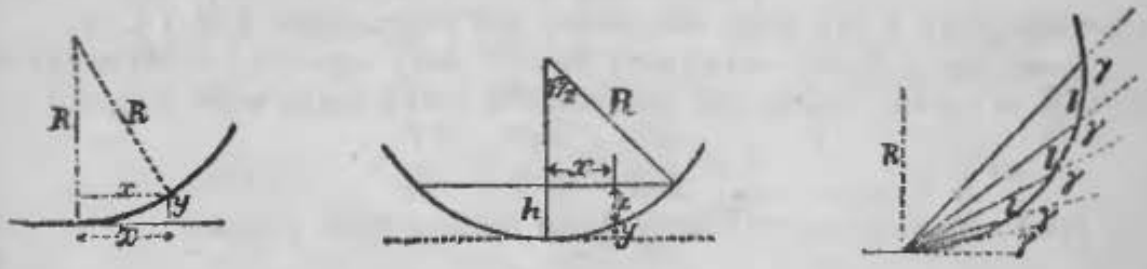
1. **Od stycznej,** najlepiej na zasadzie równych odcinków na stycznej, ponieważ na łuku i tak podział długości na stacye pomiarowe potem zrobić musimy.

Wzór dokładny brzmi (rys. 893): $y = R - \sqrt{R^2 - x^2}$,

który wygodniejszym jednak będzie w postaci: $y = \frac{x^2}{2R} + \frac{y^2}{2R}$.

Obliczamy dla $x = 10, 20, 30$ m i t. d. nasamprzód wartości przybliżone $y = \frac{x^2}{2R}$, do których dodajemy potem jeszcze $y^2 : 2R$. Łatwo się przekonać, że, z wyjątkiem bardzo wielkich wartości $x$, albo bardzo małych $R$, dodatek ów zawsze możnaby zaniedbać, zadawalając się wzorem przybliżonym: $y = x^2 : 2R$, którego wynik z łatwością można przeczytywać wprost na suwaku rachunkowym. *)

Rys. 893. Rys. 894. Rys. 895.




2. **Od cięciwy,** gdy styczna nie jest dostępna, albo dogodna; zaczynamy od środka cięciwy, stosując wzór przybliżony (rys. 894):

$$z = h - y = h - \frac{x^2}{2R}.$$

3. **Celowaniem przez przyrząd mierzący kąty na przedni kostur** (łańcucha lub taśmy mierniczej), który naprowadzamy w kierunek celowany, podczas gdy tylny kostur pozostaje na poprzednio wyznaczonym punkcie łuku (rys. 895).

Do jednakowych odcinków łuku (cięciw), o długości jednego odmiaru łańcucha, przynależą równowielkie kąty obwodowe:

$$\gamma = \frac{180}{\pi} \frac{l}{2R} = 206\,265 \frac{l}{2R} \text{ sekund.}$$

Uwaga. Kierunki celowania i łańcucha (taśmy) nie powinny różnić się nadmiernie od siebie, w przeciwnym bowiem razie dokładniejsze odcięcie punktu staje się wątpliwem: dlatego też po wyznaczeniu kilku punktów należy przyrząd przestawić na punkt ostatnio wyznaczony, nacelować poprzednie stanowisko, obrócić celownicę o kąt $\Sigma(\gamma)$, a otrzymawszy tak kierunek nowej stycznej, wypada odwrócić lunetę na wywrót i postępować dalej jak poprzednio.

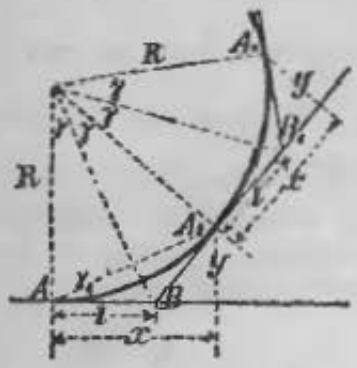
Posiłkując się natomiast do tegoż celu stolikiem mierniczym, kreślimy na nim w dowolnej, lecz możliwie wielkiej podziałce łuk i dzie-

*) Szczegółowe tablice między innemi: Hecht'a, Knoll'a, Krohnke'go (13 wyd. 1896) Sarrazin'a i Oberbeck'a (13 wyd. 1901).

limy go cyrklem, a zatem bez obliczeń. Stolik niekoniecznie musi stać na łuku, łatwiej też możemy zmieniać stanowiska.

Jeżeli nawet wklęsła strona łuku nie jest swobodna (np. w tunelach, chodnikach górniczych i t. p.), to w razie konieczności zmieniamy stanowisko nawet po każdym odmiarze łańcucha; i jeżeli za pierwszym razem wyznaczyliśmy kąt $\gamma$ od kierunku stycznej, to następnie wyznaczamy kąty $2\gamma$ zawsze od ostatniej cięciwy i odwracamy lunetę na wywrot.

Rys. 896.



4. **Po wielokącie opisanym** (rys. 896). Do danej długości $l$ (np. jednego odmiaru łańcucha) przynależy kąt $\gamma = \text{arc tg}\,(l : R)$, albo dla małych kątów z dostateczną ścisłością:

$$\gamma = 206265\,(l : R) \text{ sekund.}$$

Spółrzędne punktu $A_1$, dla kąta środkowego $2\gamma$, będą:

$$x = 2R \sin\gamma; \qquad y = 2R \sin^2\gamma.$$

Łącząc otrzymany punkt $A_1$ z $B$, otrzymujemy nową styczną (bok wielokąta opisanego) i postępujemy z $A_1$ dalej tak samo, jak poprzednio z $A$ i t. d.

A że kąt $\gamma$ bywa zazwyczaj bardzo mały (np. dla $l = 20$ m, albo $l = 10$ m), więc będzie też dostatecznie dokładnym wzór z pod 1.

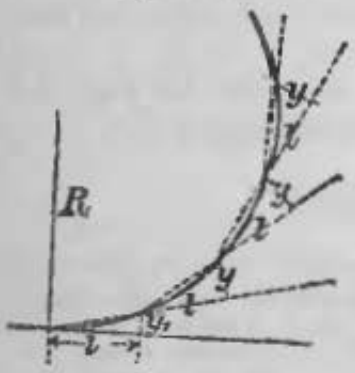
$$y = \frac{x^2}{2R} = \frac{4l^2}{2R} = \frac{2l^2}{R}.$$

Przy wierzchołkach $B$ wieloboku rzędna łuku będzie:

$$y_1 = \frac{l^2}{2R} = \frac{y}{4}.$$

Sposób powyższy nadaje się do wytykania łuków zwłaszcza wtedy, gdy i sposób 1 i 2 staje się nieprzydatnym z powodu braku swobodnego miejsca na linie pomocnicze tak po wklęsłej jak i po wypukłej stronie łuku.

Rys. 897.



Podobnym jest sposób wyznaczania punktów łuku po **wielokącie wpisanym**, p. rys. 897.

Przybliżona wartość pierwszej rzędnej będzie (jak poprzednio):

$y_1 = \frac{l^2}{2R}$, a wszystkich następnych: $y = 2y_1$.

W ten bardzo prosty sposób, prawie bez obliczeń i zupełnie bez mierzenia kątów, wyznaczamy bardzo prędko łuk koła, chociaż z małem uchybieniem co do wielkości promienia. Sposób ten jest zatem bardzo przydatny, zwłaszcza do linii wytykanych na próbę. O łukach przejściowych patrz poniżej w rozd. I. **B.** III **a. 3.**

### *β.* Prace przy projektowaniu.

#### 1. Obliczenia pól przekrojów i objętości mas ziemnych.

1. **Pole przekroju** do projektu szczegółowego (a przy nierównym obrysie poprzecznym gruntu i do ogólnikowego) oznaczamy

z rysunku bądźto obliczeniem, bądźto planimetrem (powierzchnikiem), bądź też wreszcie wykreślnie, przez zamianę pola na trójkąt, dochodząc nawet do odmierzania wyniku na podziałce linijnej (p. rys. 898 i 899), a mianowicie sposobem poniższym:

Kreślimy (rys. 898):

1) $b\,b_1 \parallel ca$;

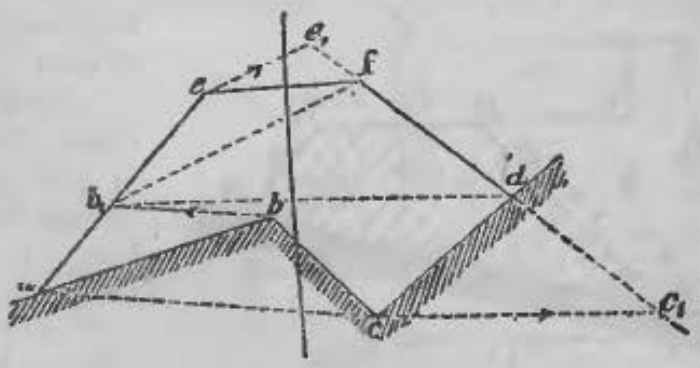
2) $c\,c_1 \parallel b_1\,d$;

3) $e\,e_1 \parallel b_1\,f$;

a będzie:

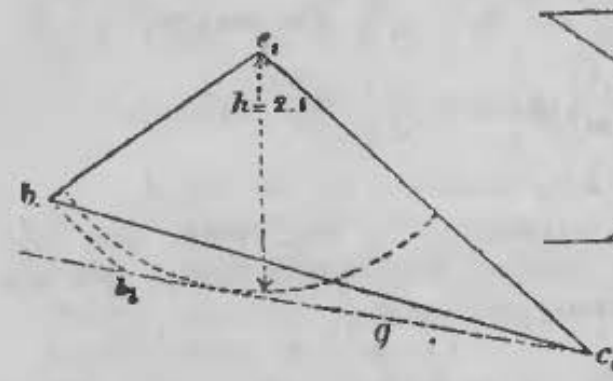
$$\triangle\, b_1\,c_1\,e_1 = a\,b\,c\,d\,f\,e.$$

Rys. 898.

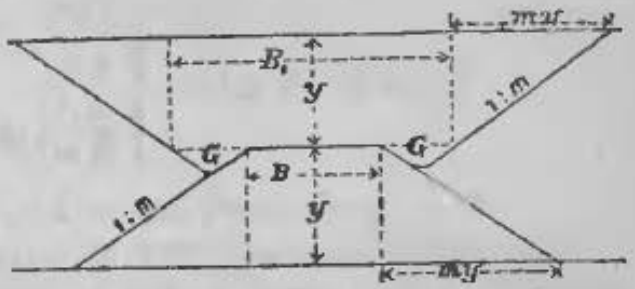



Ten sam trójkąt $b_1\,c_1\,e_1$ przedstawia rys. 899; zataczamy z $e_1$ łuk koła o promieniu $h = 2 \cdot 1$ i kreślimy styczną do tego łuku $c_1\,b_2$, dalej $b_1\,b_2 \parallel e_1\,c_1$, a otrzymamy w podziałce zastosowanej $q = c_1\,b_2 = \triangle\, b_1\,c_1\,e_1 = a\,b\,c\,d\,f\,e$. *)

Rys. 899.




Rys. 900.




Do projektu ogólnikowego, gdy pochyłości poprzeczne gruntu są w przybliżeniu proste, oznaczamy pola przekrojów z tablic, albo jeszcze dogodniej z **wykresów przekrojowych**, a mianowicie:

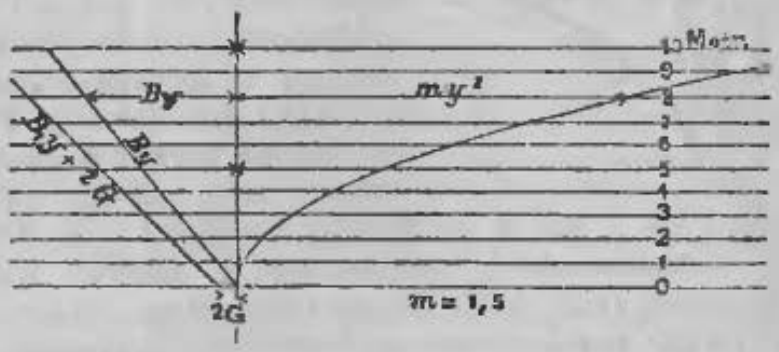
Jeżeli linia poprzeczna gruntu jest zupełnie, albo prawie pozioma, to na pola przekrojów (rys. 900) mamy wzory:

$$F = By + m\,y^2 \text{ dla nasypu, a}$$
$$F = B_1 y + 2\,G + m\,y^2 \text{ dla wykopu,}$$

jeżeli przez $G$ oznaczymy pole przekroju jednego rowu.

Z wzorów tych (najdogodniej metodą różnic) można zestawić tablice, albo też jeszcze dogodniej wykresy złożone z linii parabolicznej (p. T. I, str. 108 i n.) i prostej. Na wykresie (rys. 901) w kierunku pionowym odcina się

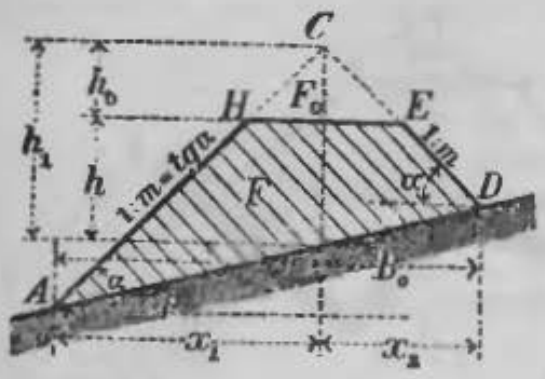
Rys. 901.




*) Szczegóły p. Deutsche Bauztg. 1890. str. 537.

wprost wysokości wzięte z obrysu podłużnego, t. j. wysokość nasypu, wzgl. głębokość wykopu w danym punkcie, podług podziałki tegoż obrysu, a na przynależnej do tej wysokości poziomej kresa między parabolą, a prostą ukośną ($By$, wzgl. $B_1 y + 2G$), określa w dowolnie obranej podziałce bezpośrednio zawartość pola przekroju poprzecznego w $m^2$ (np. 1 mm podziałki = 1 $m^2$ lub 2 $m^2$ i t. p.).

Rys. 902.




Jeżeli poprzeczny obrys terenu jest prosty, lecz pochyły pod kątem $\beta$ (co wypadałoby uwzględniać i przy pracach ogólnikowych, gdy tylko $n = \operatorname{tg}\beta > 1/9$), to (podł. rys. 902) otrzymamy:

$F = F_1 - F_0$ dla nasypów, a

$F = F_1 - F_0 + 2G$ dla wykopów; we wzorach tych oznacza:

$$F_1 = \triangle ADC = \frac{m}{1 - m^2 n^2} h_1^2 = k h_1^2,$$

$$F_0 = \triangle HEC = \begin{cases} \dfrac{B^2}{4m}, \text{ a } h_0 = \dfrac{B}{2m} & \text{dla nasypu,} \\ \dfrac{B_1^2}{4m}, \text{ a } h_0 = \dfrac{B_1}{2m} & \text{dla wykopu.} \end{cases}$$

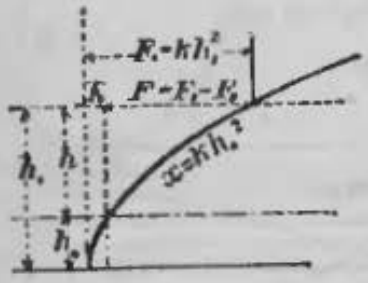
$m = \operatorname{ctg}\alpha$, zazwyczaj $= 1{,}5$; $h_1 = h + h_0$; $n = \operatorname{tg}\beta$.

Szerokości torowiska $B$ i $B_1$ oznaczono w rys. 900; cała zaś szerokość zajęta przez wykop z rowami, wzgl. przez nasyp, lecz bez rowów obok niego czasami potrzebnych, będzie:

$$B_0 = \frac{2m}{1 - m^2 n^2} h_1 = 2 k h_1.$$

Wzór powyższy jest dogodny do określenia potrzebnego obszaru gruntów pod kolej (szerokość $B_0$ najlepiej odcinać jako rzędne na obrysie podłużnym).

Rys. 903.




Wyniki wzoru $F_1 = k h_1^2$, dla stałego $m$, a zmiennego $n$, możemy zestawić w tablice, albo też w wykresy paraboliczne (rys. 903), które wreszcie można zastąpić i wykresami prostolinijnymi, jednakże pod warunkiem, aby wysokości wykresu odcinać w podziałce wzrastającej w stosunku kwadratów. Odmierzania na takiej podziałce można uniknąć, posiłkując się jedyną parabolą $y^2 = x$, o takiej samej podziałce na $y$ jak na wysokości obrysu podłużnego, na $x$ zaś 5 do 10 razy mniejszej (rys. 904). Odejmowanie ilości $F_0$ i dodawanie $h_0$ odbywa się w samym wykresie, przyczem odmienność tych ilości dla wykopu, wzgl. nasypu, należy uwzględniać. Wykresy przekrojowe najdogodniej wykreślać na papierze drobno-

kratkowanym. Stosować można je do dowolnej szerokości torowiska, wkreślając tylko właściwe proste na $h_0$ i $F_0$.

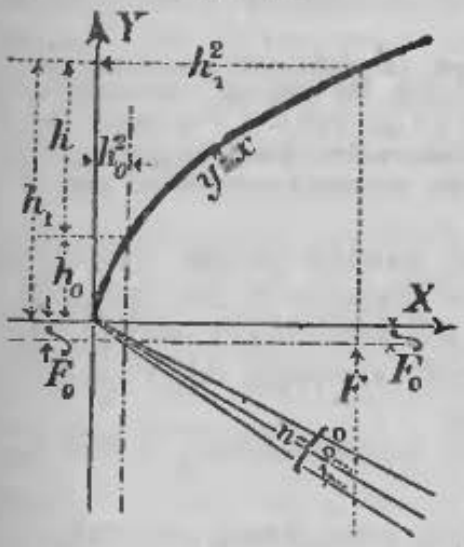
Gdy $n = 0$, t. j. dla terenu bez pochyłości poprzecznej, otrzymamy inny kształt wykresu podług wzoru:

$$x = F_1 = F_0 + F = m h_1^2.$$

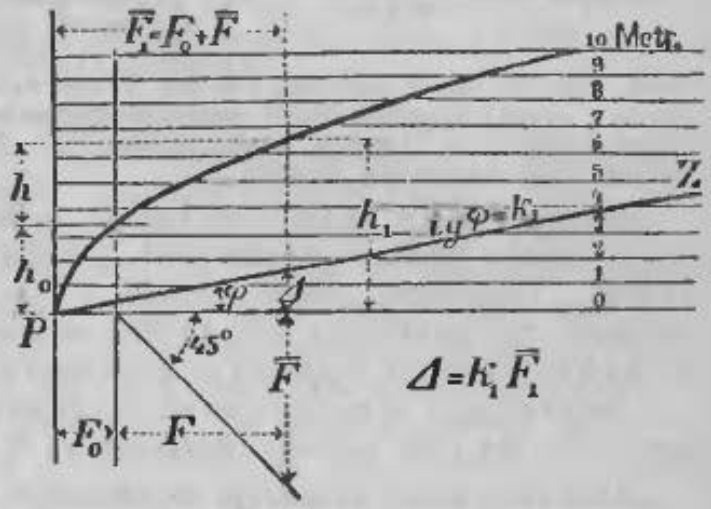
Zaniedbując zatem pochyłość poprzeczną, otrzymujemy zawsze wynik za mały, a mianowicie o:

$$F_1 - \overline{F_1} = \Delta = \frac{m^2 n^2}{1 - m^2 n^2} \overline{F_1}, \quad F_1 = k_1 \overline{F_1}, \text{ jeśli } k_1 = \frac{m^2 n^2}{1 - m^2 n^2}.$$

Rys. 904.




Rys. 905.




Z powyższego wyprowadzamy inny sposób uwzględniania tej pochyłości: Oznaczywszy (podł. wykresu rys. 903, dla $n = 0$) wartość $F$, można dodatek $\Delta$ (rys. 905) odchwytywać jako rzędną prostej $PZ$, pochylonej w stosunku $\operatorname{tg} \beta = k_1$, a wyprowadzonej z $P$. Druga prosta, pochylona pod 45° w dół, pozwoli nam odchwytywać wprost wartości $F = \overline{F} + \Delta$. *) Do metody tej podajemy poniższą tablicę

**Wartości $k_1$ dla przekrojów z pochyłością poprzeczną.**

wyrażone w częściach pola $F_1$ przekroju równowysokiego, lecz bez owej pochyłości.

| ctg $\beta$ | $n = \operatorname{tg} \beta$ | Wartości $k_1$ przy stoczystości 1 : $m$ | | | ctg $\beta$ | $n = \operatorname{tg} \beta$ | Wartości $k_1$ przy stoczystości 1 : $m$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $m = 1{,}5$ | $m = 1{,}0$ | $m = 0{,}7$ | | | $m = 1{,}5$ | $m = 1{,}0$ | $m = 0{,}7$ |
| 10,0 | 0,100 | 0,0230 | 0,0101 | 0,0049 | 4,75 | 0,211 | 0,1108 | 0,0464 | 0,0222 |
| 9,0 | 0,111 | 0,0286 | 0,0125 | 0,0061 | 4,50 | 0,222 | 0,1250 | 0,0519 | 0,0248 |
| 8,0 | 0,125 | 0,0364 | 0,0159 | 0,0077 | 4,25 | 0,235 | 0,1423 | 0,0587 | 0,0279 |
| 7,0 | 0,143 | 0,0481 | 0,0208 | 0,0101 | 4,00 | 0,250 | 0,1636 | 0,0667 | 0,0316 |
| 6,5 | 0,154 | 0,0563 | 0,0242 | 0,0117 | 3,75 | 0,267 | 0,1905 | 0,0766 | 0,0361 |
| 6,0 | 0,167 | 0,0667 | 0,0286 | 0,0138 | 3,50 | 0,286 | 0,2250 | 0,0889 | 0,0417 |
| 5,5 | 0,182 | 0,0804 | 0,0342 | 0,0165 | 3,25 | 0,308 | 0,2707 | 0,1046 | 0,0486 |
| 5,0 | 0,200 | 0,0989 | 0,0417 | 0,0200 | 3,00 | 0,333 | 0,3333 | 0,1250 | 0,0576 |

*) Bliższe szczegóły o stosowaniu obydwóch sposobów, z uwzględnieniem pochyłości poprzecznej i punktów przejściowych, wraz ze szczegółowemi danemi wartości $k$ i $k_1$ dla 4-ech stoczystości (pochyłości skarp, czyli stoków) podano w dziele: A. Goering, Massenermittelung i t. d. 4 wyd. Berlin 1902, u A. Seydel'a. — Wykresy przekrojowe można sporządzać i w innych postaciach, np. sprowadzając pole przekroju o pochyłej podstawie sposobem wykreślnym do pola przekroju wyższego, lecz o poziomej podstawie, por. Coulmas w Centralbl. d. Bauv. 1900, str. 89.

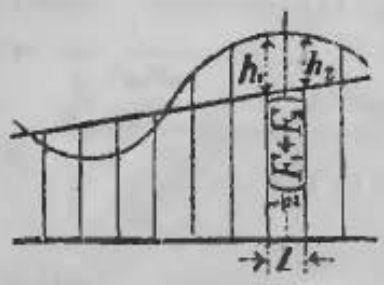
2. **Obliczenie objętości mas ziemnych** zasadza się ponajczęściej na dodawaniu graniastosłupów o długości $l$ i średnim przekroju $^1/_2 (F_1 + F_2)$ podług wzoru (rys. 906):

$$V = {}^1/_2 (F_1 + F_2)\, l,$$

który, przy płaskiej powierzchni ziemi między przekrojami, daje wyniki za wielkie o

$$^1/_6 m l\, (h_1 - h_2)^2.$$

Rys. 906.




Błąd wzrasta zatem w stosunku kwadratu różnicy wysokości przekrojów sąsiednich, dla tego też przy znacznych zmianach tych wysokości wypada zmniejszać odstępy między przekrojami.

Inny sposób polega na obliczaniu graniastosłupów o przekroju $F$, oznaczonym dla średniej wysokości $h = {}^1/_2 (h_1 + h_2)$, a więc o objętości $V = Fl$. Wyniki są tu o $^1/_{12} m l (h_1 - h_2)^2$ za małe, błąd zatem o połowę mniejszy, lecz o znaku odwrotnym niż poprzednio. Zmniejszamy go znów przez zmniejszenie odstępów między przekrojami. Mimo mniejszej nieścisłości używają sposobu tego stosunkowo rzadziej.

Nadmierna ścisłość obliczeń niema bowiem żadnej wartości, gdyż ziemia między przekrojami w żadnym razie nie jest zupełnie równa. Dogodniej zatem będzie, w obrysie podłużnym odciąć zawartości pól przekroju jako rzędne, a pole otrzymanego obrysu pól przekrojowych wyznaczyć planimetrem.

Najprędzej i z najmniejszym zachodem, a dostateczną ścisłością prowadzi do celu sposób następujący: *)

Dowolną część przekroju podłużnego, np. jeden nasyp lub wykop, albo pewną część jego, pomyślmy sobie podzieloną rzędnemi $y_1\, y_2 \ldots$ na szereg pasków pionowych, szerokości (długości) $l$. Pole tego przekroju oznaczamy przez $\Sigma ly$, a jego moment statyczny względem podstawy przez $\Sigma ly^2$. Sposób sumowania może być dowolny, np. podług wzoru Simpson'a lub innych, podanych w Tomie I, str. 132 i 133, albo wreszcie planimetrem. Znak $\Sigma$ oznacza tylko prawidłowe zesumowanie wartości, odnoszących się do poszczególnych pasków lub rzędnych, w celu otrzymania istotnej wartości pola lub jego momentu, nie znaczy zaś bynajmniej, że szereg wartości ma się sumować algebraicznie. Otóż wartość $\Sigma ly$ najdogodniej oznaczyć z przekroju podłużnego planimetrem zwykłym, wartość $\Sigma ly^2$ zaś planimetrem do momentów statycznych, przyczem wypada jeszcze baczyć na to, że, jeżeli podziałka wysokości jest np. 10 razy większa niż dla długości, to (w stosunku do podziałki długości) otrzymamy dla $\Sigma ly$ wynik 10 razy większy, a dla $\Sigma ly^2$ nawet 100 razy większy od szukanego pola, względnie od jego momentu, co oczywiście łatwo da się uwzględnić przez stosowny spółczynnik do stałej planimetru.

Dla przekrojów bez pochyłości poprzecznej było (str. 247)

dla nasypu: $F = By + my^2$,

dla wykopu: $F_1 = B_1 y + 2G + my^2$;

*) Podany przez Redakcyę niniejszego wydawnictwa.

mnożąc obydwie strony przez $l$ i sumując w sposób powyżej określony, otrzymamy:

objętość całego nasypu: $V = \Sigma F l = B \Sigma l y + m \Sigma l y^2$,

objętość całego wykopu: $V_1 = \Sigma F_1 l = 2 G \Sigma l + B_1 \Sigma l y + m \Sigma l y^2$.

We wzorach tych wielkości $B$, $B_1$, $G$ i $m$ dla zwykłych wykopów i nasypów bywają stałe dla danej kolei (jedynie przy niezwykłym gruncie, w rozszerzeniach torowiska, albo w wykopach poziomych ulegają one zmianom, lecz dla takich części linii można zmiany te uwzględnić szczegółowiej), a $\Sigma l$ jest po prostu długością obliczanej części przekroju podłużnego. Pole $\Sigma l y$ i moment $\Sigma l y^2$ otrzymujemy jako przeczyty planimetrów, pomnożone przez stosowny spółczynnik. Sposób ten, nie wymaga żadnej pracy wykreślnej, oprócz potrzebnego do innych już celów przekroju podłużnego, a nader mało obliczeń i tylko 2 planimetrowania podłużnego przekroju dla każdego, oddzielnie obliczanego nasypu lub wykopu.

Wyniki obliczenia przedstawiają objętości wykopów i nasypów przy powierzchni nieposiadającej pochyłości poprzecznej. Jeżeli jednak teren jest w tym kierunku pochyły, to możemy tę pochyłość uwzględnić przez dodatek procentowy, a mianowicie oceniając średnią pochyłość na całej obliczanej długości i dobierając stosowne $k_1$ z tablicy powyższej (str. 249). Przy ocenie tej średniej pochyłości, należy jednak pamiętać o tem, że im wyższy jest przekrój, tem bardziej wpływa jego pochyłość poprzeczna na średnią wartość pochyłości, z której mamy oznaczyć $k_1$. Wreszcie, w celu ułatwienia sobie następnego rozmieszczenia mas ziemnych, zaleca się z góry już rozdzielać do obliczeń na dwie, a lepiej jeszcze na 3 części (środkowa najmniejsza) te wykopy, które prawdopodobnie wypadnie rozwozić na obydwie strony, i te nasypy, na które ziemię będzie trzeba z obydwóch stron przywozić.

## 2. Rozmieszczenie mas ziemnych

przeprowadza się drogą obliczeń i prób w taki sposób, aby ogół kosztów na roboty ziemne (wraz z terenem na odwały lub wykopy boczne, czyli ukopy) był możliwie najmniejszy, o ile inne względy nie zmuszają do uchybienia tej zasadzie (koszt budowli drogowych, bezpieczeństwo od zawiei śnieżnych i t. p.). Obliczenie objętości mas ziemnych, sposób ich rozmieszczenia, wraz z obliczeniem kosztów, należałoby tak zestawić w tablice, aby były one zrozumiałe i przejrzyste bez wszelakich objaśnień. Do tego nadaje się wzór tablicy, podany na str. 252 (por. Wykonanie robót ziemnych, pod **B. I. b.** rozdziału niniejszego).

## 3. Wykreślanie objętości i rozmieszczenia mas ziemnych.

**Obrysy pól i mas** ułatwiają i przyspieszają tak sporządzenie rozmieszczenia mas z uwzględnieniem rodzajów rozwozu, jako też i obliczenia kosztów.

Wielkości pól przekrojów poprzecznych (bez względu na to, w jaki sposób je oznaczyliśmy) odcinamy, jako kresy w dowolnej podziałce

(Ciąg dalszy na str. 253).

## Lewa strona (obliczenie objętości mas ziemnych).

| Nr. pozycyi | Nr. stacyi pomiarowej | Długość | Wykop | | | | Nasyp | | | | Rozmieszczenie | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Połowa przekroju | Przekrój średni | Objętość | Rowy podłużne | Połowa przekroju | Przekrój średni | Objętość obliczona | Objętość zmniejszona | w obrębie pozycyi | Poza pozycyą nadmiar | Poza pozycyą braknie |
| | | m | $m^2$ | $m^3$ | $m^3$ | $m^3$ | $m^2$ | $m^2$ | $m^3$ | $m^3$ | $m^3$ | $m^3$ | $m^3$ |
| 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | 7. | 8. | 9. | 10. | 11. | 12. | 13. | 14. |
| | | | | | | | | | | | | | |

## Prawa strona (rozmieszczenie mas ziemnych i obliczenie kosztów).

| Nr. pozycyi | Dobycie — Przedmiot i miejsce | Klasa gruntu Nr. | Zużycie — Przedmiot i miejsce | Sposób rozwozu Nr. | Objętość | | Rozwóz | | | Cena rozwozu za $m^3$ | | | Koszty rozwozu | | | | Cena dobywania za $m^3$ | Koszty dobycia | | Ogólny koszt robót ziemnych | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Rozwóz wzdłuż linii | Rozwóz wpoprzek linii | Odległość środków ciężkości | Podnios | Spadek | Poziomego | Dodatek na podnoszenie | Razem | Poszczególny | | Ogółem | | | | | | |
| | | | | | $m^3$ | $m^3$ | m | m | ‰ | k. | k. | k. | Rb. | k. | Rb. | k. | k. | Rb. | k. | Rb. | k. |
| 15. | 16. | 17. | 18. | 19. | 20. | 21. | 22. | 23. | 24. | 25. | 26. | 27. | 28. | | 29. | | 30. | 31. | | 32. | |
| np. | | | | | Σ (13.) | Σ (12.) | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Wykop boczny przy stac. | 1 b. | Przejazd przy stac. | III. | 1500 | — | 400 | 4 | 10 | 21 | 4 | 25 | 375 | — | — | — | 10 | 150 | — | 525 | — |

(np. 1 mm = 2 m²), na rzędnych przekroju podłużnego, od rysu pochyłych (gradienty) poczynając, w górę lub w dół (wykop, nasyp). Rzędne nasypu pomniejszamy przytem w stosunku rozpulchnienia ziemi dobywanej. *) Otrzymany w ten sposób obrys pól przekrojów, czyli krócej obrys pól określa nam zawartością swego pola bezpośrednio objętość mas ziemnych. Zawartość tę określamy planimetrem, albo też wykreślnie, dzieląc obrys na pionowe paski jednakowej szerokości (np. równej odmiarowi stacyi przy pracach szczegółowych, a więc 20 lub 25 m), poczem sumujemy te paski, a raczej środkowe ich wysokości, odcinając je kolejno nad sobą na pionie nakreślonym przy początku lub końcu nasypu, wzgl. wykopu. [Ze względu na rozmiary rysunku trzeba ponajczęściej wysokości te odcinać w podziałce 2 do 4-ech razy pomniejszonej. *)] Wysokości odcięte na tym pionie, mierzone właściwą podziałką, wyznaczają nam objętości. Jeżeli punkty podziałowe tego pionu zrzutujemy poziomo na przynależne rzędne, to bez jakichkolwiek obliczeń wyznaczą nam one obrys mas ziemnych, czyli krócej **obrys mas,** którego dowolna rzędna (w podziałce właściwej) wyznacza objętość mas ziemnych, zawartych między początkiem (wzgl. końcem) nasypu lub wykopu, a daną rzędną.

Np. podziałka pól przekroju niech będzie 1 mm = 2 m² (rysujemy ją pionowo obok obrysu pol), a szerokość pasków 25 m. Podziałkę mas (objętości) rysujemy pionowo obok obrysu mas, a będzie ona: 1 mm = 2 m² × 25 m = 50 m³, jeżeli zaś zastosujemy pomniejszenie o połowę, to 1 mm = 100 m³. Gdy pola przekrojów wyznaczamy z wykresów przekrojowych (podł. str. 247 i 248), to odchwyciwszy je cyrklem z wykresu, odcinamy je wprost jako rzędne obrysu pól przekrojowych, nie troszcząc się wcale o ich wartość liczebną.

Podobnie i **rozmieszczenie mas** ziemnych da się łatwiej i prędzej uskutecznić wykreślnie, na podstawie obrysu mas, aniżeli zmudnemi obliczeniami i próbami. Nawet przy ogólnikowych pracach przedwstępnych, posiłkując się wykresem przekrojowym, można z łatwością dla każdej linii próbnej wykreślać obrysy przekrojów i mas, poczem, rozmieściwszy i masy, oceniać ogólne koszta przewozu ziemi.**) Przy pracach szczegółowych cały przebieg prac tych pozostaje taki sam, jedynie pola przekrojów oznacza się na podstawie wyrysowanych przekrojów poprzecznych. Zastępując jeszcze zwykłe tablice cen rozwozu wykresami tychże cen, można w jednym rysunku zestawić krzywe dla różnych rodzajów rozwozu, co jeszcze bardziej ułatwi należyte ich uwzględnianie (p. uwagę do odsyłacza na str. 249).

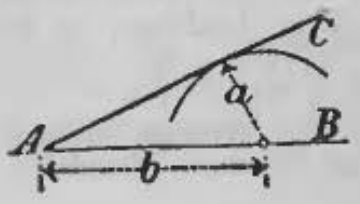
### γ. Program robót

powinien poglądowo przedstawiać (najlepiej wykreślnie):

1. Rozkład robót co do czasu (na miesiące i kwartały).

*) Te i tym podobne pomniejszania w pewnym stosunku ułatwia znakomicie kąt pomniejszeń (rys. 907). Kresę $b$ odcinamy z wierzchołka kąta $A$ na ramieniu $AB$ i odchwytujemy cyrklem prostopadłą do $AC$ kresę $a$, pomniejszając zatem kresę pierwotną w stosunku $a:b$, czyli w stosunku wstawy danego kąta.

Rys. 907.




**) Goering, Massenermittlung. Massenvertheilung u. Transportkosten, 4 wyd. Berlin 1902 u A. Seydel'a.

2. Zapotrzebowanie na te poszczególne okresy wszelakich materyałów budowlanych, sił roboczych, narzędzi i pieniędzy, a to w celu dostarczenia materyałów na czas i przysposobienia dla nich dojazdów i dostępu, a zarazem aby rozmaite roboty, nie przeszkadzając sobie nawzajem, wiązały się prawidłowo ze sobą. Do określenia niezbędnego czasu roboczego posłużyć mogą dane poniższe:

**Liczyć można dni robotnika, czyli dzionek, na 1 m³:**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Robót ziemnych przy posadowieniu . | około | 0,25 | | dzionek. |
| Pogłębiania podwonego (np. przy posadowieniu na studniach) . . . . . | „ | 1,8 | | „ |
| Betonowania . . . . . | „ | 1,4 | | „ |
| Ścianek studzien z cegły . . . . . | „ | 1,4 | | „ |
| „ „ z ciosów . . . . . | „ | 2,7 | | „ |
| Zamurowania studzien . . . . . | „ | 1,4 | | „ |
| Muru z cegły . . . . . | „ | 1,25 | do 2 | „ |
| Muru z ciosów . . . . . | „ | 3,5 | do 4 | „ |
| Muru z kamieni łomowych, średniej ciężkości | „ | 2 | do 3 | „ |
| Sklepień z cegły . . . . . | „ | 2 | | „ |
| Zamurowania pachwin sklepiennych . . . | „ | 1,6 | | „ |

W braku innych wskazówek można też ceny kosztorysowe (nacenne) na robociznę podzielić przez średnią dniówkę (płacę dzienną) w celu otrzymania dzionek niezbędnych na wykonanie danej roboty.

Roboty ziemne wymagają pod tym względem jeszcze szczegółowych badań p. str. 259 i nast.

Do określenia istotnego czasu roboczego, uwzględniając niedziele, święta, dni słotne i przeszkody zimowe, należy liczyć średnio 24 dni robocze, 10-ciogodzinne na miesiąc, jednakże latem więcej, zimą mniej. W Rosyi liczba świąt jest większa.

Na roboty mularskie pod gołem niebem pewniej będzie w programie nie brać wcale w rachubę czasu od połowy listopada do połowy kwietnia; podobnie na roboty ziemne potrącać czas od połowy grudnia do końca marca. Robót w skale można przeważnie zimą nie przerywać Przy robotach wodnych i przywodnych trzeba liczyć się z okresami przyborów i wylewów.

Dzieląc ilość potrzebnych dzionek przez liczbę dni roboczych całego okresu danej roboty, otrzymamy liczbę potrzebnych robotników, a pośrednio dalej i liczbę miejsc, w których należy równocześnie prowadzić roboty, aby uniknąć przepełnienia robotnikami poszczególnych miejsc pracy.

Roboty podziemne i podwodne (tunele, posadowienia pod sprężonem powietrzem i t. p.) prowadzą się zazwyczaj bez przerwy, a więc i w niedziele i w święta, dzionkami 6-cio do 8-miogodzinnemi, na zmianę, dniem i nocą. Na te roboty można zatem liczyć pełne 24 godziny na dobę, zwiększając jednakże wzamian cały, tak obliczony okres budowy, a to ze względu na nieprzewidziane przeszkody i przerwy. *)

*) Przykład podobnego programu p. Goering'a: Budowa drugiego mostu na Wiśle pod Tczewem, Centralbl. d. Bauv. 1890, str. 323 i nast.

# B. Budowa kolei.

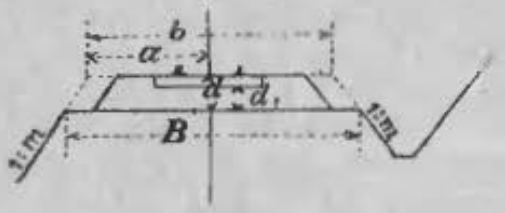
## I. Poddroże (Budowa spodnia).

### a. Projektowanie poddroża.

#### 1. Podtorze z torowiskiem.

1. **Torowisko** (powierzchnia, w której styka się poddroże z podtorzem) szerokość jego $B = b + 2md$, jeżeli $b$ jest szerokością korony, a $d$ średnią grubością podtorza między torowiskiem i podstawą

Rys. 908.




Rys. 909.

szyny (rys. 908 i 909). Wartości na $b = 2a$ i $d$ podano poniżej. Niekiedy w projektach uwzględniają ułożenie drugiego toru w przyszłości (Z. K. g. § 1), a natenczas odstęp torów podług str. 228.

2. **Szerokość korony**. Korona jest pojęciem, w rzeczywistości nieistniejącego pasa płaszczyzny, przez spód szyn przełożonej, a ograniczonego przedłużonymi stokami poddroża. Szerokość $b$ korony w Niemczech określa się odległością $a$ krawędzi korony od środka najbliższego toru, a mianowicie:

na kolejach głównych $a \geq 2$m (Z. K. g. § 3. W. T. § 31). Na kolejach drugorzędnych $a \geq 1{,}75$m (W. T. § 31). Na kolejach miejscowych średniotorowych $a \geq 1{,}5$m, na wązkotorowych $a$ co najmniej równa się szerokości toru (Z. K. d. § 27). W łukach znacznej krzywości i na wysokich nasypach wypada powiększać szerokość $a$ (W. T. § 31).

3. **Grubość podtorza** pod podkładami na kolejach głównych $d_1 \geq 200$ mm (Z. K. g. § 4. W. T. § 3); na kolejach drugorzędnych $d_1 \geq 150$ mm; na kolejach miejscowych średniotorowych $d_1 \geq 130$ mm, wązkotorowych $d_1 \geq 100$ mm, na szlakach zębnicowych $d_1 \geq 200$ mm, (W. T. i Z. K. d. § 3).

Średnia więc grubość podtorza $d$ (rys. 909) od spodu szyn na kolejach głównych z podkładami drewnianymi, 160 mm grubości, będzie około 400 mm.

Pod podkładami żelaznymi mimo ich mniejszej wysokości, wypada grubość $d_1$ nie zmniejszać, lecz raczej zwiększać; pod podkładami podłużnymi $d_1 \geq 300$ mm.

4. **Szerokość podtorza** określa się warunkiem, aby poza końcami podkładów było przynajmniej jeszcze po 0.5 m żwiru; na jeden tor kolei głównych szerokość podtorza w poziomie torowiska bywa 3,5 do 3,7 m.

5. **Szerokość torowiska,** gdy m = 1,5. będzie: pod koleje główne $B = 4 + 2 \cdot 1{,}5 \cdot 0{,}4 = 5{,}2$ m dla jednego toru, a pod dwa tory szerokość ta zwiększa się o odstęp torów. Podług § 5. Z. o. Pr. na pruskich kolejach drugorzędnych $B = 4{,}2$ m, niekiedy 4,5 m, a przy sprzyjających okolicznościach zmniejsza się do 4 m.

## 2. Wzniesienie torowiska ponad poziom wód i jego odwodnienie.

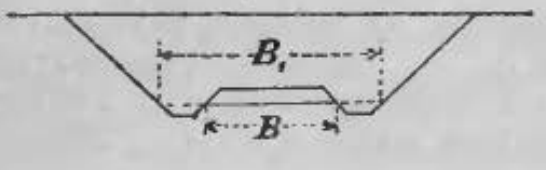
Spód szyny ma się wznosić przynajmniej 0,6 m ponad najwyższy poziom wód spiętrzonych z wyjątkiem nizin otamowanych (Z. K. g. § 4, W. T. § 32). Spód szyny, lepiej zaś samo torowisko, nie ma być narażony na zalewanie falą wód falujących. Spód szyn kolei drugorzędnych wznosi się nieraz zaledwie ponad najwyższy znany poziom przyboru, a kolei miejscowych nawet tylko ponad poziom przyborów częściej zachodzących (W. T. § 32; Z. K. d. § 28). Wzniesienie torowiska ponad wodę gruntową powinno być większe niż głębokość przemarzania gruntu. Podtorza nie wolno pokrywać ziemią, darnią i tym podobnymi materjałami źle przepuszczającymi wodę. Podtorzu nadają spadek poprzeczny 1 : 30 do 1 : 25 (rys. 909). Odwadniają je kanalikami odsączynymi, albo sączkami. W każdym razie odwodnienie prawidłowe jest niezbędne, zwłaszcza na gruntach mokrych (W. T. § 32).

Na łukach o znacznej krzywości zaleca się jednostronna pochyłość poprzeczna torowiska, równoległa do przechylenia toru, albo też przesunięcie toru o 2 cm ku środkowi krzywości na każdy cm podwyższenia szyny zewnętrznej, i równoczesne rozszerzenie torowiska po tej stronie.

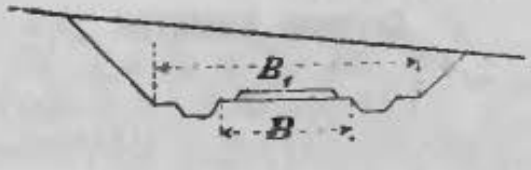
## 3. Rowy (rys. 910, 911).

1. **Dno rowu w wykopach** od 0,6 do 0,4 m, a w suchym gruncie do 0,3 m poniżej poziomu torowiska, z pogłębieniem niezbędnem na spadki rowów, jeżeli ich pochyłość (która ma być nie mniejsza

Rys. 910.




Rys. 911.




niż 1 : 600) nie jest równoległą do pochyłości szlaku. Pożądanem jest, aby poziom wody gruntowej leżał o tyle poniżej dna rowu, aby woda gruntowa nie zamarzała.

**Szerokość dna** 0,4 do 0,6 m, a w suchych miejscach nawet 0,3 m. Znaczniejsze ilości wody odprowadzanej wymagają stosownego poszerzenia rowu, podobnie też i wysokie stoki wykopów grożące obsuwami

**Rowy wzdłuż podnóża nasypu** są zazwyczaj zbyteczne po stronie, ku której spada teren, a stają się potrzebnymi, gdy wypada odprowadzić niini wodę z wykopów, a natenczas otrzymują spadek nie mniejszy niż 1 : 600, w skrajnych wypadkach 1 : 800.

**Pochyłość stoków rowów** zwykle 1 : 1,5, oskałowanych 1 : 1 do 1 : 0,5. W rowach o spadku ponad 1 : 100 do 1 : 50 wzmacniamy stoki, zależnie od osuwistości gruntu, np. odzieżą z darni, murawy, oskałowaniem i t. p.

2. **Odsady stoków** w przekopie (rys. 911) szerokości 0,5 do 1 m, wzdłuż rowu na poziomie torowiska lub spodu szyn (a obok nasypu na poziomie samego terenu) nie są konieczne, a pozostawiają się przeważnie tam, gdzie stoki są osuwiste, albo rowy mogą ulegać zamulaniu, a natenczas służą one jako miejsce na wyrzucanie owych zamułów.

Wzdłuż górnej krawędzi wysokich stoków, po stronie, ku której teren się wznosi, rowy ochronne zbierają wodę i wprowadzają ją do wyskałowanych ścieków pochyłych, ułożonych wpoprzek stoku. Poza tymi rowami, jakoteż poza rowami u podnóża nasypu, a gdy rowów niema poza krawędzią stoków, pozostawia się jeszcze **pas gruntu**, szerokości 0,6 do 1 m, którego kraj zewnętrzny dopiero stanowi granicę własności.

W gruntach gliniastych ukształtowanie torowiska, podtorza i stoków wymaga wielkiej staranności w projektowaniu i wykonaniu *).

## 4. Stoki.

1. **Pochyłość** ich bywa zazwyczaj 1 : 1,5; większa stromość stoków nasypowych (1 : 1,25 do 1 : 1) wymaga narzutu kamiennego, oskałowania, a przynajmniej obrukowania stoków. Stoki wykopów w gruntach bardziej spoistych mogą być więcej strome w skałach do 1 : $^1/_6$ przy sprzyjającem uwarstwowaniu.

**Wzmocnienia stoków**, zabezpieczające od wpływu wody, wiatru, mrozu i t. p. Ponajczęściej zabezpieczamy stoki murawą, wytworzoną bądźto przez odarniowanie, bądź też przez pokrycie stoków ziemią rodzajną i zasianie trawy. W gruntach bardziej osuwistych stosują z korzyścią płotki z chrustu, a między nimi zakrzewienia, w wodzie lub nad wodą bruk i narzut kamienny; brukować stoki wypada jednak dopiero, gdy nasyp osiądzie należycie. — W przypadkach właściwych stosują nadto:

2. **Mury**. Mury **odziewne** chronią tylko od wietrzenia, mury **wsporcze** zaś wspierają nasyp lub ściany wykopu, przejmując na siebie parcie ziemi **).

Nader ważne jest należyte odwodnienie gruntu poza murem: w murach na zaprawie zostawia się otwory odciekowe, na przestrzał, ze stromym spadkiem, dodając nadto poza murem narzuty ze żwiru lub **tłuczenia** (szabru), albo też rury odciekowe, sączki lub kanaliki odsączne. Zaleca się odchylać silnie przedlicze (powierzchnię frontową) muru od pionu ku tyłowi.

**Rozmiary murów pełnych** na zaprawie (rys. 912 do 918) można oznaczać przedwstępnie podług poniższych wzorów, opartych na do-

*) E. Schubert, Zeitschr. f. Bauwesen 1889 i 1891, oraz Org. f. Fortschr. d. Eis. 1891.

**) S. Haeseler. Ustrój murów wsporczych, Handb. d. Ing. Wiss. tom 1. Wydanie 3-ie. rozdz. V. 1897.

świadczeniu, jednakże z zastrzeżeniem sprawdzenia stateczności rachunkiem lub wykreślnie (por. rozdz. XV. Statyka budowlana).

Rys. 912: mur odziewny z kamienia łomowego:

$$d = 0{,}6 \text{ m}; \qquad d_1 = 0{,}1\ h, \quad \text{lecz} \geqq 0{,}6 \text{ m}.$$

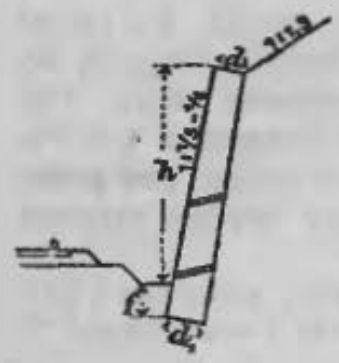
Rys. 913: mur wsporczy (kolei Gothardzkiej) z kamienia łomowego:

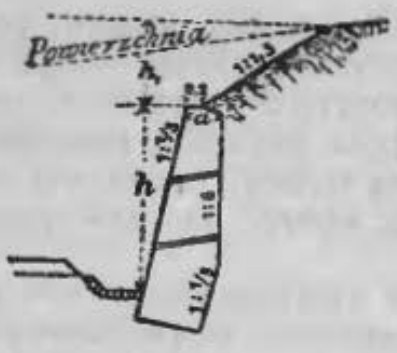
$$a = 0{,}05\ h_1, \quad \text{lecz} \geqq 0{,}6 \text{m}.$$

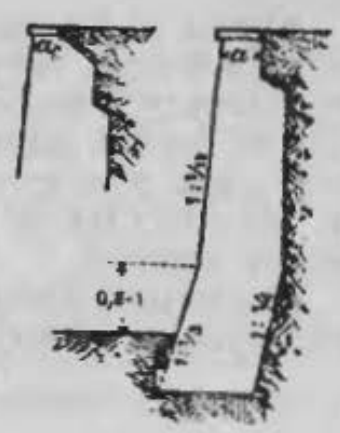
Rys. 914: mur wsporczy z cegły (przekrój Haeseler'a):

$$a \geqq 2^1/_2 \text{ cegły}; \qquad a_1 \geqq 2 \text{ cegły}.$$

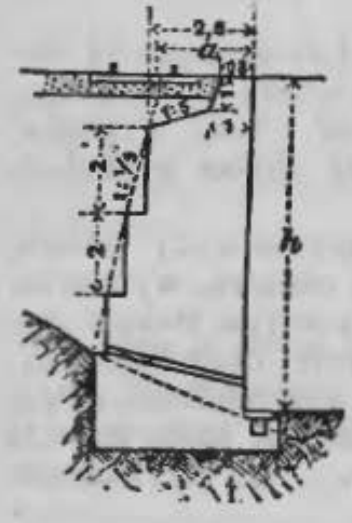
Rys. 912. Rys. 913. Rys. 914.



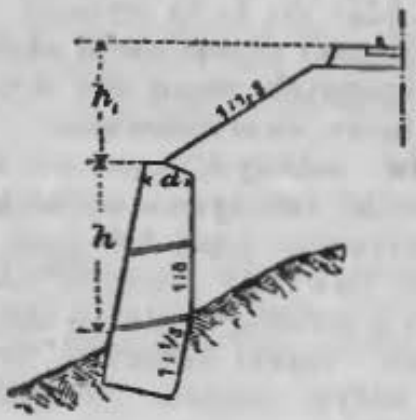


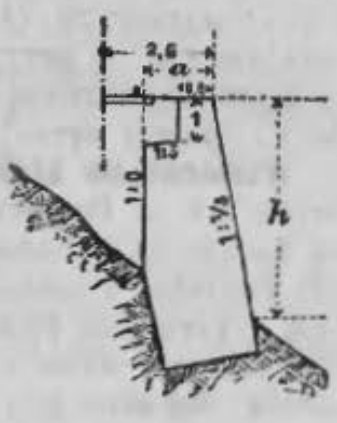
Rys. 915.



Rys. 916.



Rys. 917.



Rys. 915: mur wsporczy z kamienia łomowego, przy braku miejsca na odchylenie muru ku tyłowi (kolej Gothardzka):

$$a = 0{,}5 \text{ m} + 0{,}22\ h, \quad \text{lecz} \geqq 0{,}8 \text{ m}.$$

Rys. 916: mur wsporczy (kolei Gothardzkiej) z kamienia łomowego:

$$a = 0{,}1\ h_1, \quad \text{lecz} \geqq 0{,}6 \text{ m}.$$

Rys. 917: mur wsporczy (kolei Gothardzkiej) z kamienia łomowego aż do wierzchu podtorza:

$$a = 0{,}4 \text{ m} + 0{,}16\ h, \quad \text{lecz} \geqq 0{,}8 \text{ m}.$$

**Mury na sucho** układają się bez uszczelniania ziemią lub mchem, aby były przesączne; nie wiąże się ich też z murami na zaprawie, a pochyłość ich bywa: w nasypach $1 : {}^2/_3$ do $1 : {}^1/_2$, w wykopach zaś przy dobrym materyale aż do $1 : {}^1/_5$. Odsadzki na tyle muru nie są pożądane, powodują one bowiem nierównomierne osadzanie się ziemi. Wierzchu muru nie należy wystawiać na wstrząśnienia

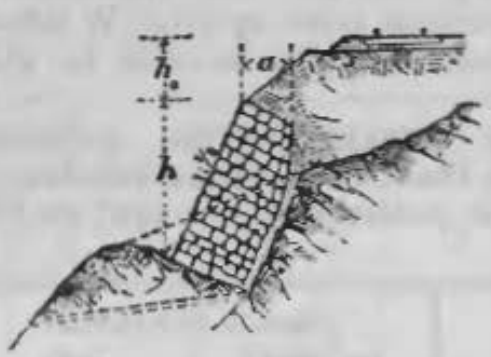
przez ciężary bezpośrednio się po nim poruszające. Krzywa parć nie powinna oddalać się nadmiernie od środka. Szerokość grzbietu nasypu wypada zwiększyć o $^1/_{50}$ do $^1/_{30}$ wysokości muru, a to ze względu na znaczne osadzanie się nasypu.

Rys. 918: mur na sucho, jako mur wsporczy, (na kolei Gothardzkiej tylko do $h = 6$ m, a naówczas $a \geq 1$ do 1,5 m, $h_0 \geq 1{,}5$ m. Odchylenie od pionu do tyłu $1 : {}^1/_2$).

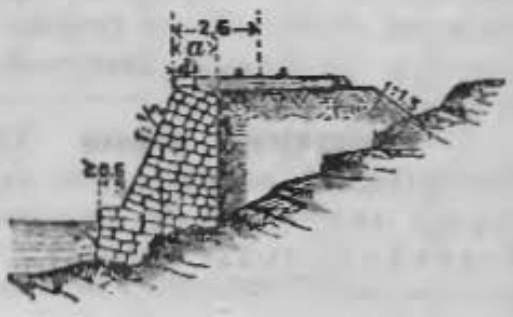
Rys. 919: podobny mur, lecz $a \geq 1$ m, $d = 0{,}6$ m

3. **Układanki kamienne** (z kamieni nieprzykrzesywanych, o stokach 1 : 1) z powodu znacznego osadzania się wymagają też dostatniego powiększenia górnej szerokości nasypu, a mianowicie przynajmniej $^1/_{25}$ wysokości układanki.

Rys. 918.



Rys. 919.



4 **Warstwy wodonośne**, zwłaszcza bardziej pochyłe, jeżeli je wykop ma przecinać, należy uprzednio odwodnić sączkami lub kanalikami odsącznymi w dostatniej odległości od brzegu zamierzonego wykopu, a to w celu zapobieżenia osuwom. Urządzenia te w razie potrzeby wykonywamy sposobem górniczym. (Chodniki z boku, albo z szybów wyprowadzone, z następnem wypełnieniem kamieniami). To samo dotyczy i nasypów, spoczywających na warstwach wodonośnych, które, leżąc tuż pod powierzchnią gruntu, wzbudzają obawę osuwów po obciążeniu nasypem *).

Zasadą być powinno zapobieganie wszelkim ruchom gruntu, a mianowicie przez **uprzednie** odwadnianie, a więc jeszcze przed rozpoczęciem właściwych robót ziemnych w danem miejscu, czyli przed naruszeniem równowagi pierwotnej.

## b. Wykonanie robót ziemnych.

Oprócz właściwych robót ziemnych, czyli dobywania i przewozu ziemi, obejmuje ono i roboty przygotowawcze, a mianowicie miernicze, polegające na dokładnem sprawdzeniu poziomowania, wytknięciu krawędzi wykopów i nasypów i t. p., oraz gospodarcze, polegające na udostępnieniu miejsc budowy, zwiezieniu narzędzi, urzą-

*) S. Winkler, Vorträge über Eisenbahnbau, Heft V. Unterbau, 3 wydanie, Praga 1877. v Kaven, Rutschungen der Böschungen u. s. w. Wiesbaden 1883. v. Kaven, Anwendungen der Theorie der Böschung, Lipsk 1885. Gustav Meyer, w Handb. d. Ing.-Wiss. tom I. 3-ie wydanie. 1897. Barkhausen, w Handbuch d. Baukunde, r. III, 1892.

dzeniu mieszkań dla robotników i t. p. Ceny za **dobywanie** obejmują **odspojenie** gruntu i **narzucenie** w nizkie wozidła (przyrządy przewozowe). Do cen za **przewóz** włączają zazwyczaj **wysypanie** i **rozrównianie** ziemi na miejscu przeznaczenia, oraz ładowanie, o ile się ono odbywa w warunkach utrudnionych. Za roboty stokowe (zrównianie i odzież) liczą zazwyczaj oddzielne dopłaty, bądźto za $m^2$ stoku, bądź też pewną nadwyżkę za $m^3$ ziemi; natomiast za rozrównianie ziemi na miejscu przeznaczenia wyjątkowo tylko liczą oddzielne dopłaty.

## 1. Dobywanie ziemi.

1. **Rodzaje gruntu i ceny za dobywanie.** Zaleca się podział gruntów na niezbyt wielką ilość klas, w zależności od rodzaju narzędzi niezbędnych do odspojenia, np. podług tabl. str. 261; rozklasyfikowanie za drobnostkowe przysparza bowiem tylko sporów. W tablicy pominięto dobywanie maszynowe, stosowane tylko do robót na wielką skalę *).

2. **Rozluźnienie gruntu.** Niektóre rodzaje gruntów, zwłaszcza twarde (skały), po odspojeniu zajmują znacznie większą przestrzeń, co wypada uwzględnić dla przewozu, w poniższych procentowych stosunkach rozluźnienia:

| Rodzaj gruntu | Odsetka rozluźnienia początkowy | stały |
|---|---|---|
| Piasek i żwir . . . . . | 10 do 20 | 1 do 2 |
| Glina zwykła i t. p. . . . . | 20 „ 25 | 2 „ 4 |
| Margle i t. p. . . . . | 25 „ 30 | 4 „ 6 |
| Glina bardzo spoista . . . . . | 30 „ 35 | 6 „ 7 |
| Skały . . . . . | 35 „ 50 | 8 „ 25 |

3) **Rozsadzanie.** **) Głębokość **wywiertu** $l$ wzrasta wraz ze średnicą $d$. Wielkość naboju dobieramy w stosunku $l^2$, ponieważ opór rozsadzania wzrasta w stosunku do stożkowatej powierzchni odspojenia. Stosowne wartości na $l$ i $d$ są np.:

$l$ = 300 do 500 mm; $d$ = 30 mm na proch; $d$ = 23 mm na dynamit.
500 „ 800 „ 40 „ „ „ 30 „ „ „
800 „ 1200 „ 55 „ „ „ 40 „ „ „

Wywierty wykonane maszynowo bywają głębsze od wykonanych ręcznie, wiercone wirowo — szersze niż przy wierceniu uderznem. Przez próbne rozsadzanie oznaczamy najkorzystniejszy stosunek kosztów wiercenia i naboju do ilości gruntu rozsadzonego. Dwóch robotników, pracując ręcznie, wyrobi dziennie wywiertu o $d$ = 25 mm:

w piaskowcu i t. p. . . . . około 6 do 6,5 m
we wapniakach spoistych i t. p. . . „ 2 „ 3 m
w granicie i t. p. . . . . „ 1,75 „ 2,5 m

*) Gustav Meyer. w Handb. d Ing.-Wiss. tom I. 3-ie wydanie, 1897, str. 34 i nast. Ph. Forchheimer, Pogłębiarki sneke, Zeitschr. d, Ver. deut. Ing. 1887; Barkhausen, w Handbuch der Bauk. rozdz. III. 1892.

**) Handb. d. Ing.-Wiss. tom I. rozdz. IX, oraz Dolezalek, Tunnelbau, 1899.

(dalszy ciąg str. 264).

## Koszt dobywania ziemi (obliczony dla płacy 10 kop. za godzinę).

| Klasa | Rodzaj gruntu | Narzędzia do odspajania gruntu | Ilość godzin robotnika na 1 m³ | Koszta w kopiejkach na 1 m³ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | robocizna *) | narzędzia | materyały wybuchowe | Ogółem **) |
| I. | Grunt łatwo okopny: piasek, ziemia nasypowa i t. p. | Łopata i rydel | 0,5—1 | 5—10 | · | · | 7,5—12,5 |
| II. | Grunt trudno okopny: żwirek, glina piaszczysta lub lekka | Te same (lepiej rydel szląski), oraz kliny drewniane lub żelazne z pobijakami | 1,0—1,5 | 10—15 | 1,5—2,5 | · | 12,5—20 |
| III. | Glina twarda, gruby żwir, grunt kamienisty, rumowisko luźne. | Czekan oraz kliny z pobijakami. | 1,6—2,3 | 16—23 | 2,5 | · | 20—27,5 |
| IV. | Rozkruchowce: druzgoty (rumowisko) spoiste, piaskowiec miękki, łupek drobnołamliwy, wapniak szczeliniasty. | Oskardy i łamaki niekiedy i rozsadzanie. | 2,4—3,3 | 24—33 | 2,5—5 | · | 30—40 |
| V. | Skały łatwo rozsadzalne: zwłaszcza wapienne i kredowe, spoiste łupki i piaskowce, zlepieńce, (zwane także skałą miękkawą). | Przyrządy do wiercenia i rozsadzania oraz łamaki. | 3,3—6 | 33—60 | 5—7,5 | 10—15 | 45—85 |
| VI. | Skały trudno rozsadzalne: granit, gneis (gnusiec), syenit, kwarzec (twardziec), rogowiec, porfir, melafir, zieleńce. Spoista waka szara. | Te same wraz z klinami i pobijakami. | 6—8 | 60—80 | 7,5—10 | 15—25 | 85—120 |

Uwagi.

*) Robocizna ta obejmuje koszt naładowania jednym rzutem w nizkie wozidła (przyrządy przewozowe), za ładowanie w wysokie wozidła, oraz za roboty podwodne dolicza się nadwyżkę.

**) Ceny powyższe obejmują i skromny zysk przedsiębiorcy.

Zawartość wody w lekkich gruntach zwiększa koszt o 7½ do 10 kop. za 1 m³.

Możnaby wprowadzić jeszcze klasę IV b, t. j. skałę nie wymagającą rozsadzania.

## Przewóz

| № | Określenia | I Taczki | II Tak ręczny |
|---|---|---|---|
| 1 | a) Ilość ładunków na 1 m³ ziemi dziewiczej, t. j. jeszcze nie wzruszonej. | 15—16 | 3—3,5 |
| | b) Toż samo dla skały, średnio: . . . | 17—18 | 3,5—4 |
| 2 | a) Ilość wozideł i siły roboczej w jednym pociągu . . . . . | 15—20 taczek z tyluż ludźmi | Poszczególne taki z 2-ma ludźmi. |
| | b) Toż samo przy przewozach pod górę. | Tak samo | Każdy tak z 3-ma ludźmi |
| 3 | a) Odległość przewozu w m . . . . . | 10—300 mniej niżeli 25 m liczy się za 25 m | 80—600 |
| | b) Stosowna granica tej odległości. . . | . ≷ 80—100 | ≷ 300 |
| 4 | a) Największe jeszcze możliwe wzniesienie $s_{max}$ . . . . . | 1/10 (do 1/7) | 1/17 (60%) |
| | b) Największy spadek nie zwiększający jeszcze kosztów $s_0 = \frac{1}{n_0}$ . . . . . | 1/12 | 1/27 |
| 5 | a) Najwłaściwsza długość przewozowa na każdy m wzniosu $n_1 = \frac{1}{s_1}$ . . . . . | 18 | 20 |
| | b) Najwłaściwsza długość przewozowa na każdy m spadu $n_2 = \frac{1}{s_2}$ . . . . . | 25 | 35 |
| 6 | a) Dodatek długości na 1 m wzniosu $\frac{\Delta}{h} = a + b s$ (w m). . . . . | $a =$ 13 dla wzniosów, 9 „ spadów | 20 |
| | b) Dodatek długości na 1 m spadu $\frac{\Delta}{h} = -a + b s$ (w m) . . . . . | $b =$ 325 dla wzniosów, 106 „ spadów | 350 |
| | | Uwaga. Gdy dodatki wypadną odjemne. | |
| 7 | a) Spadek samohamowności $w$ . . . . | 1/20—1/25 | 1/25—1/30 |
| | b) Najwłaściwsza waga ładunku na drodze poziomej $Q_0$ w kg . . . . . | 84 taczki szlązkie | 540 |
| | c) Prędkość średnia przewozu i powrotu w m/min. . . . . | 50—60 | 50—75 |
| | Koszt przewozu wraz z przyrządami w kop. za 1 m³ lekkiej ziemi suchej *): | | |
| 8 | Przewóz poziomy w kop. łącznie z kosztem narzędzi $k =$ jednakże nie niżej kop. | $3 + 11\,l$ 6 | $7 + 4{,}6\,l$ 8 |
| | a) Nadwyżka $z$ w kop. za wzniosy $h$ w m przy przewozie na przepisanem wzniesieniu $s$ w %; ($h$ jest wzniosem pionowych rzutów środków ciężkości na torowisko): | $1{,}5\,h + 0{,}035\,s$ | $h + 0{,}15\,s$ |
| | b) przy krótkim przewozie (wpoprzek szlaku, gdy $l < \frac{n_1 h_0}{n_0 h_0}$, lecz gdy przez objazdy o-ing | | |
| 9 | 1. Wznios, długości przewozu $l = n_1 h_0$ cena $k$ za $l$ z nadwyżką $z$ za $h_0$ na wzniesieniu $s = \frac{1}{n_1}$ (p. № 5 a). Albo też tylko cenę $k$ za odległość zastępczą: $l_0 = (a + 2\sqrt{b})\,h_0 =$ . . . | $9\,h_0$ $50\,h_0$ | $10\,h_0$ $60\,h_0$ |
| | 2. Spad, długość przewozu $l = n_0 h_0 =$ Cena $k$ za $l$ bez nadwyżki | $12\,h_0$ | $17\,h_0$ |

*) Dla gruntów cięższych ceny wzrastają do 25%, dla skał do 50%, dla gruntów wodonośnych 12 do 15%. Z temi nadwyżkami wzory powyższe zgadzają się w przybliżeniu z danemi Gustawa Meyera w Handb. d. Ing.-Wiss., tom I. 3 wyd., 1897, str. 79 do 84.

ziemi.

| III | IV a. | IV b. | IV c. |
|---|---|---|---|
| Tak konny | Wagoniki poruszane: przez ludzi | końmi | parowozami |
| 2—2,5<br>2,5 | Pojemność wagoników wązkotorowych 0,5—2,5 m³ zwykle 1—1,25 m³ a średniotorowych 2,5—4,5 m³. | | |
| 2 taki (do 4) na 1 konia lub 4—6 taków na 2 k.<br>1 tak na 1 konia. | 1 wagonik z 1—2 ludźmi.<br>1 wagonik z 2—3 ludźmi. | 4—6 wagoników po 1,5 m³ na 1 konia.<br>3—1 wag. na 1 k. lub 1 w. po $2^1/_4$—$1^1/_5$ m³ na 1 k. | 10—36 wagoników na 1 tendrzak<br>Stosunkowo mniej |
| 300—1500<br>Do przewozu wielkich mas tory są właściwsze p. IV. | 80—1000<br>$M \geqq 10000$ m³<br>$\leqq 500$ | 300—2000<br>$M \geqq 20000$ m³<br>500—1500 | Począwszy od 500 m jeżeli $M > 50000$ m³ a średnia odległość znaczna |
| $^1/_{17}$ (60‰)<br>$^1/_{20}$ | $^1/_{33}$—$^1/_{25}$ (30—40‰)<br>$^1/_{50}$—$^1/_{40}$ | $^1/_{40}$—$^1/_{33}$ (25—30‰)<br>$^1/_{50}$—$^1/_{40}$ | |
| 25<br>40 | 60—80<br>100—120 | 60—80<br>100—120 | Zależnie od budowy parowozów $s_{max}$ do $^1/_{20}$ |
| 25<br>520 | 80<br>3870 | 71<br>3560 | |

to się ich zazwyczaj nie uwzględnia.

| | | | |
|---|---|---|---|
| $^1/_{25}$—$^1/_{25}$ | dla IV a, b, c średnio $^1/_{200}$ jednakże bardzo zależne od stanu drogi. | | |
| 700 | 1500 | 3100 | — |
| 60—75 | 60—75 | 70—75 | 300—400 |

$t$ oznacza odległość przewozową w jednostkach 100 m, $M$ zaś masę przewożoną w m³.

| | | | |
|---|---|---|---|
| $13 + 2{,}5\,t$<br>17,5 | $6 + \left(1{,}25 + \frac{25000}{M}\right) t$<br>12,5 | $17 + \left(0{,}5 + \frac{30000}{M}\right) t$<br>15 | $10 + \left(0{,}25 + \frac{37500}{M}\right) t$<br>15 |
| $\frac{h}{2} + 0{,}25\,s$ | $1{,}25\,h + 0{,}125\,s$ | $\frac{h}{2} + 0{,}30\,s$ | $0{,}125\,h + 0{,}375\,s$ |

nąć możemy pożądane wzniesienie, a $h_o$ jest wzniosem istotnych środków ciężkości, to:

| | | | |
|---|---|---|---|
| $12.5\,h_o$ | $30\,h_o$—$40\,h_o$ | $30\,h_o$—$40\,h_o$ | Zależne od budowy parowozów |
| $70\,h_o$<br>$20\,h_o$ | $200\,h_o$<br>$50\,h_o$—$60\,h_o$ | $200\,h_o$<br>$50\,h_o$—$60\,h_o$ | |

*Uwaga.* Cyfry w № 4, 5, 6 i 9b zestawiono podług dzieła: Winkler, Unterbau 3 Wyd. 1877, dane zaś z pod № 9a z Goeringa, Massenermittelung usw. 3 Wyd. 1898. Str. 24. Ceny z pod № 8 obliczone na zasadzie płacy robotnika 10 kop. za godzinę, a za konia 2,5 rubla dziennie.

4. **Ceny dobywania** różnych rodzai gruntu, obliczone na zasadzie płacy 10 kop. za godz., zestawiono w tabl. str. 261; ceny te zmieniają się w stosunku do wysokości płacy.

## 2. Przewóz ziemi.

**Zwykłe sposoby przewozu:**

I. Taczki na koleinach żelaznych lub drewnianych (balach).
II. Taki ręczne, dwukolne, na podobnych koleinach.
III. Taki konne, dwukolne, na koleinach z obrżeżkami.
IV. Kolejki o prześwicie toru 0,6 do 1-go m, rzadziej średniotorowe; wagoniki czterokolne, a mianowicie napędzane:
a) przez ludzi,
b) końmi,
c) parowozami (zazwyczaj małe tendrzaki, 20 do 120 *M*.

Tablica na str. 262—263 uwzględnia wszystkie powyższe sposoby przewozu i zawiera wszelkie niezbędne dane *).

## Objaśnienia tablicy na str. 262 i 263.

### 1. Wybór sposobu przewozu.

Każda robota ziemna rozpoczyna się zazwyczaj prostem odrzucaniem lub taczkami; poczem, ponajczęściej bez posiłkowania się sposobami pośrednimi, przechodzi się wprost do tego sposobu przewozu, jakim się ma wykonywać cała robota, a który już w projekcie należałoby określić i cenę dla niego obliczyć. Do wyboru sposobu najwłaściwszego przewozu posiłkujemy się obrysem mas (str. 251 i nast.) i tablicą powyższą: Pod Nr. 8 i 9 tablicy znajdujemy ceny jednostkowe, a z obrysu mas otrzymujemy ilość, długość i wznios przewozu. Długość i wznios przewozu wzdłuż szlaku oznaczamy nie podług istotnych środków ciężkości, lecz podług ich rzutów pionowych na torowisko, natomiast dla przewozów wpoprzek szlaku miarodajnymi są same środki ciężkości, których położenie, jako też ilości mas ziemnych otrzymujemy z przekrojów poprzecznych.

Przewóz małych mas na wielkie odległości wypada znacznie drożej niż podano w tablicy; przewozów takich należy zatem wedle możności unikać, zastępując je ukopami bocznymi i takimiż odwałami.

### 2. Obliczanie kosztów przewozu.

Dokonawszy rozmieszczenia mas w projekcie, oznaczamy dla każdej poszczególnej działki roboczej odległość i wznios środków ciężkości w sposób powyżej podany. Podług wzniosu z Nr. 6-go tabl. znajdujemy dodatek długości, poczem z ogólnej długości i sposobu przewozu otrzymujemy z Nr. 8-go cenę jednostkową. Zamiast tego można cenę za przewóz poziomy liczyć podług istotnej długości i Nr. 8-go, a nadwyżkę ceny za wznios podług Nr. 9a. W razie gdy łącząca środki ciężkości jest zbyt stroma, dla danego sposobu przewozu, lecz gdy przez objazd możemy osiągnąć drogę dogodnej pochyłości (co w przewozie poprzecznym bywa zazwyczaj możliwe), to stosujemy dane z pod Nr. 9-go tablicy.

Zamiast wzorów powyżej podanych, dogodniej będzie posiłkować się **tablicami cen**, które obliczamy z wzorów dla każdego sposobu przewozu i stopniowo się zwiększających odległości, a jeszcze poręczniej wykresami tychże tablic cen. A że wykresowe cen są liniami prostemi, więc dla każdej z nich starczy wyznaczenie dwóch punktów, np. dla $t = 0$ i $t = 2000$ m. Dogodne wymiarki tych wykresów będą dla odciętych wymiarka długości, zastosowana w obrysie podłużnym drogi, dla rzędnych zaś, np. 1 mm = 1 kop. Przecięcia się wzajemne poszczególnych wykresowych dla rozmaitych

*) Co do innych sposobów przewozu ziemi przy pomocy swoistych urządzeń mechanicznych, jako to: przeróżnych kolejek linkowych, przenośników pasowych lub rynienkowych i t. p. por. Gustav Meyer. Handb. d. Ing.-Wiss. Tom I. wyd. III. 1897, oraz Buhle, w Centralbl. d. Bauv., 1902, str. 245, jako też dzieło jego: Technische Hilfsmittel zur Beförderung u. Lagerung von Massengütern, Berlin 1901, str. 95 i 145.

sposobów przewozu określają nam odległości, graniczne, dla których następny sposób przewozu staje się tańszym *).

Często stosują jeszcze obecnie ogólne tablice cen jednostkowych, nieuwzględniające sposobu przewozu, co powoduje niedokładności w ocenie kosztów robót ziemnych. Tablicę taką (podł. Gust. Meyer'a) podajemy poniżej:

**Ogólna tablica cen przewozu, wraz z kosztem narzędzi.**

| Odległość przewozu m | Cena kop./m³ | Odległość przewozu m | Cena kop./m³ | Odległość przewozu m | Cena kop./m³ | Uwagi |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 25 | 7,0 | 500 | 25,0 | 1600 | 38,0 | Kamienie o 20% drożej. |
| 50 | 9.0 | 600 | 27,0 | 1700 | 38,5 | Za każdy m wzniosu przy odległości przewozu: |
| 75 | 11,0 | 700 | 28,5 | 1800 | 39,0 | do 100 m nadwyżka 1,2 kop./m³ |
| 100 | 12,5 | 800 | 30,0 | 1900 | 39,5 | 100 do 500 m „ 1,0 „ |
| 150 | 15,0 | 900 | 31,5 | 2000 | 40,0 | 500 „ 1500 m „ 0,5 „ |
| 200 | 17,0 | 1000 | 33,0 | 2500 | 42,5 | ponad 1500 m „ 0.3 „ |
| 250 | 19,0 | 1100 | 34,0 | 3000 | 45,0 | |
| 300 | 20,5 | 1200 | 35,0 | 3500 | 47,5 | Wykres tej tablicy przedstawia krzywą o zmniejszającej się krzywości. |
| 350 | 22,0 | 1300 | 36,0 | 4000 | 50,0 | Ceny tej tablicy są niższe od cen obliczonych podług tablicy str. 261 i nast. |
| 400 | 23,0 | 1400 | 37,0 | 4500 | 52,5 | |
| 450 | 24,0 | 1500 | 37,5 | 5000 | 55,0 | |

# II. Ogrodzenia, odśnieżnie, przejazdy.

## a. Ogrodzenia i pasy przeciwpożarowe.

1. **Ogrodzenia** są tam niezbędne, gdzie zwykły dozór nie starczy na uniedostępnienie kolei ludziom lub bydłu. Między szlakiem kolejowym a drogami, w jednakowym poziomie, obok idącemi, odgrodzenie jest konieczne; można jednak zastąpić je niekiedy rowem z obok usypaną tamą (P. R. g. § 4. W. T. § 22), w przeciwnym zaś razie zostawić przynajmniej po zewnętrznej stronie rowu pas ochrończy 0,5 do 1 m szer.

O niezbędnych odgrodzeniach przy drogach wzdłuż kolei drugorzędnych postanawia władza nadzorcza (P. K. d. § 7), a są one nieodzowne tylko w miejscach zagrożonych, przy prędkościach zaś do 30 km/godz. niewymagane.

**Żywopłoty** wysokości około 1,2 m. **Odgrodzenia druciane** z drutu żelaznego, ocynkowanego, 4 mm $\phi$ (100 m drutu waży 10 kg). **Poręcze drewniane** przy drogach, wykonują nieraz ze starych podkładów.

**W Rosyi:** **) Wsiady (perony), oprócz strony do wsiadania i zejść, w miejscach nieprzylegających do budynków, powinny otrzymać poręcze 1,07 m wysokie, lecz dla wsia-

*) A. Goering, Massenermittelung u. s. w., III wydanie, Berlin 1898, nakładem A. Seydel.

**) Warunki techniczne co do urządzenia ogrodzeń na stacyach, z dnia 30 października 1902 r. № 86. (Dodatek do protokółu Rady Inżynierskiej).

dów niższych od 0,53 m, na stacyach III, IV i V klasy, oraz na przystankach urządzanie poręczy nie jest obowiązujące; zastąpić je można żywopłotami lub łagodnymi stokami, w stosunku 1 : 6, odarniowanymi lub obrukowanymi. Ważniejsze stacye powinny otrzymać oparkanienie przynajmniej 1,7 m wysokie, na stacyach mniej ważnych należy oparkanić przedewszystkiem podwórza towarowe, składy materyałów i paliwa, pozostałe zaś części mogą otrzymać ogrodzenia tańszego rodzaju.

2. **Pasy przeciwpożarowe** wzdłuż szlaku, są niezbędne w lasach, puszczach, stepach i suchych torfowiskach, a należy je pozbawiać roślinności, ulegającej zatleniu, albo użytkować z nich w sposób wykluczający wznięcenie pożaru. Szerokość tych pasów zależy od warunków miejscowych i od krajowych przepisów policyjnych. Pasy przeciwpożarowe można zastąpić szerokimi rowami, przeprowadzonymi w pewnym odstępie, równolegle od szlaku, z których należy stale usuwać wszelkie przedmioty palne. Drzewa, któreby mogły grozić przewaleniem się na szlak, trzeba zawczasu usuwać (W. T. § 26).

**Rozporządzenia ministeryum pruskiego z 27 paźdz. 1873:**

Po obu stronach kolei należy usunąć zadrzewienie na pasach 8 do 16 m szerokich, lecz zaniechać tego można przy głębokich wykopach, o ile stoki zajmują szerokość większą od wymaganej na pasy przeciwpożarowe, jakoteż i w miejscach, w których, z powodu rodzaju gruntu, obawiać się można zapiaszczenia po wyrąbaniu drzew. Nadto w odległości 40 m od kolei trzeba wykopać obustronnie rowy, szerokości 0,6 m w dnie, a 2,6 m wierzchem.

W odstępach co 80 m należy wpoprzek od tych rowów aż do pasów przeciwpożarowych poprowadzić podobne rowy, a to w celu odosobnienia pożaru, któryby wybuchnął między rowem głównym a koleją. Podściółkę wypada wedle możności usunąć z części lasu między rowami a pasem przeciwpożarowym. Przepisy, dotyczące pasów przeciwpożarowych wzdłuż kolei drugorzędnych *), podano w Eisenbahn. Verordnungsblatt 1894. Por. nadto przepisy o budowlach i t. d. str. 229.

## b. Ochrona od zawiewów śnieżnych.

Od zawiewów i zasp śnieżnych chroni: unikanie wedle możności przekopów płytkich, a gdy to nie możliwe: skierowanie ich równolegle do wiatrów panujących w czasie zawiei; albo zmniejszenie stromości stoków do 1 : 4 do 1 : 5; albo wreszcie zastosowanie swoistych odśnieżni, jako to: odśnieżnic (wałów przeciwśnieżnych), płotów odśnieżnych, które można zastąpić żywopłotami 1,3 do 2 m wysokości, niższe bowiem płoty mało są skuteczne. Odśnieżnie takie stawia się w odległości 4 do 5-cio krotnej ich wysokości od krawędzi przekopów i przedłuża je aż poza końce przekopów **). Urządzenia takie wypada uwzględniać już przy projektowaniu kolei (W. T. § 25) i przy nabywaniu gruntu.

Przepisy rosyjskie podano na str. 207 ***).

## c. Przejazdy.

### a) Przepisy rosyjskie (por. nadto str. 208) ****).

### 1. Urządzenie przejazdów.

Szerokość przejazdu pod lub nadtorowego niema być w prześwicie mniejsza niż 4,27 m (2 saż.) dla dróg polnych i wiejskich, a dla dróg bitych, pocztowych i traktów

*) Kienitz, Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen, sierpień, 1901.

**) Schubert, Schneewehen u. Schneeschutz-Anlagen, Wiesbaden 1892; Schubert, w Rolf'a Encyklopädie d. Eisenbahnwesens, tom VI. 1894. Centralbl. d. Bauverw. 1889, 1893 i 1895. Org. f. Fort. 1891, str. 1 i nast.

***) Szczegóły p. Zbiór rozporządzeń Min. Kom., dla służby drog. Zesz. 2, str. 74. Petersburg, 1900 r.

****) Zbiór rozporz. jak wyżej, str. 63.

handlowych przynajmniej 6,4 m (3 saż.). Cała wysokość takich przejazdów w prześwicie nie ma być mniejsza niż 4,27 m (2 saż.), pełną zaś szerokość przejazdową należy zachować przynajmniej do wysokości 2,34 m (1,1 saż.) na drogach bitych i traktach, a do wysokości 1,28 m (0,6 saż.) na drogach polnych i wiejskich.

Szerokość przejazdu w poziomie szyn ma być nie mniejsza od 3,2 m (1,5 saż.), a na drogach bitych i brukowanych przejazd taki nie węższy od samej drogi, kąt zaś przecięcia się ze szlakiem kolejowym w ogóle nie mniejszy niż 45°; w razie potrzeby wypada odchylić drogę. Torowisko między krawędziami przejazdu takiego ma być zabrukowane w poziomie grzbietu szyn, pokryte balami, lub utrwalone w inny zaufny sposób, przyczem w odstępie 50 mm (2 cal.) od szyn torowych w całej szerokości przejazdu, należy ułożyć prowadnice z szyn, które można też zastąpić kątownikami. Końce tych prowadnic wystają poza szerokość przejazdu po 300 mm (1 st.) i na tej długości odgina się je w celu rozszerzenia żłobka. Droga na samym przejeździe, oraz obustronnie na 8,5 m (4 saż.) od skrajnych szyn, powinna być w swej osi pozioma. Spadki na wjazdach i zjazdach przejazdowych (również i w przejazdach podtorowych) mają być nie większe niż 0,05, a w miastach i na drogach bitych niż 0,03. Wjazdy na groblach, wysokich ponad 1,07 m (0,5 saż.), należy po bokach ogradzać słupkami. Mostki i przepusty pod takimi wjazdami mogą być z kamienia, betonu, metalu lub drzewa. Oddalenie rogatki (1,07 do 1,3 m wysokiej) od najbliższej szyny przynajmniej 8,5 m (4 saż.), a do ich pomalowania należy unikać barw sygnałowych. Rogatki trzeba tak urządzać, aby ich nie można było objeżdżać, a gdzie się odbywa przepęd bydła, to rogatka powinna zapobiegać przechodzeniu i dołem, a z boku otrzymać natenczas przejścia dla pieszych z samozamykającemi się furtkami, kołowrotami lub t. p.

## 2. Utrzymanie przejazdów.

Naprawianie przejazdów nie powinno tamować ruchu drogowego, a gdy to niemożliwe na drodze bitej, należy się porozumieć z jej właścicielem i zawiadomić policyę na tydzień naprzód.

## 3. Straż na przejazdach *).

Nieodzownem jest strzeżenie przez dróżnika przejazdów natorowych przy prędkości pociągów (średniej między stacyami) 42 wiorsty na godz. lub większej, a przy mniejszej prędkości na drogach bitych, ważnych traktach handlowych i pocztowych, na ulicach miejskich i wiejskich. Na drogach mniej ważnych przejazdy takie można pozostawić bez straży, jeżeli z przejazdu da się dostrzedz pociąg nadchodzący przynajmniej z odległości:

przy średniej prędkości pociągu między stacyami do 25 w./godz. 200 saż. (426 m)
„ „ „ „ „ „ „ 30 „ 250 „ (533 m)
„ „ „ „ „ „ „ 35 „ 300 „ (640 m)
„ „ „ „ „ „ „ 42 „ 350 „ (747 m).

Zjazd do przejazdu niestrzeżonego niema mieć spadku ponad $^1/_{80}$, przynajmniej na długości 21,3 m (10 saż.), licząc od przepisanej części poziomej [8,5 m (4 saż.) od skrajnej szyny]. Nadto z owego [30 m (14 saż.) oddalonego] punktu drogi pociąg nadchodzący z dowolnej strony, powinien być widoczny. Przejazdy niestrzeżone należy zaopatrzyć w znaki przepisanego wzoru, a każdy silniczy (maszynista) powinien otrzymać wykaz takich przejazdów z oznaczeniem wiorst.

# β. Przepisy niemieckie.

## 1. Przepisy ogólne.

**Przejazdy natorowe**, t. j. w poziomie szyn, należy zaopatrzyć w mocne, a łatwo dostrzegalne rogatki, które w stanie otwartym nie powinny zacieśniać obrysia kolejowego (P. R. g. § 4; W. T. § 20). W miejscu, gdzie wozy, konie i bydło ma się zatrzymywać, gdy rogatka zamknięta, ustawia się tablice ostrzegawcze (P. R. g. § 4 i 59; P. K. d. § 7; W. T. § 21 a; Z. K. d. § 18).

*) Co do kolei podjazdowych por. str. 215.

Przejścia dla pieszych można zagradzać kołowrotami lub innemi, równie zaufnemi odgródkami (P. R. g. § 4; W. T. § 20).

Stosownie do § 21-go P. K. d. na kolejach drugorzędnych przy prędkościach, przekraczających 15 km/godz., należy strzedz przejazdy i przejścia więcej niebezpieczne. Rogatki (podł. W. T. § 20) są nieodzowne w miejscach zagrożonych lub o większym ruchu, wreszcie gdy prędkość jazdy przekracza 30 km/godz.

Na kolejach drugorzędnych (podł. Z. K. d. § 18) rogatki są niezbędne tylko przy ruchu bardzo ożywionym, a znaki, wskazujące silniczemu bliskość przejazdu niestrzeżonego, należy stawiać w oddaleniu właściwem od przejazdu (P. K. d. § 8 i 21; W. T. § 21a; Z. K. d. § 18).

Na kolejach głównych wolno zamykać (przewodami drucianymi lub t. p.) z oddalenia ponad 50 m jedynie rogatkę przejazdów mało uczęszczanych, zawsze z warunkiem, aby dróżnik ze swego stanowiska mógł ją widzieć (P. R. g. § 4), oraz aby się przed jej zamykaniem odzywał dzwonek ostrzegawczy. Wszelkie rogatki, poruszane przewodem drucianym, powinny dać się zamykać i otwierać i od ręki (P. R. g § 4; P. K. d. § 7), por. też W. T. § 21, a dalsze szczegóły p. na str. nast.

Oświetlenie zamkniętej rogatki jest nocą konieczne, gdy się rogatka zdala zamyka, pozatem tylko na przejściach ważniejszych (P. R. g. § 5).

Za pozwoleniem Władzy Krajowej można przejazdy mało uczęszczane trzymać stale w stanie zamkniętym, a otwierać je tylko na żądanie, objawione sygnałem dzwonkowym (P. R. g. § 5).

I kobiety mogą pilnować przejazdów, lecz nadzoru nad torem nie wolno im powierzać (P. R. g. § 5; P. K. d. § 21).

### 2. Kształt przejazdów.

Droga wedle możności ma się krzyżować z koleją pod kątem nie mniejszym od 30°. Powierzchnia drogi między szynami ma być płaska, bez wypukłości. Obustronnie poza rogatkami droga powinna być prawie pozioma przynajmniej 6 do 7,5 m, por. W. T. § 18. Jeżeli droga spada ku kolei, to ów poziomy jej kawałek powinien być przynajmniej 12 do 15 m długi.

Szerokości przejazdów w prześwicie rogatki mają być: dla dróg publicznych w Prusach, ze względu na szerokie maszyny rolnicze, przynajmniej 4,5 m (Rozporz. Min. z 27/XII 1873); zwykła szerokość przejazdów dla dróg bitych na wsi 6 do 8 m, w mieście zaś równa pełnej szerokości ulicy.

### 3. Ustrój przejazdów.

Żłobki wzdłuż szyn trzeba tak urządzić, aby się w nich podkowy nie zakleszczały, dla tego też prowadnice wypada stosować tylko w razach wyjątkowych, a bale ze żłobkiem są zupełnie niewłaściwe (wymiary żłobka p. str. 226).

Najlepiej wybrukować przestrzeń między szynami, wytwarzając żłobek bądźto przez stosowne przykrzesanie brukowca, bądźteż wypełniając przestrzeń podżłobkową kamieniami należycie obrobionymi (lub cegłą), albo tłuczniem (szabrem). W celu otrzymania dostatecznej, swobodnej głębokości dla brukowców, przy torach na podkładach poprzecznych, szyny na przejazdach układają się albo na podkładach podłużnych, wspartych głębiej leżącymi poprzecznymi, albo też na wysokich podstawkach (klockach lub podstawkach żeliwnych) *). Natomiast zmiana zasadniczego ustroju toru, np. podkładów poprzecznych na żelazne podkłady podłużne, żadną miarą się nie zaleca.

Żłobek w tłuczniu (szabrze) łatwo wytworzyć przez przejeżdżanie parowozem, żłobek taki powoduje jednakże mitręgę w utrzymaniu, dla podbicia bowiem podkładów trzeba go za każdym razem niszczyć, podczas gdy brukowce łatwo wyjąć i wstawić ponownie.

## 4. Ustrój rogatek.

1. **Rogatki zasuwne.** Prosty drąg 10 do 12 cm $\phi$ nadaje się do prześwitów nie ponad 5 lub 6 m, a z podpórką środkową, możemy nim zagradzać dwa razy większe prześwity. Bal szerzą w pion, suwający się między krążkami kierowniczymi, starczy do 8 m, a podobnie przesuwna, lekka kratownica żelazna do 15 m; wysokość takiej kratownicy $^1/_{25}$ jej długości.

Wysoka zastawa wykratowana, zapobiegająca podczołganiu się, zazwyczaj żelazna, wsparta krążkami, toczącymi się po progu kamiennym lub szynie, np. dwudzielna, starczy do 12 m i więcej.

2. **Rogatki rozwieralne** (o pionowej osi).

a) Rogatki od ręki przekładane stosują się tylko czasowo lub do celów podrzędnych.

b) Rogatki na kształt wrót, a nawet zupełne wrota wykratowane, jednoskrzydłowe, z odciążkiem, do 6 m, a bez niego, lecz ze ściągiem lub zastrzałem pochyłym, jednoskrzydłowe do 4 m; dwuskrzydłowe starczą na prześwity dwa razy większe. Dla pieszych furtki, kołowroty i t. p.

3. **Rogatki zachylne** (o poziomej osi) wypada możliwie tak odciążyć, by ułatwić ich zachylanie, i aby się same otwierały przynajmniej do $45^0$ lub $60^0$. Obydwie rogatki przejazdu otrzymują zazwyczaj ruch wspólny przez ich wzajemne zespolenie przewodami drucianymi, łańcuchowymi lnb drążkowymi, przy zastosowaniu niezbędnych dźwigni kątowych lub krążków. Dla zasłonięcia przestrzeni pod drągiem dowieszają do niego na uszkach pręty pionowe, złączone ze sobą dołem spólnym prętem podłużnym. Na drogach ruchliwszych drąg rogatki otwartej staje zupełnie w pion.

4. **Rogatki łańcuchowe** wymagają najmniej czasu do obsługi, natomiast są one mało widoczne nawet przy oświetleniu, a w niezbędnym dla nich żłobku, wyrobionym w drodze, podkowy koni łatwo

*) Oberbau-Anordnungen der preuss. Staatsbahnen, tabl. 17; por. też uwagę odsyłaczową na str. 279.

się zakleszczają, wreszcie konie i bydło może się nieraz zaplątać w łańcuch.

5. **Rogatki zapadowe**, zazwyczaj przegubowe, wymagają starannego wykonania i obsługi; znaczne trudności przedstawia nadto, zwłaszcza podczas śnieżycy, należyte oczyszczanie zagłębienia, w które się rogatka zapada.

6. **Rogatki zdalanastawne** powinny czynić zadość warunkom poniższym (por. też str. poprz.):

$\alpha$) Dzwonek ma działać niezawodnie, dość długo i już na czas pewien przed zamykaniem rogatki (P. R. g. § 4; P. K. d. § 7).

$\beta$. Otwarcie od ręki bez samozamykania się rogatki musi być możliwe, lecz w ten sposób, aby dróżnik otrzymał o niem sygnał słuchowy (dzwonek, grzechotanie pieska wechwytowego i t. p.), w celu powrotnego jej zamknięcia.

$\gamma$. W razie pęknięcia drutu (lub zepsucia się innego rodzaju przewodu), rogatka powinna się sama powoli zamknąć.

$\delta$. Łatwe zamykanie.

Warunkom powyższym czynią zadość np. rogatki Schubert'a, o pojedyńczym lub podwójnym przewodzie drucianym, Oberbeck'a rogatka pociągana dwoma drutami i t. p. *).

W. T. w § 21 zalecają dopełnienie warunku $\alpha$ przez dzwonek samoczynny, a warunku $\beta$ wogóle przez sygnał, niekoniecznie słuchowy.

# III. Budowa wierzchnia.

## a. Położenie toru.

### 1. Położenie szyn w planie.

**Poszerzenie toru w krzywych.** Oznaczmy przez:

$l$ rozstęp osi (odstęp osi skrajnych) w m, a mianowicie największy, na danym szlaku stosowany rozstęp osi niezwrotnych taboru,

$\varrho$ promień zewnętrznego obwodu obrzeża kół, w m,

$t$ największą wysokość obrzeża w m,

$l_1 = l + 2\sqrt{2\varrho t} = l + 2b$, podstawiając $b = \sqrt{2\varrho t}$,

$R$ promień krzywości toru w m,

$\varepsilon$ możliwy przesuw osi środkowej wagonu trzyosiowego, w m.

a w założeniu, że i w krzywej ma być zachowany luz ($\geq 10$ mm dla kolei głównych, Z. K. g. § 36), stosowany w torze prostym, otrzymamy najmniejsze, teoretycznie potrzebne poszerzenie $e$ toru w m:

| dla wagonów trzyosiowych: | dla wagonów dwuosiowych: |
|---|---|
| $e = \frac{l_1^2}{8R} - \varepsilon$ | $e = \frac{lb}{R}$. |

Z powyższego dadzą się wyprowadzić wzory dogodne dla poszczególnych założeń, np. dla $l = 6{,}5$; $2\varrho = 1{,}1$; $t = 0{,}035$; $\varepsilon =$

*) Schubert, Fortschritte des Eisenbahnwesens. Wiesbaden 1892. nakł. J. F. Bergmann'a; Röll, Encyklopädie des Eisenbahnwesens. tom I. rozprawa: „Abschlussvorrichtungen".

12 mm, otrzymamy wzór, ustanowiony w r. 1887 dla pruskich kolei głównych, ważny, gdy $R < 500$ m ($R$ w m, $e$ w mm):

$$e = \frac{6000}{R} - 12.$$

Od r. 1895 *) wprowadzono jednak wzór z doświadczenia zaczerpnięty:

$$e = (1000 - R)^2 : 30000,$$

ważny dla promieni krzywości ponad 100 m, a więc i dla kolei drugorzędnych. Jednakże, stosownie do rozporządzenia Min. z 24 czerwca 1897, dla promienia 200 m wypada zwiększać $e$ o 5 mm, t. j. do 26 mm. Por. także str. 226.

Dla wązkich torów nadają się wzory:

Prześwit toru 1 m; $R = 80$ do 250 m. $e = 240 : \sqrt{R}$, lecz $\leqq 25$ mm
„ „ 0,75 m; $R = 50$ do 150 m, $e = 140 : \sqrt{R}$, lecz $\leqq 20$ mm
„ „ 0,60 m; $R = 30$ do 100 m, $e = 100 : \sqrt{R}$, lecz $\leqq 18$ mm.

Np. na kolei Landquart-Davos, o **torze 1-dno metrowym**, poszerzono tor o 25 mm dla promieni 100 do 140 m, o 20 mm dla 150 do 210 m, o 15 mm dla 220 do 280 m, o 10 mm dla 300 do 400 m, o 5 mm dla 450 do 500 m; dla większych promieni bez poszerzania. Podobnie na saskich kolejach o **torze 0,75 m**: o 20 mm dla promienia 50 do 75 m, o 15 mm dla 75 do 100 m, o 10 mm dla 100 do 200 m, o 5 mm dla 200 do 300 m.

Poszerzamy tor zazwyczaj, odsuwając szynę wewnętrzną; by uniknąć nadmiernej liczby wzorców torowych, stosują ponajczęściej poszerzenia w kilku tylko stopniowaniach.

**Największe dozwolone poszerzenia** podano na str. 226.

## 2. Przechylenie szyn i toru (poprzeczne).

Obydwie szyny **przechylają się** ku środkowi toru, zazwyczaj o 1 : 20 do 1 : 16. (W. T. § 7) **).

Wierzchy szyn w torach prostych leżą w jednym poziomie (Z. K. g. § 6; W. T. * § 7; Z K. d. § 7).

**W krzywych tok zewnętrzny** leży wyżej, a podwyższenie to otrzymujemy przez **przechylenie całego toru**, wraz z podkładami (Z. K. g. § 6; W. T. * § 7; Z. K. d. § 7).

Jeżeli oznaczymy przez:

$h$ podwyższenie toku zewnętrznego w mm,
$s$ odstęp środków szyn w m,
$R$ promień krzywości w m,
$V$ największą prędkość jazdy na danym szlaku w km/godz., to teoretycznie będzie: $h = sV^2 : 127\,R$.

---

*) Oberban Anordnungen der preuss. Staatsbahnen str. 19 (por. też Uw. odsył. str. 279) oraz Kreuter w Handb. d. Ing.-Wiss., Tom 5, I § 23.

**) Przepis ten (przechylenie $\geqq$ 1 : 20) znajdował się do r. 1885 w Z. K. g. (§ 10), poczem go tam opuszczono; W. T. w § 7 zalecają 1 : 20. Pruskie koleje państwowe stosują ogólnie 1 : 20, jedynie tor Nr. 11a. dla kolei drugorzędnych, zazwyczaj bez przechylenia szyn (p. str. 287).

We wzorze powyższym założono swobodną ruchomość osi, co się jednakże z praktyką nie zgadza. Podwyższenie, wynikające z tego wzoru, jest nadmierne, jeżeli się jazda odbywa z prędkością, oznaczoną w P. R g. § 26 dla poszczególnych promieni krzywości $R$ (p. poniżej). Lepiej zatem wzór ów zastąpić poniższym, opartym na doświadczeniu, w którym $V$ oznacza największą prędkość, dozwoloną w danej krzywości:

$h = c\,V : R = k : R$; (wartości $c$ i $k$ podano poniżej).

Od 1 kwietnia 1902 r. P. R. g. w § 26 dozwalają w krzywych prędkości następujące:

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $R =$ | 900 | 800 | 700 | 600 | 500 | 400 | 300 | 250 | 200 | 180 m, |
| $V \leqq$ | 100 | 90 | 80 | 75 | 70 | 65 | 60 | 55 | 50 | 45 km/godz. |

Nawet w Niemczech uważają powyższe granice prędkości poczęści za niedostateczne; w Austryi na kolejach państwowych dozwolono od r. 1891, a na kolei Południowej od r. 1893, prędkości poniższe:

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $R =$ | 500 | 450 | 375 | 325 | 280 | 240 | 200 | 160 m, |
| $V \leqq$ | 80 | 75 | 70 | 65 | 60 | 55 | 50 | 45 km/godz. |

Rüppell podał wzór z doświadczeń:

$$V = \alpha \sqrt{R - \beta}, \text{ lecz } \leqq 100 \text{ km/godz.},$$

w którym $\alpha = 4$, $\beta = 50$; jeżeli jednak założymy: $\alpha = 3{,}7$, a $\beta = 20$, to otrzymamy wzór: $V_{max} = 3{,}7 \sqrt{R - 20}$, którego wyniki zgadzają się w przybliżeniu z powyższemi prędkościami kolei austryackich. Stałą $c$ dla poprzednio podanego wzoru ($h = c\,V : R$ z podstawieniem: $c\,V = k$) i dla średniotorowych kolei głównych lub drugorzędnych można liczyć: $c = 0{,}53$ do $0{,}45$. Licząc średnio $c = 0{,}50$, otrzymamy poniższe (zaokrąglone) wartości:

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $R =$ | 1000 | 900 | 800 | 700 | 600 | 500 | 400 | 300 | 250 | 200 | 180 | 150 | 100 | m, |
| $V =$ | 100 | 100 | 100 | 96 | 90 | 81 | 72 | 62 | 56 | 50 | 47 | 42 | 33 | km/godz., |
| $k =$ | 50 | 50 | 50 | 48 | 45 | 40 | 36 | 31 | 28 | 25 | 23 | 21 | 16 | |
| $h \leqq$ | 50 | 55 | 62 | 68 | 75 | 80 | 90 | 103 | 112 | 125 | 128 | 140 | 160 | mm. |

Powyższe dane co do $c$ i $h$ obowiązują na państwowych kolejach pruskich, nie wykluczając drugorzędnych, z zastrzeżeniem, aby $h$ nie przekraczało 110 mm *).

Doświadczenie wykazało, że zbyt małe podwyższenie mniej jest szkodliwe od nadmiernego, zaleca się zatem, nie podwyższać szyny zewnętrznej ponad 150 mm na kolejach głównych, a 160 do 170 mm na kolejach drugorzędnych.

W krzywych, w których się prędkość jazdy **zawsze** zmniejsza, np. przed stacyami, podwyższenie należy przystosować do owej zmniejszonej prędkości.

Podwyższania można zaniechać zupełnie na kolejach głównych w krzywych o promieniu ponad 2000 m, a na kolejach drugorzędnych ponad 1000 m, wreszcie w ogóle w krzywych rozjazdowych, a to stosownie do Z. K. g. § 6, W. T. § 39 i Z. K. d. § 33.

---

*) Oberbau Anordnungen der preuss. Staatsbahnen, str. 18.

Do kolejek wązkotorowych nadają się wzory teoretyczne:
dla toru 1 m: $h = 8{,}3\ V^2 : R$, dla toru 0,75 m: $h = 6{,}2\ V^2 : R$,
dla toru 0,60 m: $h = 5\ V^2 : R$.

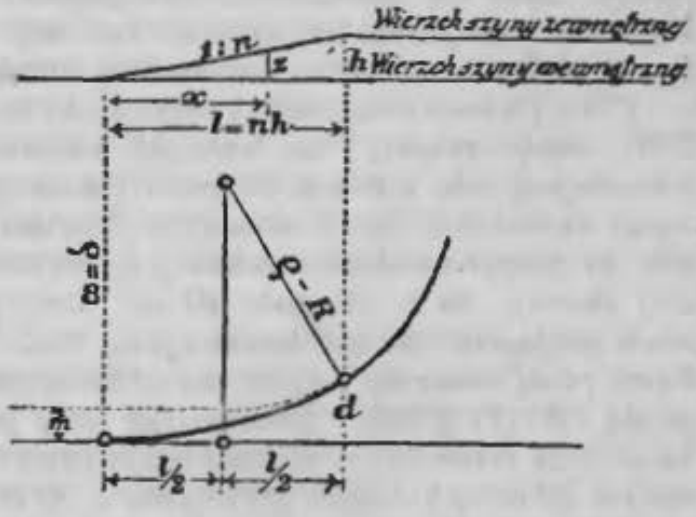
Na kolei Landquart-Davos, o torze 1 m, przy prędkościach 27 do 36 km. godz., oraz promieniach powyżej 100 m, posługiwano się wzorami powyższymi, również i na kolei zębnicowej St. Gallen-Gais, o torze 1 m, przy $V = 15$ do 30 km./godz., $R = 500$ do 30 m; a także na saskich kolejkach wązkotorowych, o torze 0,75, przy $V = 15$ do 25 km./godz., a $R = 600$ do 50 m.

Jak już wspomniano, przechylenie toru otrzymujemy zazwyczaj przez podwyższenie toku zewnętrznego, a to w celu niezmniejszania grubości podtorza pod tokiem wewnętrznym. Teoretycznie byłoby prawidłowiej, przechylać tor około jego osi, aby nie przesuwać środka ciężkości pociągu w kierunku pionowym. Ten też sposób stosują tam, gdzie torowisko jest zbyt wązkie na pomieszczenie podwyższonego stoku podtorza, np. na kolejach drugorzędnych, a natenczas należy już torowisko przechylać jednostronnie.

### 3. Łuki i pochyłości przejściowe *).

Łagodna pochyłość przejściowa między podwyższonym tokiem w krzywej, a nie podwyższonym w prostej, jest niezbędna, bez niej bowiem przednie koło (wiodące) zewnętrzne, wyjeżdżające z krzywej, mogłoby się wznieść ponad szynę na więcej nawet niż wysokość obrzeża, co powodowałoby częste wykolejania. Zaleca się zatem stosowanie pochyłości przejściowej na długości niemniejszej niż $l = 300\,h$, p. rys. 920, a w każdym razie przynajmniej $l = 250$ h. Wprawdzie Z. K. g. w § 6 (również W. T. § 7 i Z. K. d. § 7) wymagają tylko $l \geq 200\,h$, lecz doświadczenie poucza, że długość taka nie jest dostateczna; określa ona bowiem pochyłość względną (na przejściu) 1 : 200. Przy takim spadku względnym, na wyjeździe z krzywej, w odległości 7 m, otrzymalibyśmy spad względny 35 mm. Gdyby zatem wagon, o rozstępie osi 7 m, obciążony bardziej na tyle i po stronie wewnętrznej (łuku), wyjeżdżał z takiej krzywej i gdyby resor nie działał, toby się zewnętrzne koło przednie wzniosło o 35 mm,

Rys. 920.




*) A. Goering, w Röll'a Encyklopädie des Eisenbahnwesens, artykuł: „Schienenüberhöhung", tenże w Lueger'a: Lexicon der gesammten Technik, art.: „Krümmungsverhältnisse".

t. j. o wysokość obrzeża, ponad grzbiet szyny, co prawie niechybnie spowodowałoby wykolejenie się wagonu *).

Pochyłość przejściowa powinna w planie leżeć w równo długim **łuku przejściowym**, którego promienie krzywości wzrastają stopniowo od $\varrho = R$ **), przy $z = h$, do $\varrho = \infty$, przy $z = 0$. Łuk ten przechodzi zatem z krzywości danej krzywej zwolna w linię prostą. Podwyższenie na przejściu wzrasta linijnie, podług wzoru: $z/h = x/l$, promień zaś krzywości pozostaje w odwrotnym stosunku do $z$, a mianowicie podług wzoru: $z/h = R/\varrho$. Gdy długość na przejście jest za mała, to pochyłość przejściową wypada raczej częściowo przesunąć w krzywą właściwą, by nie zwiększać jej stromości. Nawet zmniejszenie podwyższenia w całej krzywej mniej będzie szkodliwe, aniżeli przejście nazbyt strome. Łuk przejściowy jest parabolą sześcienną, określoną wzorem: $y = x^3 : 6P$. Wprowadzenie łuku przejściowego wymaga przesunięcia całej krzywej ku środkowi jej krzywości, a więc zmniejszenia promienia o nieznaczny przesuw $m$. Przy pierwotnym punkcie styczności łuk przejściowy połowi ów przesuw $m$, rozciągając się od tego punktu w równych odległościach na obydwie strony (p. rys. 920).

Jeżeli oznaczymy przez:

$1 : n$ względną pochyłość przejściową, (t. j. względem szyny wewnętrznej), czyli jej długość $l = nh$,

$d$ rzędną końcową łuku przejściowego (p. rys. 920), to będzie:

$P = n\,h\,R = l\,R$; $m = l^2 : 24\,d$; $d = 4\,m$.

Uwaga: Wszystkie długości w jednakowych jednostkach.

Nieliczne rzędne pośrednie $y$ oznaczamy ze wzoru: $y = d\,(x : l)^3$.

Wartości na $l$ nie przekraczają zazwyczaj 30 do 40 m, a na $m$ 0,30 do 0,35 m. Gdy przesunięcie całej krzywej, np. toru już istniejącego, nieda się uskutecznić, zastępujemy przykońcową część krzywej łukiem o mniejszym promieniu, tak aby koniec tego łuku przesunął się o wielkość $m$, obliczoną podług zmniejszonego promienia $R$.

Przy pierwotnem wytykaniu krzywych odwrotnych (p. str. 229), trzeba między nie wstawić kawałek prostej, w żadnym razie niemniejszy niż połowa długości łuków przejściowych obydwu krzywych sąsiednich, w przeciwnym bowiem razie nie starczyłoby miejsca na przeprowadzenie łuków i pochyłości przejściowych. Ponajczęściej starczy na to długość 40 m. Lepiej jednak, a dla bezpieczeństwa pociągów prawie koniecznem, będzie pozostawienie między łukami przejściowemi jeszcze kawałka prostej przynajmniej 10 m długiego (W. T. § 28). Dlatego też przy pierwotnem wytykaniu takich krzywych odwrotnych pozostawiają zazwyczaj wstawki proste niekrótsze niż 50 m na kolejach głównych, a 30 m na kolejach drugorzędnych.

Nie zbyt długie kawałki prostej (poniżej 40 m) między dwiema krzywemi, jednakowozwrotnemi nie zalecają się; lepiej

*) To stało się powodem często spotykanej niewłaściwości (nawet „Sarrazin'a i Oberbeck'a w § 6), że, zostawiając pojedynczą długość łuku przejściowego, podwajano tylko długość pochyłości przejściowej, rozciągając ją w połowie na krzywą właściwą, zamiast równoczesnego podwojenia i długości łuku przejściowego.

**) Ściśle biorąc: $\varrho = R - m$, lecz $m$ względnie do $R$ jest znikomo małe.

już kawałek taki zastąpić łukiem łagodnej krzywości. Jeżeli promienie krzywych nie są równe, to najlepiej przeprowadzić jedną krzywą w drugą krótkim łukiem przejściowym, o zwolna zmnieniającej się krzywości.

Pozostawienie prostych kawałków wymaga obniżenia toku zewnętrznego, połączonego z następnem jego podwyższeniem. Aby zapobiedz takim, ze wszech miar niepożądanym, nagłym obniżaniom i podwyższaniom toku na podobnych krótkich wstawkach, zaleca się raczej pozostawiać na nich część podwyższenia (Por. W. T. § 7). Wspomniany łuk przejściowy między krzywą o promieniu $R_1$ i jekowozwrotną krzywą o promieniu $R_2$, jest częścią zwykłego łuku przejściowego, sprowadzającą krzywość $\varrho = R_1$ stopniowo do krzywości $\varrho = R_2$, na długości niemniejszej od $l = n\,(h_1 - h_2)$, przyczem krzywa o mniejszym promieniu przesuwa się ku środkowi o $m = m_1 - m_2$, a w pierwotnym punkcie styczności krzywych łuk przejściowy połowi ten przesuw.

## b. Ustrój toru. *)

(Por. Dział VIII, Materyały budowlane, zwłaszcza str. 48 i nast).

### 1. Szyny.

**Tworzywo.** Stal zlewna, bardzo wisna, a nie zbyt twarda, o ciągnieniu zrywającem 60 kg./mm², w Niemczech wyjątkowo i 70, a we Francyi nawet 75 do 80 kg./mm². Umowa przewiduje zazwyczaj nadzór nad wykonaniem, oraz próby na wygięcie i na uderzenia. Ciężkość właściwa 7,86. Cena w Niemczech 100 do 120 mar./tonę.

**Naprężenia** obliczają w Rosyi podł. przepisów str. 209, w Niemczech zaś na zasadzie nieruchomego **nacisku koła** na szynę podł. danych na str. 231, przyczem, gdy odstęp (środków) podkładów poprzecznych jest $l$, liczą często: moment gnący $M = 0{,}189\,Pl$ (podł. Winkler'a) w założeniu podpór leżących w jednym poziomie. Założenie takie nie jest właściwe, gdyż podtorze się poddaje pod naciskami, a nadto pojawiają się uderzenia nieodłączne od ruchu pociągów, skutkiem czego obliczenia takiego nie można uznać za dostatecznie bezpieczne **).

**Kształt i wymiary.** W Rosyi i w Niemczech stosują ogólnie szyny szerokostopowe, przekroju Vignole'a (por. rys. 921 do 926, i 929 do 932). Dwułbowe szyny na podstawkach znajdują jeszcze pewne zastosowania na niektórych, starszych kolejach niemieckich, szersze we Francyi, a prawie ogólne w Anglii; na kilku kolejach niemieckich wprowadzają je ponownie na próbę. Przy określaniu wymiarów kierują się wskazówkami poniższemi:

---

*) Blum, w Handbuch d. Ing.-Wiss. tom V, rozdz. IV, Lipsk. 1897. Tenże w Eisenbahnbau der Gegenwart, tom II, Wiesbaden, 1897.

**) H. Zimmerman, Berechnung des Oberbaus. § 27 i 28. Berlin, 1888, Wilhelm Ernst u. Sohn. Tenże w Centralbl. d. Bauverw. 1891, str. 223. Fr. Engesser, Centralbl. d. Bauverw. 1890, str. 312. Loewe, Org. f. Fortschr. 1883, § 125.

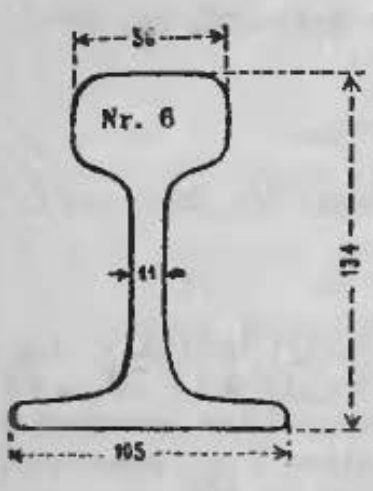
Szerokość łba $\geq$ 57 mm, dla kolei głównych zaleca się zaś do 70 mm, szeroki bowiem łeb ulega mniejszemu ścieraniu się i dozwala poszerzyć przylgi na łubki (W. T. § 5; szerokości na różnych kolejach p. tabl. str. 280).

Grzbiet szyny bywa płaski, a jeżeli wypukły, to promień tej wypukłości nie mniejszy niż 200 mm (W. T. § 5).

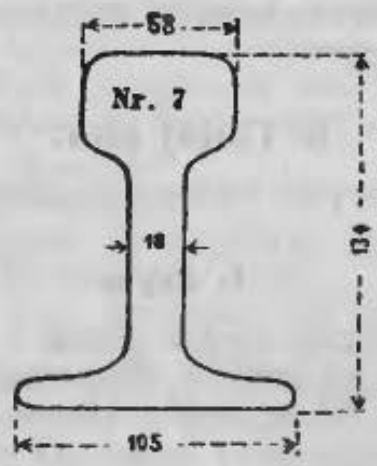
Boczne zaoblenia łba miewają promień 14 mm (Z. K. g. § 10; W. T. * § 5; Z. K. d. § 5 dla kolei drugorzędnych, na które przechodzi tabór z głównych).

Przylgi (obustronne, pod łbem i nad stopą) mają być płaskie i względem poziomu pochyłe na 1 : 4 do 1 : 2; zbyt mała pochyłość powoduje bowiem zakleszczanie się łubek, a gdy łubka jest za niż-

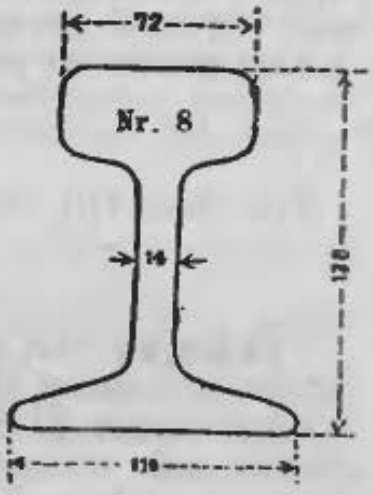
Rys. 921.



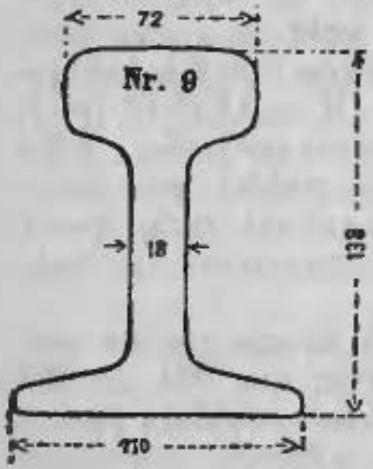

Rys. 922.



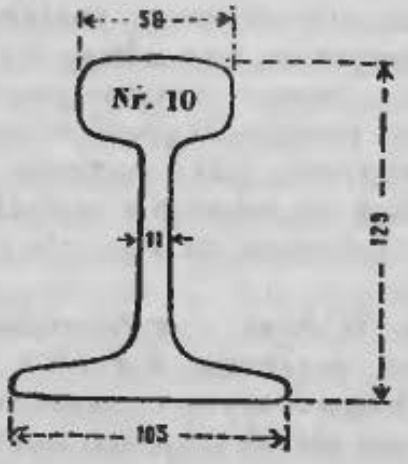

Rys. 923.



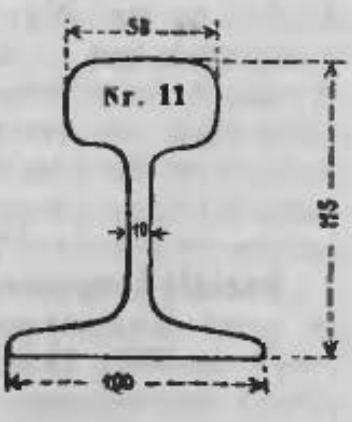

Rys. 924.




Rys. 925.




Rys. 926.

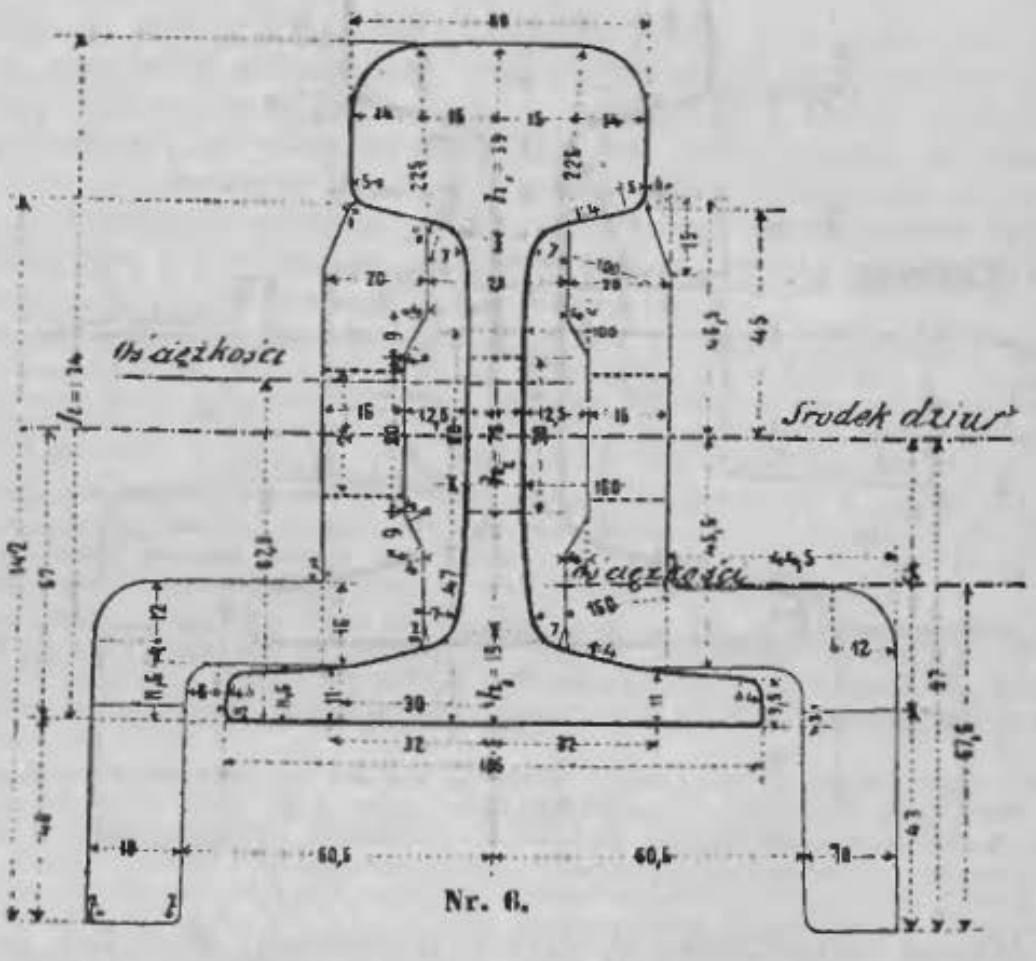



ka lub już na przylgach starta, zetknie się ona ze środnikiem szyny, nie usztywniając należycie złącza. (Kolej Warsz.-Wied. z r. 1894, 1 : 4; pruskie koleje państwowe 1 : 4; Austryackie kol. państ. 1 : 2,5; Kolej Gothardzka 1 : 3; szyna Goliat'owska Belgijskich kol. państ. 1 : 5; Kol. Alzacko-Lotaryngskie z r. 1891, 1 : 2).

Grubość środnika w połowie jego wysokości na kolejach głównych 11 do 14 mm (w szynach tunelowych, łączących się na wcios, 18 mm); na średniotorowych kolejach drugorzędnych $\geq$ 10 mm.

Szerokość stopy na kolejach głównych i podkładach poprzecznych 105 do 120 mm; znaczniejsza szerokość stopy utrudnia wprawdzie walcowanie, jest ona mimo to nader pożądana, zwłaszcza gdy szyny układają się bez podkładek. Za mała szerokość stopy, (uszczuplana niekiedy jeszcze przez zaoblenie spodnich krewędzi promieniem 2 mm) powoduje niestateczność szyny, ułatwia jej wywracanie się i wrzynanie się w podkłady, wytęża zatem nadmiernie łączniaki i trzymaki. W celu lepszego wywalcowania stopy, Pruskie kol. państ. ograniczają jej szerokość na 105 i 110 mm (p. rys. 921 do 926), stosując natomiast podkładki na wszystkich podkładach (p. str. 285 i nast.). W. T. w § 5 zalecają szerokość stopy niemniejszą niż 100 mm.

Rys. 927.




Wysokość $a$ starcia się grzbietu, dozwolona 10 do 16 mm.

Wysokość $h$ szyny dzielą zazwyczaj na: wysokość łba $h_1$, wysokość środnika $h_2$, mierzoną między punktami przecięcia się przedłużeń obustronnych przylg, wreszcie wysokość stopy $h_3$ (p. rys. 927 i 928). Dla szyn na podkładach poprzecznych $h = 130$ do 140 mm (W. T. w § 5 zalecają $h \geq 125$ mm).

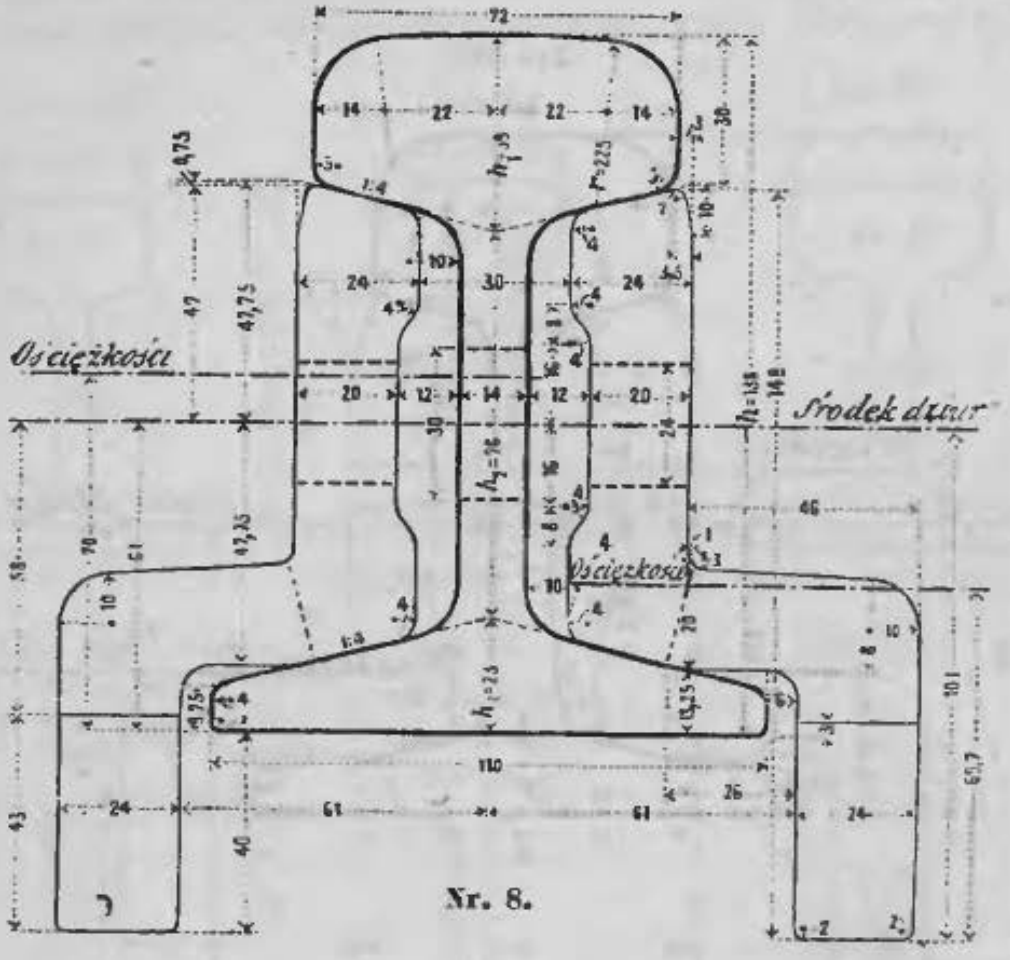
Skrawężenie krawędzi na końcach szyn, zazwyczaj na 2 mm, rozciąga się tylko na tę część łba, po której się toczą koła, co zalecają też W. T. w § 4.

**Nośność** szyn oblicza się po potrąceniu części łba przeznaczonej na starcie, a więc dla szyny o wysokości $(h - a)$. Do szyn najwięcej używanych (np. Nr. 6 pruskich kolei państwowych, tabl. str. 280 i rys. 927), na podkładach poprzecznych, stosują wzór przybliżony:

$$h = 65 \sqrt[3]{Pl} + a,$$

w który należy wprowadzić: nacisk koła $P$ w $t$, odstęp podkładów $l$ w m, lecz $h$ i $a$ w mm *).

Rys. 928.




Nr. 8.

Moment bezwładności $J$, oraz wytrzymałości, $W = J : e$, najdogodniej oznaczać wykreślnie (p. tom I str. 183 i nast.); do najczęściej używanych przekrojów szyn stosują się w przybliżeniu wzory

$$J = 0{,}032\, h^4 \text{ cm}^4, \text{ a } W = 0{,}064\, h^3 \text{ cm}^3,$$

w których jednakże (jako i w poniższych) $h$ należy wyrażać w cm. Nadto można oceniać: przekrój $F = 0{,}238\, h^2$, w cm$^2$,

a wagę $g = 0{,}187\, h^2 = 0{,}786\, F$ kg./mb.

*) H. Zimmermann w Centralbl. d. Bauverw. 1891, str. 225, objaśnia, dlaczego moment niepozostaje w prostym stosunku do $Pl$.

**Długość szyn** bywała do niedawna 9 i 10 m, obecnie przeważnie 12 m, do złączy na wcios 15 m, a w tunelach 18 m (przepisy niemieckie p. poniżej). Dłuższe szyny stawałyby się zbyt ciężkiemi i tworzyłyby podczas mrozu nadmiernie szerokie luzy na złączach. Oprócz tego stosują krótsze szyny wyrównawcze, niezbędne zwłaszcza na łukach do wykonania krótszego toku wewnętrznego. Skrócenie $\lambda$ toku wewnętrznego, w stosunku do zewnętrznego, na długości $l$ m, mierzonej w osi toru, określa się wzorem:

$$\lambda = s\frac{l}{R} = \frac{1500\,l}{R},$$

w którym promień $R$ i długość toru $l$ wyrażona w m, a odstęp $s$ środków szyn i $\lambda$ w mm.

Stosując krótsze szyny wyrównawcze jednakowej długości do torów o wszelakich promieniach, musielibyśmy układać podkłady nieraz zbyt ukośnie względem osi toru, zwłaszcza w torach łagodniej zakrzywionych, co powodowałoby znaczne niedogodności, szczególniej przy zastosowaniu podkładów żelaznych. Dlatego też do szyn 12 i 18-metrowych miewają ponajczęściej szyny wyrównawcze trojakiej długości, a pozostające natenczas jeszcze, drobne różnice można rozłożyć na luzy w złączach *).

**Pruskie koleje państwowe** **) przewidują obecnie dla nowych zamówień **6 typów szyn**, oznaczonych Nr. 6 do 11 (rys. 921 do 926). Szyny Nr. 6 (rys. 927) i 7 są przeznaczone na koleje główne, z ruchem zwykłym; Nr. 8 (rys. 928) i 9 na tory pod ciężkie pociągi pospieszne; Nr. 10 na koleje drugorzędne, obciążane naciskiem kół do 7 ton; wreszcie Nr. 11 na takież koleje, lecz z naciskiem kół do 6 t.

Różnica między szynami Nr. 6 a 7, jak również między Nr. 8 a 9, polega wyłącznie na odmiennej grubości środnika (11 i 18 mm, względnie 14 i 18 mm), a więc łubki tego samego kształtu stosują się do takiej pary typów szyn. Łeb Nr. 10-go jest o 5 mm niższy od łba Nr. 6-go, pozatem dwa te typy są jednakowe.

Szerokość łba szyn Nr. 8 i 9 jest 72 mm, podczas gdy pozostałe typy mają łby 58 mm szerokie; skutkiem tej różnicy koła taboru, wyjeżdżone na szynach o łbach węższych, toczą się po owych szynach szeroko łbiastych swym niewyjeżdżonym krajem zewnętrznym, pozostawiają zatem nietkniętym łeb szyny od strony wewnętrznej na szerokości 25 do 30 mm.

**Zwykła długość szyn** na kolejach głównych bywa 12 m, do złączy na zetknię: 15 m do złączy na wcios na mostach większej długości; wreszcie 18 m do złączy na zetknię w tunelach, albo na przejazdach lub krótkich mostach, by na nich uniknąć złącza, w którym to celu wypada ponajczęściej przesuwać złącza sąsiednie. Dlatego też, oprócz owych długości zwykłych, potrzeba jeszcze długości po 10 m (a dla złączy na wcios: 12 m). Szyny Nr. 10 i 11, dla kolei drugorzędnych, układają się w długościach po 12 m, a złącza na zetknię.

Szyny wyrównawcze do łuków są dla szyn 12 i 15-to metrowych o 40, 80 i 120 mm krótsze, a dla szyn 18-to metrowych: o 45, 90 i 135 mm; nadto dla Nr. 10 i 11, do łuków, o promieniu mniejszym niż 150 m, dodano skrócenia o 160 i 200 mm. Szyny wyrównawcze otrzymują na jednym z końców znaki dla odróżnienia poszczególnych długości.

---

*) Rüppel, w Org. f. Fortschr. 1892, str. 61.

**) Oberbau-Anordnungen der preussischen Staatsbahnen, 1895, z późniejszymi dopełnieniami są źródłem, z którego przeważnie zaczerpnięto dane o ustroju torów kol pruskich w rozdziale niniejszym Por. nadto: Centralbl. d. Bauverw., 1895, str. 441 i 452, oraz r. 1899, str. 4.

| Szyny pruskie 1895 r. | Po starciu $a$ mm | Grubość środnika mm | Szerokość stopy mm | Szerokość łba mm | Cała wysokość mm | Pole przekroju cm² | Waga kg/m | Odległość $e$ środka ciężkości od podeszwy mm | Odległość $e$ środka ciężkości od grzbietu mm | Względem poziomej osi ciężkości $J$ cm⁴ | Względem poziomej osi ciężkości $W$ cm³ | Względem pionowej osi ciężkości $J_0$ cm⁴ | Względem pionowej osi ciężkości $W_0$ cm³ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nr. 6. | 0 | 11 | 105 | 58 | 134 | 42,53 | 33,4 | 67,3 | 66,7 | 1036,6 | 154,0 | 150,7 | 28,7 |
| | 1 | — | — | — | 133 | 41,95 | 33,0 | 66,4 | 66,6 | 1015,9 | 152,6 | 149,1 | 28,4 |
| | 5 | — | — | — | 129 | 39,63 | 31.1 | 62,8 | 66,2 | 916,9 | 138,4 | 142,6 | 27,2 |
| | 10 | — | — | — | 124 | 36,73 | 28,9 | 57,9 | 66,1 | 796,1 | 120,3 | 134,5 | 25,6 |
| | 13 | — | — | — | 121 | 34,99 | 27,5 | 54,7 | 66,3 | 730,6 | 110,2 | 129,6 | 24,7 |
| Nr. 7. | 0 | 18 | 105 | 58 | 134 | 47,44 | 37,2 | 66,4 | 67,6 | 1063,0 | 157,2 | 153,4 | 29,2 |
| Nr. 8. | 0 | 14 | 110 | 72 | 138 | 52,30 | 41,0 | 70 | 68 | 1351,6 | 193,1 | 228,1 | 41,5 |
| Nr. 9. | 0 | 18 | 110 | 72 | 138 | 55,32 | 43-4 | 69,3 | 68.7 | 1362,5 | 197,0 | 229,9 | 41,8 |
| Nr. 10. | 0 | 11 | 105 | 58 | 129 | 39,70 | 31,16 | 62,7 | 66,3 | 917,1 | 138,3 | 142,7 | 27,2 |
| Nr. 11. | 0 | 10 | 100 | 58 | 115 | 35,09 | 27.55 | 57,5 | 57,5 | 641,4 | 111,6 | 117,5 | 23,5 |

## Szyny niektórych kolei niepruskich.

| Nazwa kolei | Waga kg/m | Wysokość mm | Szerokość stopy mm | Szerokość łba mm | Grubość środnika mm | Moment bezwładności $J$ cm⁴ | Moment wytrzymałości $W$ cm³ | Zwykła długość szyny m | Ilość podkładów na szynę |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Saskie państw. 1890 . . | 44,0 | 145 | 130 | 66 | 13 | 1607 | 217 | 10 | 13 |
| „ , po starciu o 15 mm | 36,9 | 130 | „ | „ | „ | 1067 | 156 | „ | „ |
| Alzacko-Lotar. 1891 †). | 37,8 | 132 | 101 | 52 (68) | 14 | 1108 | 167,6 | 12 | 16 |
| Austryac. państ. 1884 . . | 35,3 | 125 | 112 | 58 | 12 | 920 | 186 | 7,5 | 10 |
| „ „ 1891 . . | 43,0 | 136 | 120 | 60 | 18††) | 1273 | 194 | 10<br>15 | 13<br>19 |
| Gothardzka 1891 [1]) . . . | 46.4 | 145 | 130 | 70 | 13 | 1645 | 222 | 12 | 15(16) |
| „ po starciu o 20 mm | 32,9 | 125 | „ | „ | „ | 900 | 144 | „ | „ |
| Belgijskie państw. 1887 . | 52,7 | 147 | 135 | 72 | 17 | 1890 | 256 | 9 | 12 |
| Francus. północna 1888. | 43,2 | 142 | 134 | 60 | 15 | 1466 | 198 | 12 | 14 |
| „ wschodnia 1889. | 44,2 | 141 | 130 | 60 | 13,5 | 1477 | 202 | 12 | 17 |
| Paryż-Lyon-M.-Śr. 1889 | 47,0 | 142 | 130 | 66 | 14 | 1585 | 223 | 12 | 14(18) |
| Filadelfia-Reading 1888 . | 44,7 | 127 | 127 | 64 (73) | 17 | — | — | 12 | 15(16) |
| New-York-Central 1892 | 49,6 | 152 | 133 | 72 (76) | 15 | — | — | — | — |
| Ang. Midland 1896 [2]) . | 49,8 | 148 | — | 70 | 19,8 | 1568 | 194 | 10,97 | 14 |
| Eisenerz-Vordern. 1891 [3]) | 31,7 | 120 | 110 | 57 | 12 | 780 | 125 | — | — |
| Landquart-Davos [4]) . . . | 23,5 | 108 | 92 | 50 | 9 | 472 | 85 | — | — |
| Ta sama po starc. o 10 mm | — | 98 | „ | „ | „ | 359 | 71 | — | — |

[1]) Do tuneli zgrubiają stopę o 2 mm, uwzględniając jej zerdzewienie, a natenczas waga 48,5 kg/m.

[2]) Szyna dwułbowa.

[3]) Miejscowa kolej średniotorowa, zwykła, ze szlakiem zębnicowym do Abt.

[4]) Wązkotorowa (1 m), lecz z prędkością ruchu jak na kolejach głównych; wzniesienia do 45‰.

†) Łeb ku dołowi poszerzony, na wzór szyn amerykańskich.

††) Grubość środnika 18 mm uwzględnia możność złączenia na wcios.

Wagi szyn dwuibowych; np. Francuska kolej Orleańska 42,5 kg/m; angielskie koleje: South-Eastern i London-Chatham-Dover 41,7 kg/m; Francuska Zachodnia 44,2 kg/m; angielskie Great Northern i Midland 42,2 do 49,8 kg/m; London-North Western i North Eastern 44,6 kg/m *).

**Sposoby podparcia szyn:**

I. **Oddzielne podpory.**
1) Podpory kamienne znajdują jeszcze tylko zastosowanie w torach bocznych, o przeznaczeniu szczególnem, np. na torach do czyszczenia wagonów (W. T. § 12).
2) Żeliwne podpory dzwoniaste z połączeniami poprzecznemi, w krajach bezmroźnych.

II. **Podkłady poprzeczne.**
1) Drewniane.
2) Zlewne, żelazne, walcowane.

III. **Podkłady podłużne.**

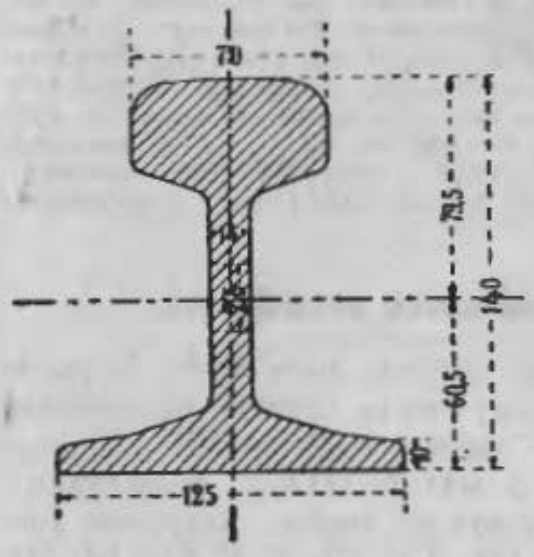
Na niemieckich kolejach głównych stosują tylko: poprzeczne podkłady drewniane (w r. 1903 — 71,6% ogólnej długości torów), takież żelazne (25,6%), wreszcie podłużne podkłady żelazne na stosunkowo nieznacznej długości torów (2,3%), inne podparcia bardzo rzadko (0,5%).

**Streszczenie rosyjskich przepisów ministeryalnych o szynach oraz ich układaniu.** **)

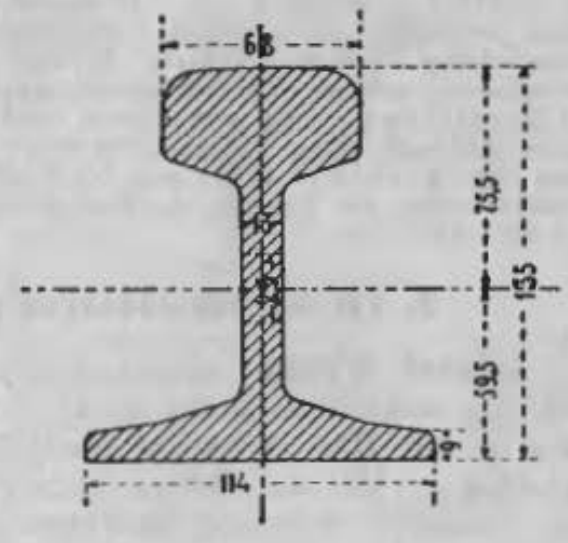
(Por. też str. 57 i nast., oraz str. 208 i nast.).

Od 1-go stycznia 1904, względnie 1905 r. ustanowiono dla kolei rosyjskich, z wyjątkiem podjazdowych i drugorzędnych, cztery typy szyn, Nr. I, II, III i IV, przedstawione w rys. 929 do 932, a. stosownie do używanego typu, rozdzielono i koleje na 4 kategorye I do IV. Typ IV, jako dotychczas przeważnie stosowany, oraz typ III,

Rys. 929. Typ I.




Rys. 930. Typ II.




który w najbliższej przyszłości znajdzie szerokie zastosowanie, przedstawiamy z podaniem wszystkich ważniejszych wymiarów. Poniższa tablica zawiera dane, dotyczące dozwolonych prędkości i obciążeń, dla każdego typu szyn, stosownie do ilości podkładów i podkładek. Dla warunków, tablicą nieobjętych, należy wyjednywać zatwierdzenia ministeryalne.

---

*) Zestawienie przekrojów szyn podaje: Handb. d. Ing.-Wiss. tom V, str. 130; również Eisenbahnbau der Gegenwart tom II, str. 169.

**) Wiestnik Min. Kom. 1903, Nr. 7 i 21, oraz r. 1904, Nr. 45.

**Tablica szyn rosyjskich, ich obciążeń i prędkości dozwolonych.**

| Typ szyn | Waga | | Dozwolony największy nacisk osi | Ilość podkładów na wiorstę **) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 1300 | | 1400 | | 1500 | | 1600 | |
| | | | | Dozwolona prędkość największa na godz. | | | | | | | |
| | funt/stop. | kg/m | ton | wiorst | km | wiorst | km | wiorst | km | wiorst | km |
| I | $32^1/_2$ | 43,67 | 14 | 60 | 64 | 70 | 74,7 | 85 | 90,7 | 100 | 106,7 |
| | | | 15 | 60 | 64 | 70 | 74,7 | 85 | 90,7 | 100 | 106,7 |
| | | | 16 | 60 | 64 | 70 | 74,7 | 85 | 90,7 | 94 | 100,3 |
| | | | 20 *) | — | — | 60 | 64 | — | — | — | — |
| II | $28^1/_2$ | 38,3 | 14 | 60 | 64 | 70 | 74,7 | 85 | 90,7 | 94 | 100,3 |
| | | | 15 | 60 | 64 | 70 | 74,7 | 85 | 90,7 | 88 | 93,9 |
| | | | $16^2/_3$ *) | 60 | 64 | 70 | 74,7 | 78 | 83,2 | 80 | 85,3 |
| | | | $18^1/_2$ *) | — | — | — | — | 57 | 60,8 | 60 | 64 |
| III | $24^1/_3$ | 32,69 | $12^1/_2$ | 60 | 64 | 70 | 74,7 | 85 | 90,7 | 87 | 92,8 |
| | | | 14 | 60 | 64 | 70 | 74,7 | 77 | 82,1 | — | — |
| | | | 15 | 57 | 60,8 | 60 | 64 | 72 | 76,8 | — | — |
| | | | 16 | — | — | — | — | 56 | 59,7 | — | — |
| | | | $16^1/_2$ *) | — | — | — | — | — | — | 57 | 60,8 |
| IV | $22^1/_2$ | 30,23 | $12^1/_2$ | 60 | 64 | 70 | 74,7 | 74 | 78,9 | — | — |
| | | | 14 | — | — | — | — | 54 | 57,6 | — | — |
| | | | $14^1/_2$ | — | — | — | — | — | — | 54 | 57,6 |

*) Dla przerządzania pociągów (manewrowania).

**) Prędkości i obciążenia liczono w tablicy dla poprzecznych podkładów drewnianych, o długości 2,67 m (1,25 saż.), a szerokości spodu 0,222 m (5 wersz.), i przy podatności podtorza 4 kg/cm². Typy szyn I, II i III należy układać z podkładkami na każdym podkładzie.

### Układanie szyn, oraz ich przyborów. *)

Szyny przytwierdzają się do każdego podkładu przynajmniej dwoma szyniakami (hakami), w krzywych zaś, o promieniu 640 m (300 saż.) lub mniejszym, nie stosując podkładek, należy wbijać trzeci szyniak, a mianowicie dla obu szyn po stronie przeciwległej środkowi krzywości. Szyniaki można zastąpić wkrętami (tirefond), zatwierdzonego ustroju. Przy układaniu nowych torów należy obustronnie zakładać łubki kształtowe, a przy przebudowie torów wprowadzać stopniowo to ulepszenie. Na przyszłość nowe szyny mają być bez wcięć na szyniaki lub wkręty. Przy wykonaniu toru jego prześwit (1,524 m = 0,714 saż. w prostej) musi być ściśle zachowany, wskutek ruchu zaś dozwala się poszerzenia do 3,4 mm (0,003 saż.), a zwężenia do 2,1 mm (0,001 saż.).

## 2. Tor na poprzecznych podkładach drewnianych.

**Gatunek drzewa**: dębina, buczyna, sosnina, świerczyna, wreszcie jedlina, aczkolwiek mniej trwała. Nasycanie drzewa, np. kreozotem (p. str. 109) zwiększa trwałość: dębiny o 25 do 50%, drzewa iglastego o 100 do 150%, buczyny o 400 do 500%, o ile drzewo nie zniszczeje wcześniej skutkiem uderzeń od ruchu. Nasycanie sosniny i buczyny jest prawie niezbędne (W. T. § 13; Z. K. d. § 12) **).

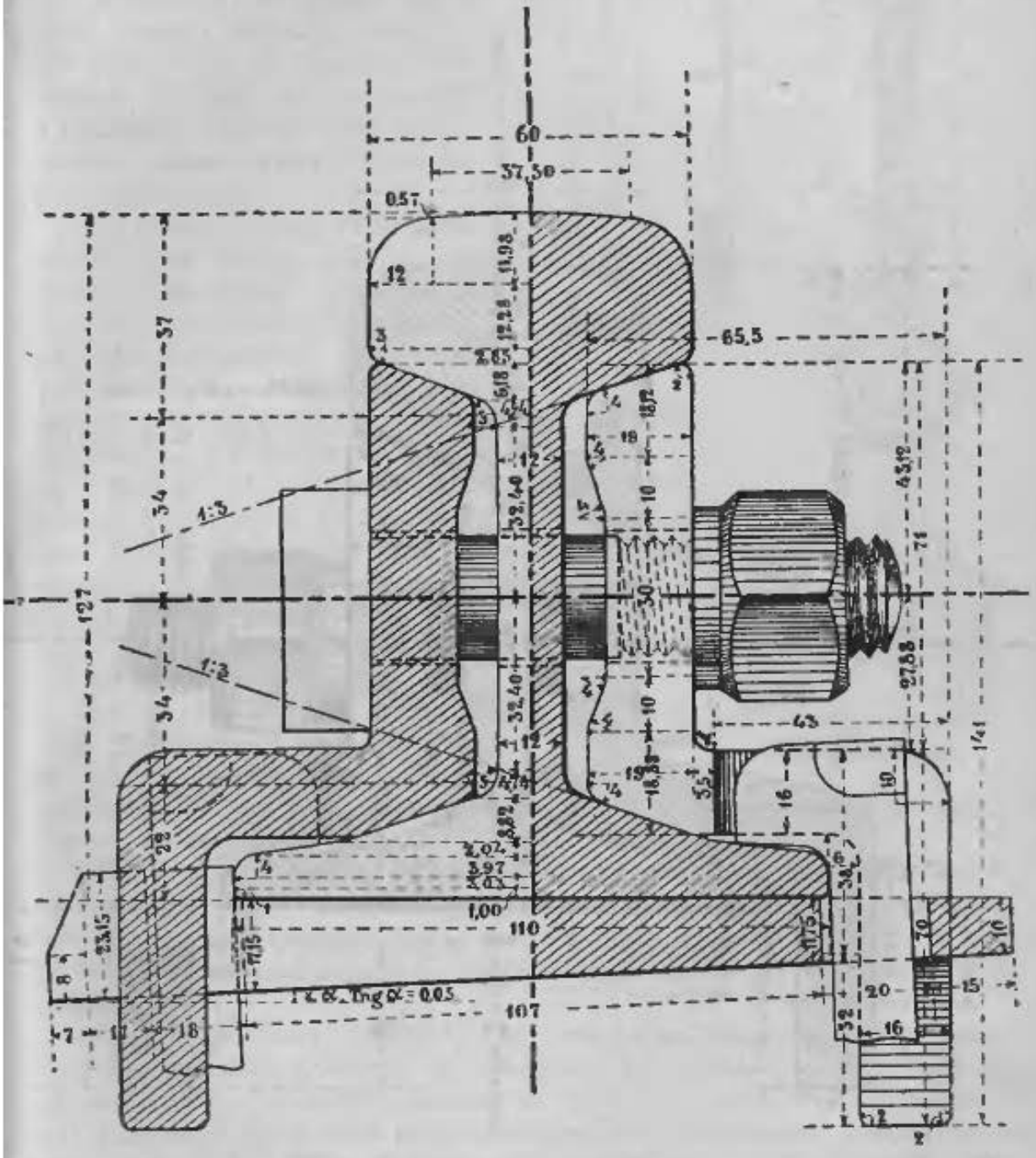
*) Zbiór rozporządzeń Min. Kom., dotyczących służby drogowej, tom III, str. 3, Petersburg, 1900.

**) Blum, w Handb. d. Ing.-Wiss. tom V, rozdz. IV; tenże w Eisenbahnbau der Gegenwart, II, str. 182. Schneidt, w Org. f. Fortschr. 1897. Podkłady bukowe okazały się we Francyi nader trwałymi, wymagają jednakże starannego doboru drzewa i należytego nasycania. Skutkiem tego torują one sobie coraz to szersze zastosowanie i w Niemczech.

**Wymiary podkładów.** Długość 2,4 do 2,7 m dla średniotorowych kolei głównych i drugorzędnych (W. T. § 13), a dla wązkich torów 1,7 do 1,8 prześwitu torowego. Pod szyny dwułbowe na podstawkach zazwyczaj 2,8 m.

Pruskie koleje państwowe stosują: 2,7 m na kolejach głównych, a 2,5 m na średniotorowych drugorzędnych, przy zwykłej grubości podkładu 160 mm, a szerokości 260 mm, z warunkiem, aby wierzch był 160 mm, a przynajmniej 120 mm szeroki. (Na kolejach wązkotorowych grubość zmniejszają do 120 mm).

Rys. 931. Typ III.

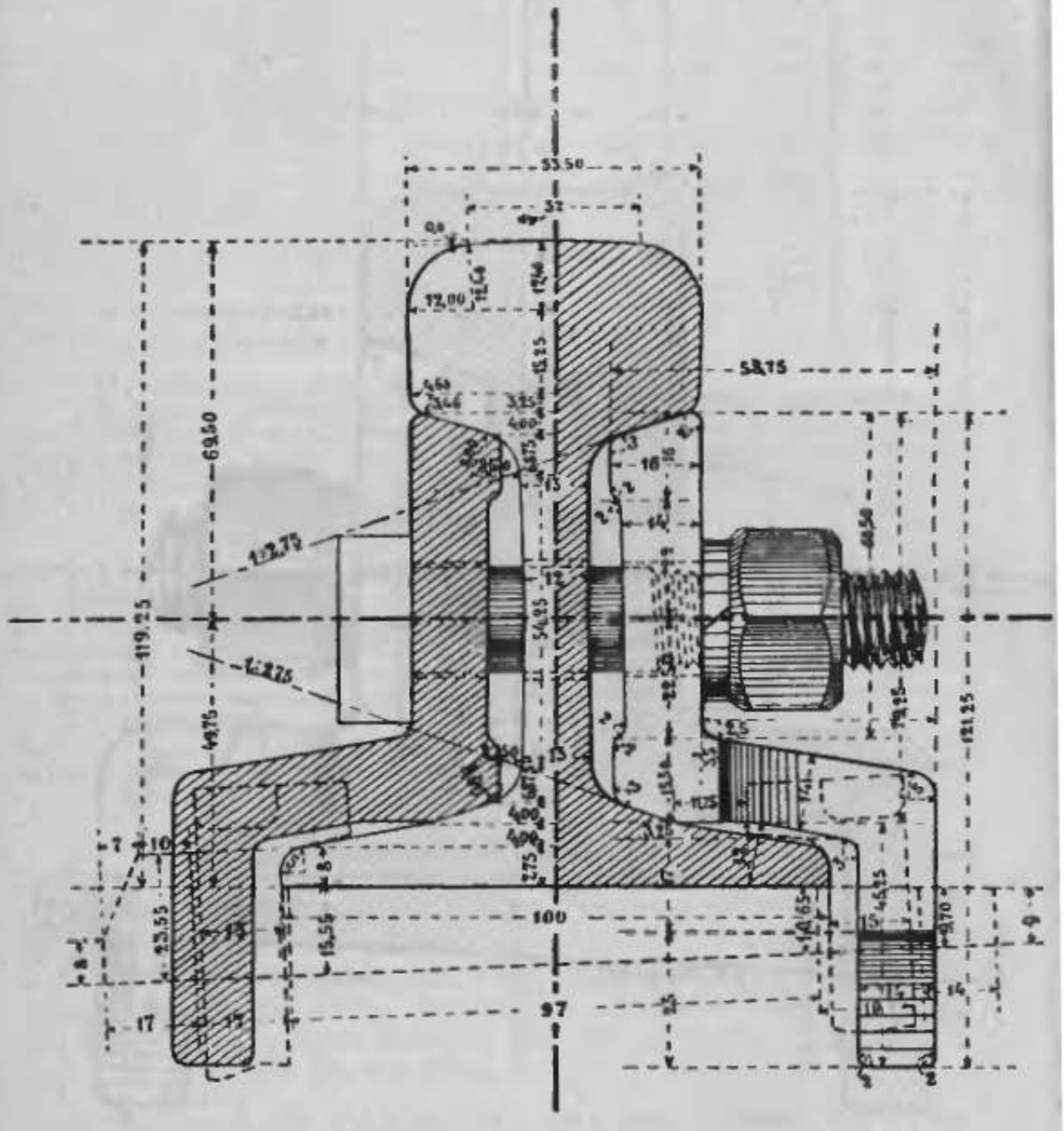



Podkłady podzłączowe 300 mm szerokie (Pr. Kol. P. 260 mm) i możliwie ostrokrawędziowe. Zacięć w podkładach (pochyłych stosownie do przechylenia szyn, a więc 1 : 20 do 1 : 16), wypadało-

by zaniechać, zastępując je podkładkami klinowatego przekroju, p. poniżej rys. 936, 937. Zacięcia takie są bowiem zapoczątkowaniem psucia się drzewa.

**Szyny przytwierdzają** się do podkładów dwoma, obecnie zaś przeważnie trzema, naprzemiannie rozstawionymi szyniakami lub wkrętami. **Szyniaki** miewają przekrój kwadratowy, o boku 15 do 16 mm, a długość 150 do 170 mm; rzez ich prostopadły do słojów

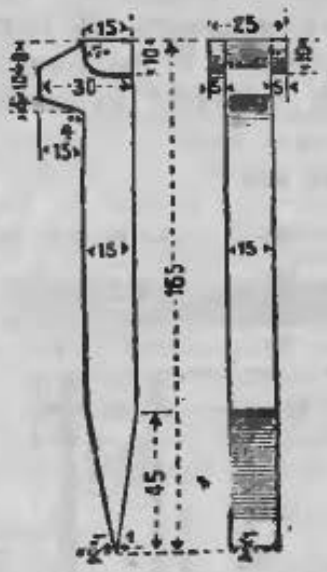
Rys. 932. Typ IV.



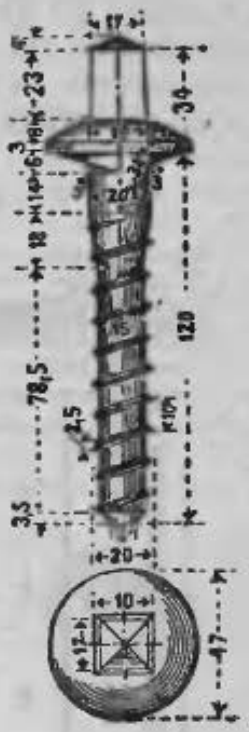

drzewa; łeb zaopatrzony w ucha do wyciągania szyniaka. (Pruskie koleje stosują już tylko na szlakach drugorzędnych. do szyn Nr. 11, szyniaki wedł. rys. 933; o wadze 0,29 kg). **Wkręty** dają lepsze przytwierdzenie szyn, lecz jedynie pod warunkiem, aby kształt ich był

właściwy, a łeb się wspierał całą swą spodnią powierzchnią. Średnica śruby $d$ co 20 mm, rdzenia 15 mm, skok $^1/_3$ do $^1/_2$ $d$, długość zaś 6 do 7 $d$; średnica łba 2 do 2,5 $d$. Aczkolwiek wkręty, zastosowane nawet bez podkładek, trzymają zrazu silniej niż szyniaki, to jednakże, w braku podkładek, psują one drzewo na większym obszarze, skutkiem czego utrudniają utrzymanie toru; wypada je zatem stosować jedynie w połączeniu z podkładkami. (Rys. 934 przedstawia wkręt kolei Pruskich, wagi 0,39 kg).

Rys. 933.

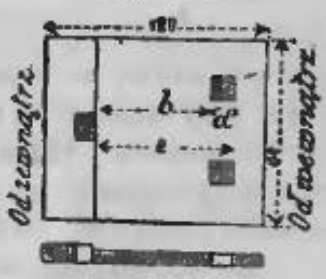


Rys. 934.



Przytwierdzenie szyn do podkładów **ma znosić** parcia poziome, działające przeważnie w stronę zewnętrzną toru, a więc szyniak zewnętrzny znosi siłę przesuwającą, zmniejszoną o tarcie szyny na podporze, wewnętrzny zaś przeciwdziała wywróceniu się szyny pod wpływem tej samej siły w pełnej wielkości, t. j. niezmniejszonej przez tarcie. Podkładka przenosi na szyniak wewnętrzny część owego parcia przesuwającego. Wywracaniu szyny na zewnątrz przeciwdziała jej przechylenie ku osi toru (o $^1/_{20}$ do $^1/_{16}$), jak również i silniejsze przyciąganie wkręta wewnętrznego.

Rys. 935.



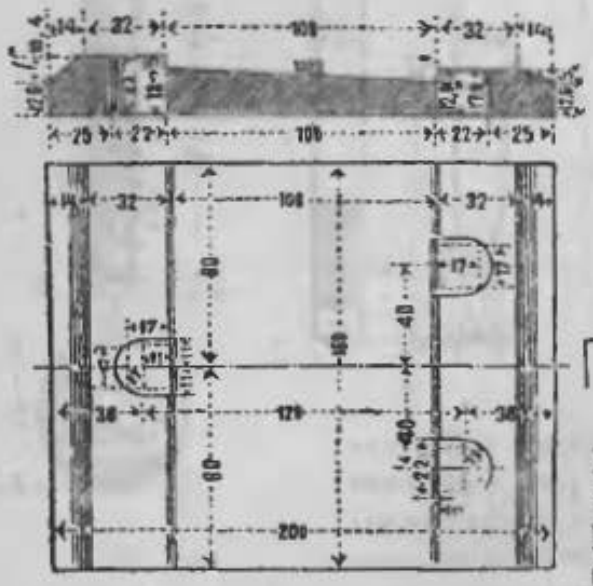

Ściągi lub zespory torowe znoszą nawzajem części owych parć poziomych, a ich resztę przenoszą częściowo na drugi tok toru, gdzie przeciwdziała jej i szyniak wewnętrzny na przesunięcie, a zewnętrzny na wywrócenie.

Trzymaki (szyniaki lub wkręty), tak samo jak i łączniaki szyn, powinny wzdłuż wewnętrznej strony szyny pozostawiać przestrzeń swobodną (na obrzeże kół), na 38 mm poniżej grzbietu szyny (z uwzględnieniem wysokości dozwolonego starcia się szyn), a 62 mm szeroką.

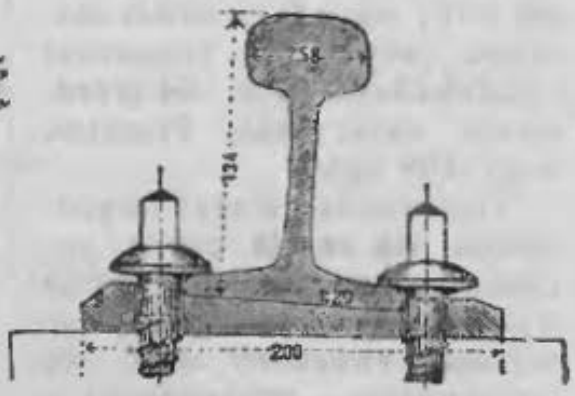
**Podkładki** bywają ponajczęściej z żelaza zlewnego, rzadziej ze skowalnego, spodem poziome, na wierzchu wgłębione dla objęcia stopy szynowej, co wytwarza obustronne wyskoki; powierzchnia wgłębienia otrzymuje pochyłość przystosowaną do pożądanego przechylenia szyn (rys. 936 i 937). Stosują też podkładki z jednostronnym wyskokiem (rys. 935). Podkładki zwiększają i wytrzymałość i trwałość toru, o ile nie są za małe i za cienkie, a prawidłowo dziurowane. (Por. W. T. § 13 i 14, oraz Z. K. d. § 12). Długość podkładki (w kiernnku toru i walcowania) 120 do 160 mm, szerokość 180

do 300 mm, a wgłębienie podług stopy szyn, wreszcie grubość najmniejsza, t. j. pod wewnętrzną krawędzią stopy szynowej 12 do 18 mm. Zaleca się stosowanie dwóch dziur po stronie wewnętrznej, a jednej po stronie zewnętrznej. Od strony zewnętrznej wyskok jest niezbędny, od wewnętrznej zaś można go opuścić, lecz nie przy zastosowaniu wkrętów. W nowszych czasach stosują też podkładki z nadchwytem (p. poniżej) nawet na podkładach drewnianych. Pod-

Rys. 936.



Rys. 937.



kładki zalecają się wogóle tak z powodu równomierniejszego rozkładu nacisku na podkład, jakoteż lepszego przeciwdziałania parciom poziomym. Wskutek oparcia się szyny o wyskok zewnętrzny, siła przesuwająca przenosi się i na trzymaki wewnętrzne, a przeciw wywróceniu się szyny możemy (przez mocne złączenie podkładki z szyną) zwiększyć i ramię siły, przytrzymującej szynę wraz z podkładką; wreszcie, stosując podkładki, unikamy tak szkodliwego zacinania podkładów.

W podkładkach o dwóch wyskokach odstęp między nimi bywa o 1 do 2 mm szerszy od stopy szynowej; dziury nie powinny występować we wgłębienie, poza wyskoki. Zalecają się podkładki o trzech dziurach i o pochyłej powierzchni wgłębienia: bez pochyłości bywa ta powierzchnia tylko pod zwrotnicami, jakoteż na podrzędnych kolejach miejscowych. Rodzajem próby stosowano też podkładki spodem lekko nażebrowane; lecz ustroju tego zaniechano, gdyż żebra z trudnością wciskają się w podkład, a jednak go nadwyrężają.

Rys. 936 i 937 przedstawia podkładkę pod szyny pruskie Nr. 8 i 9, na podkładach pośrednich; rys. 938 zaś przyzłączową podkładkę z nadchwytem, dla szyn Nr. 6, 7 i 10 na podkładach dębowych: pod szyny Nr. 8 i 9 stosują takie same podkładki, przybliżając jedynie środek dziury na trzymak wewnętrzny do krawędzi podkładki na 36 mm, zamiast 41 mm, przez co uwzględnia się rozszerzenie stopy szynowej o 5 mm. Na podkładach sosnowych stosują (od r. 1900) podkładki podobnego kształtu, lecz nieco szersze, a mianowicie 290 zamiast 275 mm; w zamian dziury wewnętrznej podkładki te otrzymują otwór 24.48 mm, a to w celu pomieszczenia w nim nietylko wkrętu, ale i spodniego wyskoku zacistki. Nadchwyt otrzymał długość 64 mm, aby się swobodnie pomieścił w wycięciu łubek, stosowanych na poprzecznych podkładach żelaznych, co umożliwia używanie tychże łubek i nad podkładami drewnianymi.

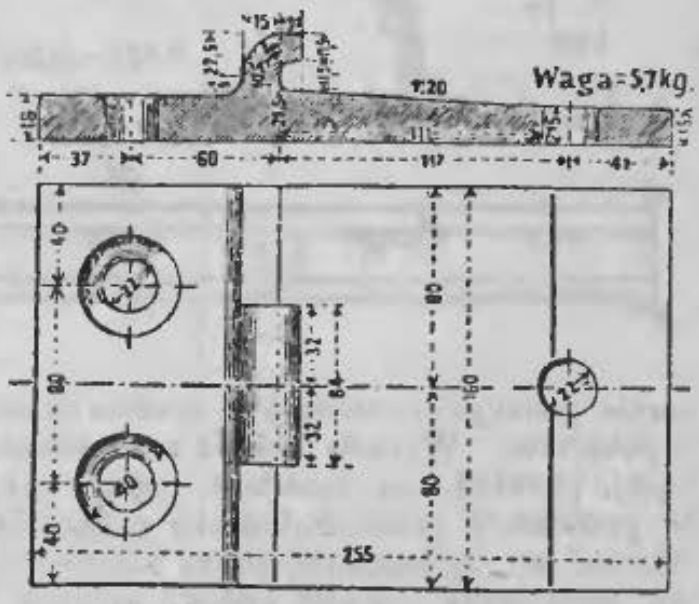
W krzywych, o promieniu niżej 500 m, oraz na pochyłościach ponad 5‰, należy na kilku lub na wszystkich podkładach pośrednich zastępować podkładki zwykłe (pośrednie) podkładkami przyzłączowemi, które też wypada stosować wyłącznie na wszystkich podkładach drewnianych w tunelach, na mostach i przejazdach.

Szyny Nr. 11, na pruskich kolejach podrzędnego znaczenia, układają pionowo. na podkładach drewnianych które, wobec nieprzechylania szyny, nie mają też zacięć; podkładki z nadchwytem, lecz o wgłębieniu niepochyłem, stosują się tylko pod złączami lub przy nich.

Uwaga. Zarząd kolei pruskich nosi się od r. 1900 z zamiarem wprowadzenia podkładek bez nadchwytów na wszystkich dębowych podkładach pośrednich, a na podkładach z innego drzewa wyłącznie podkładek z nadchwytami. Podkłady sosnowe otrzymałyby podkładki 160 · 290 mm, z zacistką od wewnątrz, na której znajduje oparcie łeb wkrętu, ochronionego w ten sposób od naprężeń gnących. Ze względu na trwałość ważnem jest, aby dziury w podkładach bukowych wiercono przed ich nasycaniem, przy takiem zaś wierceniu trudno z góry uwzględniać rozmaite poszerzenia toru: prowadziłoby to bowiem do licznych omyłek i zamętu. Dlatego też dziury w podkładach wiercą podług zwykłej szerokości toru, jego zaś poszerzenie dokonywa się przez stosowne przesunięcie podkładki na podkładzie, a mianowicie za pośrednictwem obustronnych zacistek jednakowego modelu. Dziurę w tych zacistkach przesunięto z osi o 3, względnie o 6 mm, a wytworzone w ten sposób dwa typy zacistek, przez zmianę ich wzajemnej kombinacyi, oraz przez obrócenie jednej lub obydwóch zacistek o 180°, wystarczają do otrzymania 8-miu rozmaitych poszerzeń toru, a mianowicie o: 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18 i 21 mm.

**Pełzaniu szyn**, t. j. ich przesuwaniu się w kierunku toru, zapobiegano pierwotnie przez wycięcia w stopie szyny, w które to wycięcia wbijano szyniaki; sposób ten zarzucają jednak, jako wadliwy, gdyż zmniejsza on wytrzymałość szyny. Najszersze zastosowanie znalazło oparcie łubek kątownikowych lub zetownikowych o obydwa podkłady przyzłączowe złącza wiszącego. (Por. W. T. § 10: Z. K. d. § 9).

Rys. 938.




W czasach najnowszych, wobec coraz to bardziej się zwiększającej długości szyn, a więc mniejszej ilości złącz, przeciwdziałających pełzaniu, wchodzą w użycie dodatkowe, pośrednie nakładki przeciwpełzne, po dwie lub więcej na każdą długość szyny, umieszczane jednakże wyłącznie tylko po zewnętrznej stronie szyny. Zapierają się one o trzymaki obydwóch podkładów przyległych, co należy uwzględniać przy projektowaniu rozkładu podkładów na długości szyny. (Koleje pruskie stosują nakładki przeciwpełzne 760 mm długie, przytwierdzane do szyny dwiema śrubami w odstępie 440 mm, a zapierające się o przyległe podkłady, których osie leżą w odstępie 600 mm).

**Podkłady w Rosyi**, podług przepisów ministeryalnych *), mogą być sosnowe lub dę-

*) Zbiór rozporządzeń Min. Kom. dla służby drogowej, zeszyt III, str. 4, Petersburg, 1900.

bowe, z innego zaś drzewa tylko za oddzielnem pozwoleniem ministra. Długość podkładów na kolejach głównych 1,25 saż. (2,67 m), a na szerokotorowych. drugorzędnych 1,15 saż. (2,45 m); grubość stosownie do gatunku drzewa i kształtu przekroju od 3 do 3,5 wersz. (133 do 155 mm). Średnica okrągłaków, przeznaczonych do wyrobu podkładów, tylko o spodzie i wierzchu przyciosanym, ma być przynajmniej 6 do 7 w. (267 do 311 mm) dla sosnowych, a dla dębowych podkładów 5,5 do 6,5 w. (244 do 289 mm), w zależności od ich kształtu przekroju, przyczem większe średnice dotyczą podkładów półokrągłakowych. Na dębowych podkładach zaleca się układać szyny na podkładkach o dwóch dziurach i przytwierdzać je wkrętami.

Wierzch podkładu można pozostawić okrągły, nie sciosując bielu, z wyrobieniem jedynie zacięć pod szynę lub podkładkę.

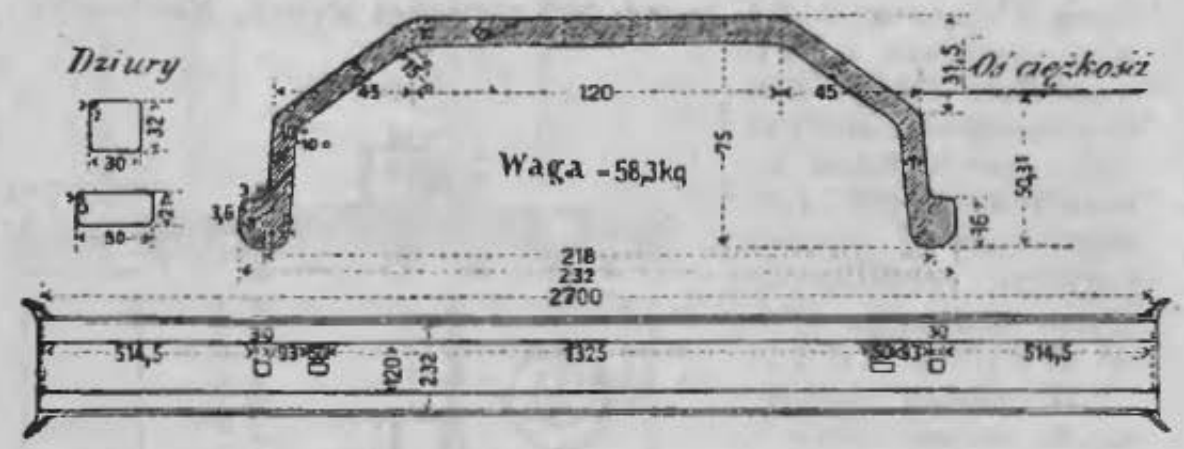
Rok ułożenia należy oznaczyć trwale na każdym podkładzie.

Podkłady żelazne można stosować jedynie za oddzielnem pozwoleniem ministra.

### 3. Tor na poprzecznych podkładach żelaznych, zlewnych.

Poprzeczny podkład żelazny powinien przedewszystkiem być dostatnio wytrzymały na gięcie, sama jednak sprawność przekroju (W/F) nie wystarcza: podkład powinien być stateczny, a więc posiadać szeroką powierzchnię podparcia, a na końcach być zamknięty i obejmować jak największą ilość podsypki, aby przez jej wagę i przez

Rys. 939.



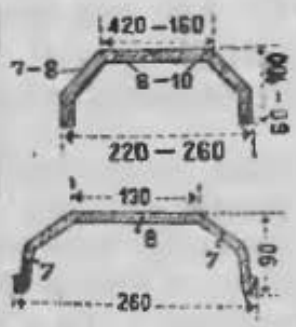

tarcie podsypki o podsypkę przeciwdziałać wszelakim przesunięciom i pokrętom. Wypada unikać rozdzielania tak powierzchni, wspierającej podkład, na mniejsze części, jako też zawartości podsypki w podkładzie przez dodawanie przegródek. Zamknięcie końcy uskutecznia się najdogodniej przez stosowne wytłaczanie całego podkładu, albo przez zagięcie końcy, wreszcie przez donitowanie kątowników, zetowników lub teowników.

W tablicy str. 289 zestawiono kilka bardziej znanych ustrojów podkładów poprzecznych, żelaznych, w rys. 939 zaś nowszy podkład systemu Hilf'a, stosowany szeroko na kolejach pruskich. Podkład ten bez żebra środkowego, zagłębia się ściankami bocznemi głęboko w podsypkę, a krawędzie dolne tych ścianek otrzymały zgrubienia, w postaci laskowatych obrzeży, które chronią podkład od uszkodzeń przez uderzenia podczas jego podbijania, nie mają jednak na celu wytwarzania dodatkowych powierzchni podparcia. Przekroje przez oś

takiego podkładu pośredniego przedstawia rys. 945, a przyzłącznego rys. 946.

Doświadczenia Schubert'a *) wykazały, że podkład z głęboko sięgającem żebrem środkowem, a płytko się zagłębiającemi ściankami bocznemi nietylko ułatwia podbijanie, lecz przyczynia się znacznie i do trwałości podsypki; wypada jednak odczekać, czy szersza praktyka potwierdzi te dane.

## Żelazne podkłady poprzeczne.

| Nazwa systemu | Przekrój rys. 940 do 944 | Przekrój $F$ $cm^2$ | Waga na 1 m b. podkładu kg/m | Waga jednego podkładu kg | Moment wytrzymałości $W$ $cm^3$ | Sprawność przekroju $W/F$ | Przekrój podsypki zawartej w podkładzie $cm^2$ | Nazwa kolei, na której stosowano podkłady |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vautherin. | | 20 do 30 | 15 do 24 | 40 do 60 | 20 do 36 | 1 do 1,34 | 60 do 100 | Dawniej Nadreńskie, Marchijskie i t. d. |
| Haarmann. | | 26 | 20,4 | 52 | 38 | 1,44 | 77 | Erfurt - Ritschenhausen. Waga 1-go m toru, wraz z szynami 131 kg. |
| Küpfer. | | 29 | 23 | 57 | 33 | 1,12 | 117 | Gothardzka. |
| Hilf i podobne systemy bez żebra środkowego |  | 24 do 36,7 | 19 do 29 | 50 do 72 | 13 do 44 | 0,5 do 1,2 | 142 do 200 | Franciszka Józefa, Austryackie państ., Arlbergska, 72 kg, Bawarskie państw., Pruskie państwowe, Alzacko-Lotaryng., Szwajcarskie. |

**Wymiary**. Grubość ścianki wierzchniej 9 do 13 mm. Szyna leżąca na podkładzie bez podkładki niszczy go więcej, wymaga zatem większej grubości owej ścianki. Długość 2,7 m, a w żadnym razie nie mniej niż 2,5 m dla kolei średniotorowych **). Waga

*) Zeitschr. f. Bauwesen, 1897, str. 207: Odstępy podkładów i podsypka w kolejnictwie. Odbitki rozprawy u Wilh. Ernst'a i syna w Berlinie.

**) Zimmermann, Berechnung des Oberbaues, Berlin 1888, str. 197.

podkładu na kolejach głównych 60 do 75 kg (W. T. § 14). Cena w Niemczech 100 do 120 mar./t. Większa waga podkładów z podkładkami opłaca się oszczędnościami bieżącemi. Zwężenie podkładu w środkowej części, połączone z podwyższeniem ścianek bocznych, (stosowane w Szwajcaryi i w Palatynacie) ma na celu powiększenie momentu wytrzymałości w środku, zmniejszenie tamże powierzchni podpierającej, wreszcie zapobieżenie przesunięciom bocznym *).

Uwaga. Podkłady na pruskich kolejach drugorzędnych, pod szyny Nr. 10 i 11, są takie same, jak przedstawione w rys. 939, lecz tylko 2,5 m długie i odmiennie dziurowane, ważą zaś po 54,2 kg.

**Przechylenie szyn** uskutecznia się najłatwiej przez wygięcie podkładów w środku, dokonane podczas ich wyrobu. Podkład taki wszakże, zwłaszcza jeśli go w środku podbijemy mocniej, ma dążność do wyprostowania się pod ciężarem pociągu, a więc do zwiększania prześwitu torowego; wreszcie końce jego wystają zazwyczaj z podtorza. Wytłaczanie pochyłego zagłębienia pod stopę szynową nadwyręża tworzywo podkładu **). Najlepiej pozostawić podkład prostym, przechylenie szyny zaś uskutecznić za pośrednictwem podkładek o wgłębieniach pochyłych (W. T. § 14); zwiększenie nakładu zrównoważy się z nadmiarem przez większą trwałość toru.

**Dziury w podkładach** mieszczą się na jego osi, a ponajczęściej robią cztery dziury podłużne. Wszystkie podkłady, bez względu na poszerzenia toru, dziurują się jednakowo, by uniknąć trudności przy wykonaniu, a omyłek podczas układania.

Pruskie koleje stosują tylko w krzywych, o promieniu niżej 200 m, podkłady rozstawniej dziurowane; pozatem dla szyn, o stopach równoszerokich, i dziurowanie podkładów jest jednakowe.

**Przytwierdzenie szyn** ma być takie, aby zapewniało prawidłowe i trwałe umocowanie stopy szynowej w kierunku pionowym i poziomym. Przy jednakowem rozstawieniu dziur w podkładach, możliwie mała ilość modeli trzymaków powinnaby starczyć do wszystkich potrzebnych poszerzeń toru. Wszelkie trzymaki mają się dać wstawiać i wymieniać od wierzchniej strony podkładu, bez jego poruszania lub wzruszania podtorza, a ustrój ich ma być możliwie prosty, by zapewnić dokładne wykonanie ***). Aby śrub nie wystawiać na gięcie lub ścieranie pod wpływem parć poziomych, posiłkujemy się zacistkami prostokątnemi do przytwierdzenia stopy szynowej.

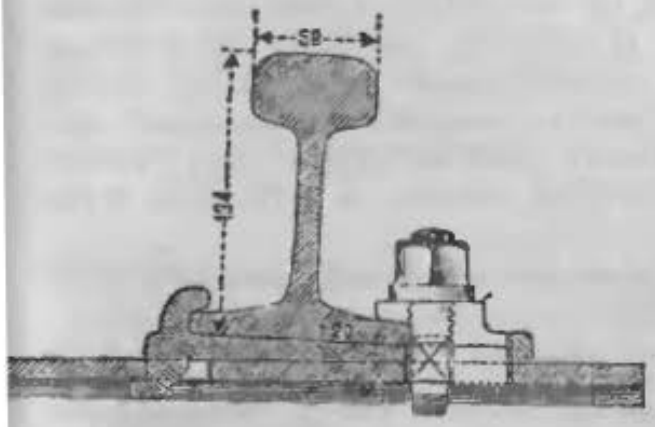
Zaklinianie szyn między dwiema zapórkami, wsuniętemi w dziury podkładu, z klinem od zewnętrznej, a prostą wkładką od wewnętrznej strony szyny, niszczy szybko i podkład i trzymaki, a to wskutek nieustannego naprężenia wszystkich tych części. Pozatem jest to sposób dogodny w wykonaniu, a poszerzenie toru wymaga tylko zmiany grubości zapórki zewnętrznej i wkładki.

Przyśrubowanie szyn do podkładu śrubami, z dodaniem zacistek, z wkładkami lub bez nich, przeróżnych kształtów, jest naj-

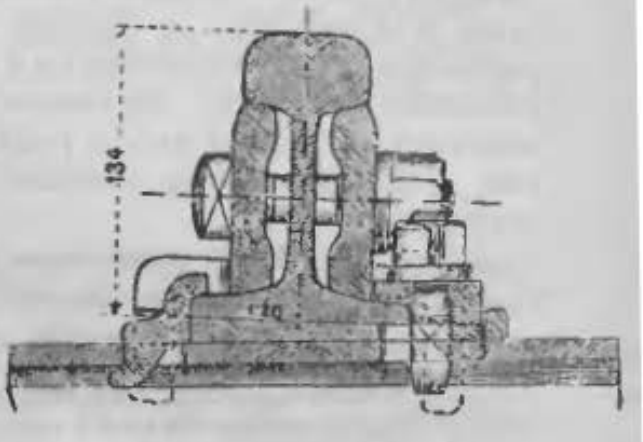
*) Zeitschr. d. Vereins d. Ing. 1900, str. 1025.
**) Org. f. Fortschr. 1885. str. 11; 1887, str. 108.
***) Dolezalek, Zeitschr. d. Hann. Arch. u. Ing. Ver. 1883, str. 191.

właściwszym sposobem przytwierdzania szyn. Sworzeń śruby niema dotykać ścianek dziury w zacistce, która boczne parcie szyny powinna wyskokami swemi przenosić bezpośrednio na ścianki dziury

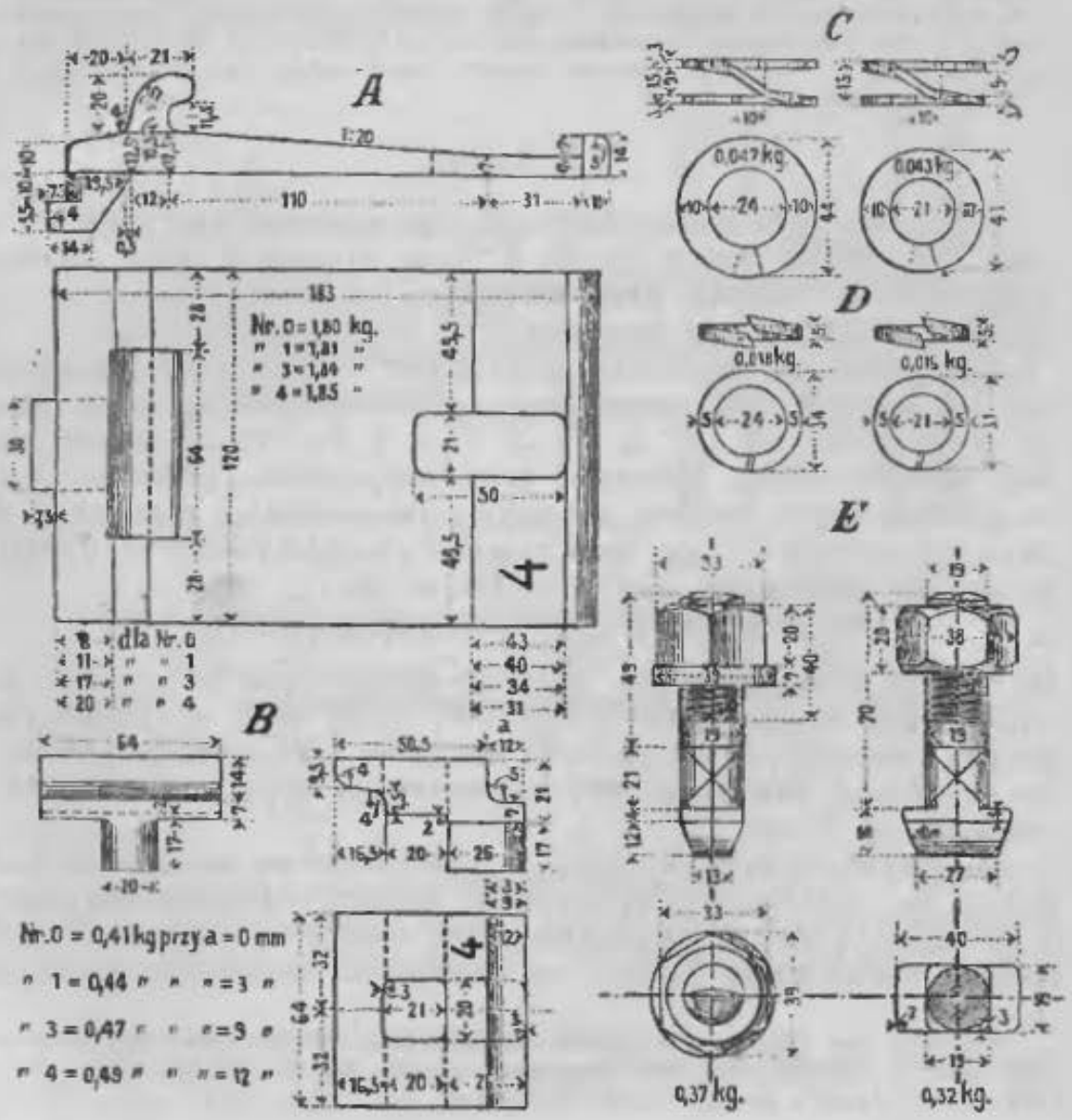
Rys. 945.



Rys. 946.



Rys. 947.



w podkładzie, co da się też osiągnąć i za pośrednictwem oddzielnych wkładek, np w systemie Heindl'a *). Haarmann stosuje podkładkę z wgłębieniem pochyłem, z nadchwytem i z podchwytem, t. j. wyskokiem spodnim, zapierającym się o ściankę dziury podkładu i podchwytującym pod nią po zewnętrznej stronie szyny; od strony wewnętrznej zaś zacistkę i śrubę (p. rys. 947). Ustrój ten wymaga tylko 6 trzymaków na każdym podkładzie, natomiast dla każdego poszczególnego prześwitu toru poszerzonego, oddzielnych modeli podkładki i zacistki. By zmniejszyć tę niedogodność, dodano i wewnętrzny wyskok u spodu podkładki, skutkiem czego, przy dowolnem poszerzeniu toru, zacistka się nie zmienia, a wyłącznie tylko model podkładki.

Przeciw **pełzaniu szyn** stosują się te same środki, jak przy podkładach drewnianych (p. str. 287).

Pruskie koleje stosują przeważnie przytwierdzenie ustroju Haarmann'a z jednym podchwytem spodnim, przedstawione dla szyn Nr. 6. 7 i 9 w rys. 945 do 947. Luzowaniu się naśrubków zapobiega podłożenie jednego lub dwóch pierścieni sprężynujących. Stosując cztery modele podkładek i cztery zacistek, podług wymiarów wpisanych w rysunku 947 A i B, można, przez stosowną kombinacyę rozmaitych podkładek i zacistek, otrzymać 8 poszerzających się stopniowo prześwitów, a mianowicie o poszerzeniu: 0-3-6-9-12-15-18-21 mm. Na przejazdach i torach zabrukowanych stosują wyższe podkładki żeliwne z wyższemi również zacistkami (grubość podkładki około 50 mm pod osią szyny). Na naśrubki wsadzają naówczas kaptury, zapobiegające tak ich złuzowaniu jak i zanieczyszczeniu.

## 4. Złącza.

Złącza na obydwóch tokach toru są zazwyczaj **naprzeciwne**, t. j. leżą naprzeciwko siebie (W. T. § 9), w krzywych mogą one leżeć i naprzemiany (**złącza naprzemianne**), co w Ameryce stosuje się ogólnie, w Europie zaś nieczęsto.

Uwzględniając wydłużanie szyn przez ciepło, pozostawia się między ich storcami luz, przystosowany do ich długości i do klimatu (Z. K. g. § 10; W. T. * § 10; Z. K. d. § 9). Na mb. szyny stalowej, nieutwardzonej, układanej przy temperaturze powietrza $t^0$ (bo temperaturę szyny trudniej zmierzyć), uwzględniając najwyższą, możliwą temperaturę $t_1{}^0$, przy spółczynniku wydłużalności $\alpha = 0{,}0000108$ na stopień, otrzymamy niezbędny luz w mm:

$$\delta = 1000\,\alpha\,(t_1 - t) = 0{,}0108\,(t_1 - t).$$

W naszym klimacie można liczyć w słońcu: $t_1 = 50^0$ do $60^0$, największe zaś mrozy około $t_0 = -30^0$, a dla szyn aż po łeb zasypanych różnicę $(t_1 - t_0)$ znacznie mniejszą. W tunelach różnica ta nie przekracza zazwyczaj $30^0$, starczy zatem między szynami, 18 m długiemi, luz 6 mm.

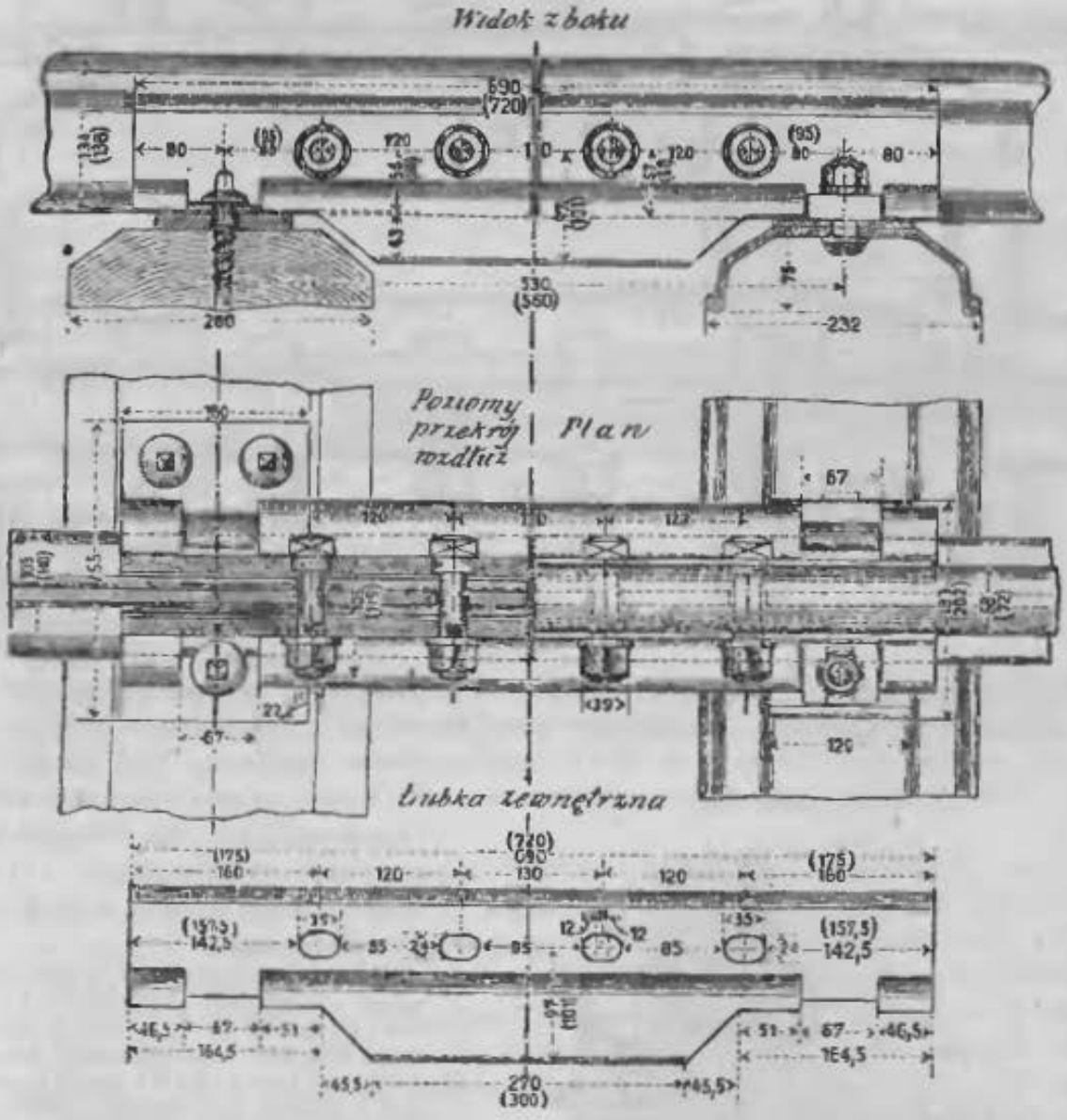
W krzywych krótsze szyny wyrównawcze są nie zawsze dostateczne do dokładnego wyrównania różnicy długości obu toków (p. str. 279); pozostałą nieznaczną resztę różnicy wyrównywamy przez drobne **powiększenia** luzów, bo zmniejszać ich poniżej normy nie

*) Heindl, Der Oberbau mit eisernen Querschwellen, Wiedeń 1884; Org. f. Fortschr. 1889, zesz. 2; Eisenbahnbau der Gegenwart, tom II; Handb. der Ing.-Wiss., tom V, 1897; Ustrój Heindl'a stosują szeroko w Bawaryi.

wolno *). Do pozostawienia dokładnych luzów międzyszynowych wstawia się pomiędzy storce szyn podczas ich układania **luźnik**, t. j. blaszkę grubości, przystosowanej do chwilowej temperatury. Np. między szyny 12-to-metrowe, przy $t = 15^0$, $t_1 = 57^0$, wkłada się luźniki 6 mm grube. Dlatego też w tablicy rozstawu podkładów, str. 296, długość użytkową szyny liczono wraz z luzem.

**Wydłużniki szynowe** **) układamy nad poduszkami przesuwnemi dłuższych, żelaznych belek mostowych, w celu uniknięcia nadmiernej przerwy w tokach torowych. Licząc największą różnicę temperatur w naszym klimacie 70°, otrzymamy wydłużenie = $^1/_{1500}$ długości belki mostowej, czyli na każdy metr wydłuż $\Delta = 0{,}75$ mm, którą należy wyrównać wydłużnikiem szynowym.

Rys. 948.



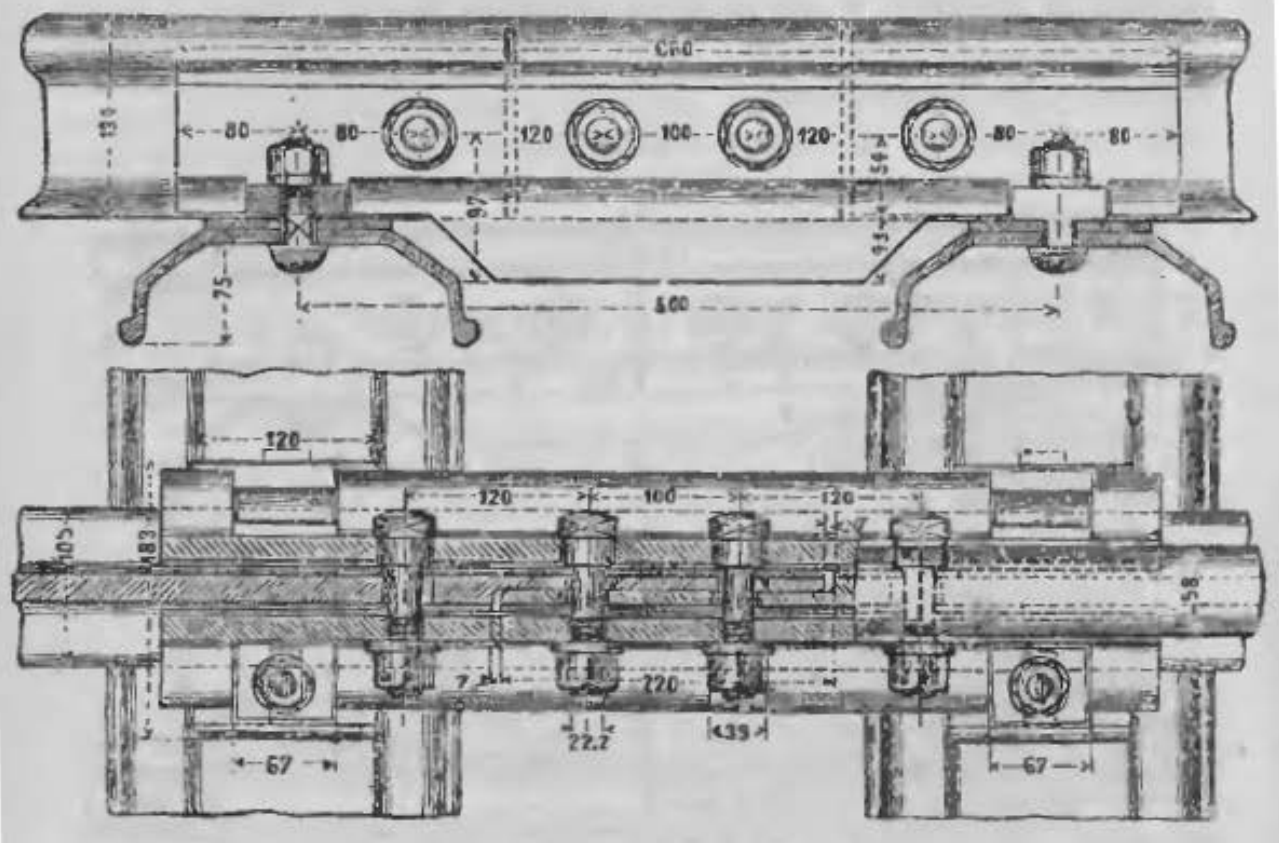

Szyny łączą się mocnemi **łubkami stalowemi** (W. T. § 10; Z. K. d. § 9) na przynajmniej 4 śruby, aby przerwę międzyszynową zastąpić połączeniem, o wytrzymałości nie mniejszej od wytrzymałości

*) Ruppel, w Org. f. Fortschr., 1892, str. 61.

**) Ustrój wydłużnika na nowym moście przez Wisłę pod Tczewem, podano w Zeitschrift. f. Bauw., 1895, zesz. IV do VI, str. 260.

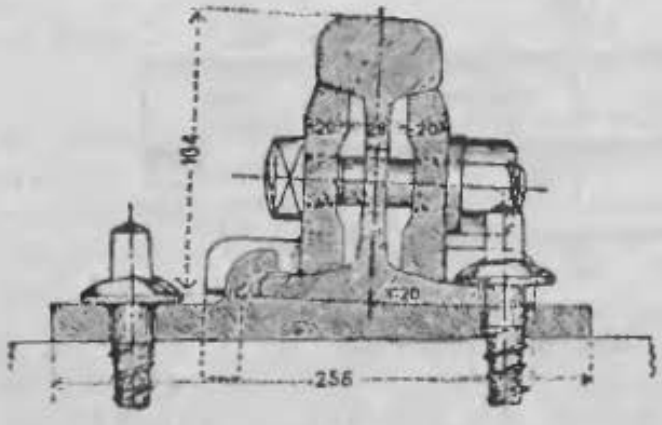
samej szyny, a zakleszczającem wszechkierunkowo końce szyn. W. T. w § 10-ym zalecają długość łubek, sięgającą poprzez obydwa podkłady przyzłączowe, szerokie przylgi należycie pochyłe (p. str. 276) i zabezpieczenia naśrubków od zluzowania. Łubki powinny przylegać do szyny li tylko na przylgach, nie dotykając jej środnika. Łubki mają

Rys. 949.




być symetryczne względem szyny, w przeciwnym bowiem razie powstawałyby naprężenia dodatkowe w łącznikach, zwłaszcza też gięcie w śrubach. Stal na łubki bywa nieco miększa od szynowej, np na kolejach pruskich o naprężeniu zrywającem 50 do 45, a nawet do 40 kg/mm².

Rys. 950.




Pruskie koleje główne łubczą szyny przeważnie łubkami zetownikowemi p. rys. 927 i 928 str. 277 i 278, oraz rys. 948 i 949. Łubki kątownikowe stosują zaś nad szerokimi podkładami podłużnymi i w złączach bezpośrednio podpartych, np. przykrzyżownicowych, wreszcie jako nakładki zaporcze. Przekrój takich łubek kątownikowych otrzymamy, odcinając z przekroju łubki zetownikowej część leżącą poniżej poziomu, przełożonego na kilka mm ponad podeszwą szyny. Łubki płaskie, nawet wypuklone, okazały się za słabemi.

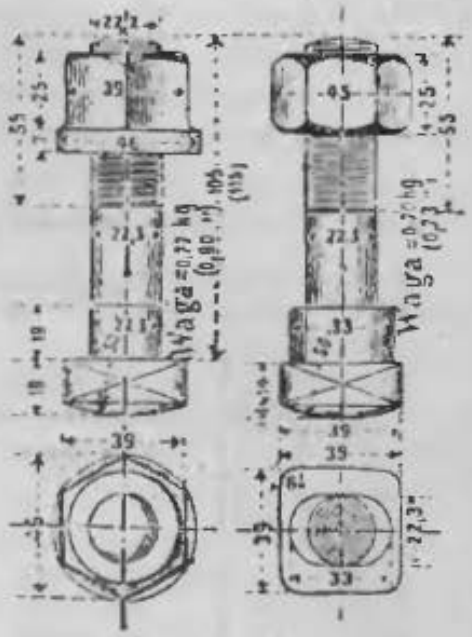
Długość łubek czterośrubowych, np. na kolejach pruskich, jest: w złączach na zetknię: 690 i 720 mm (rys. 948), w złączach na

wcios: 660 mm (rys. 949); łubki sześciośrubowe są o 100 mm dłuższe, jednak w złączach na wcios dla szyny Nr. 9 biorą łubki 780 mm długie. Na torach bardziej obciążonych, jakoteż nowobudowanych, zalecają się złącza sześciośrubowe. Rys. 950 przedstawia przekrój przez złącze szyn Nr. 6d, na podkładach drewnianyah.

**Śruby łubcze** na kolejach średniotorowych bywają w sworzniu 20 do 26 mm grube, a dziury na nie o 1,5 do 2 mm większe.

Koleje pruskie stosują śruby łubcze 22,3 mm $\phi$ (rys. 951), dziury zaś na nie 24 mm, w łubce zewnętrznej wydłużone jednakże do 35 mm, w celu ujęcia zgrubienia sworzniowego (33 mm), zabezpieczającego niepokrętność śruby. Łeb jest czworokątny, naśrubek sześciokątny, do spolnego klucza. Przeciw zluzowaniu się naśrubka zwykłego podkładają podeń pierścienie sprężynujące, bez których mogą się obyć naśrubki z obrzeżem.

Rys. 951.



**Dziury w szynach**, na śruby łubcze robią albo podłużne, licząc po $^1/_2$ mm podłużenia na każdy m długości szyny, albo też (dla dogodniejszego wykonania) okrągłe, lecz o tyleż powiększonej średnicy. Osie dziur połowią odstęp między przylgami.

Koleje pruskie stosują dziury 30 mm średnicy w szynach 12 m dł., a 33 mm w 15 i 18 m dł., pozostawiając od środka skrajnej dziury do końca szyny odstęp 61 mm w złączach na zetknię, a 54,5 mm w złączach na wcios.

**Podparcie złącza.** Na podkładach poprzecznych stosują obecnie już przeważnie tylko złącza wiszące (W. T. § 11; Z. K. d. § 10). Podkłady przyzłączowe układają możliwie blizko samego złącza, pozostawiając między nimi tylko odstęp niezbędny do prawidłowego ich podbijania. Odstęp między nimi bywa 0,2 do 0,3 m, odstęp ich osi zaś 0,5 do 0,6 m, jednakże np. kolej Gothardzka (1891 r.) tylko 0.34 m, a kolej Warsz.-Kaliska nawet 0,275 m, czyli pozostawia między tymi podkłami tylko 0,03 m luzu *).

Złącza podparte stosują obecnie już chyba wyjątkowo, a więc przy krzyżownicach, lecz zaczynają je ponownie zalecać pod tory na szlaku, a przynajmniej wprowadzać ustroje zastępcze, np. podzłącznice, t. j. beleczki pod złączem (podzłączowe); przyzłącznice, t. j. szyny dodatkowe do wsparcia złącz; podparcie końcy szyn klinem, założonym poprzez dolne części obustronnych łubek i t. p. **). Szersze zastosowanie znalazły natomiast w tym samym celu złącza na wcios, a mianowicie z pogrubionym środnikiem szyny (18 mm), który na złączach ścina się do połowy (Prus-

*) Przegląd Techniczny. 1901, Nr. 28, „Budowa wierzchnia toru kolei Kaliskiej".

**) Blum w Eisenbahnbau der Gegenwart, rozdz. V, Oberbau, 1897, str. 219 i nast., oraz w Handbuch d. Ing.-Wiss., tom V, rozdz. IV, str. 214 i nast.; Roll, Encyklopädie d. Eisenb., tom V, str. 2506 i tabl. 47; Haarmann: „Starkstoss-Oberbau", wydane przez Stalownię w Osnabruck", 1900.

kie Kol. 1895, p. rys. 949), wreszcie Stalownia w Osnabrück wprowadza szyny o łbach niesymetrycznych, czyli o środniku mimoosiowym. Saskie koleje stosują, by nie tracić na długości szyny, łubki łączące się na wcios.

W rys. 948 przedstawiono złącze na zetknię (do szyn Nr. 6 lub S 1895 r.), stosowane na kolejach pruskich, zaznaczając po lewej stronie rysunku podkład drewniany, po prawej zaś żelazny, gdyż w obydwóch przypadkach złącze jest takie same. Na torach bardziej obciążanych stosują 6 śrub łubczych (zamiast 4-ech), podłużając równocześnie łubki, a zmniejszając odstęp środków podkładów przyzłącznych do 500 dla szyn Nr. 6 i 7, a do 530 mm dla Nr. 8 i 9. Rys. 949 przedstawia złącze na wcios dla szyn Nr. 7, a złącze szyny Nr. 9 zmienia się poczęści w szerokościach i grubościach; miary długości, podane w rysunku pozostają natomiast bez zmiany.

W tablicy poniższej zestawiono rozstawy podkładów poprzecznych dla 16-tu typów pruskich torów z r. 1895, oraz 14-tu z r. 1900.

**Tablica rozstawu podkładów na kolejach pruskich.**

Uwaga: Podkłady drewniane oznaczono literą D. a żelazne literą Ż; szyny o środniku 15 i 18 mm grubym, łączą się na wcios.

| Tory z r. 1895 Nr. | Długość szyn m | Ilość podkładów na każdą długość szyny | Rozstaw podkładów na długość każdej szyny (przy złączach na wcios liczy się długość użytkowa) mm | Przeznaczenie toru na |
|---|---|---|---|---|
| $6^d$ D | 12 | 16 | $^1/_2 \cdot 530 + 638 + 12 \cdot 850 + 638 + {}^1/_2\ 530 = 12006$ | Zwykłe koleje główne. |
| $6^d$ D | 12 | 16 | $^1/_2 \cdot 530 + 635{,}5 + 13 \cdot 785 + 635{,}5 + {}^1/_2 \cdot 530 = 12006$ | |
| $6^d$ Ż | 12 | 17 | $^1/_2 \cdot 530 + 628 + 14 \cdot 730 + 628 + {}^1/_2 \cdot 530 = 12006$ | |
| $6^d$ Ż | 10 | 13 | $^1/_2 \cdot 530 + 688 + 10 \cdot 810 + 688 + {}^1/_2 \cdot 530 = 10006$ | |
| $7^b$ D | 15 | 20 | $^1/_2 \cdot 500 + 623{,}5 + 17 \cdot 780 + 623{,}5 + {}^1/_2 \cdot 500 = 15007$ | |
| $7^b$ Ż | 15 | 21 | $^1/_2 \cdot 500 + 593{,}5 + 18 \cdot 740 + 593{,}5 + {}^1/_2 \cdot 500 = 15007$ | |
| $7^c$ D, $7^c$ Ż | 18 | 25 | $^1/_2 \cdot 530 + 640 + 22 \cdot 736 + 640 + {}^1/_2 \cdot 530 = 18002$ | |
| $8^a$ D | 12 | 15 | $^1/_2 \cdot 560 + 683 + 12 \cdot 840 + 683 + {}^1/_2 \cdot 560 = 12006$ | Bardziej obciążane tory pod pociągi pospieszne. |
| $8^a$ D | 12 | 16 | $^1/_2 \cdot 560 + 653 + 13 \cdot 780 + 653 + {}^1/_2 \cdot 560 = 12006$ | |
| $8^a$ Ż | 12 | 17 | $^1/_2 \cdot 560 + 613 + 14 \cdot 730 + 613 + {}^1/_2 \cdot 560 = 12006$ | |
| $8^a$ Ż | 10 | 13 | $^1/_2 \cdot 560 + 673 + 10 \cdot 810 + 673 + {}^1/_2 \cdot 560 = 10006$ | |
| $9^b$ D | 15 | 19 | $^1/^2 \cdot 500 + 693{,}5 + 16 \cdot 820 + 693{,}5 + {}^1/_2 \cdot 500 = 15007$ | |
| $9^b$ Ż | 15 | 20 | $^1/_2 \cdot 500 + 623{,}5 + 17 \cdot 780 + 623{,}5 + {}^1/_2 \cdot 500 = 15007$ | |
| $9^c$ D, $9^c$ Ż | 18 | 24 | $^1/_2 \cdot 560 + 667{,}5 + 21 \cdot 767 + 667{,}5 + {}^1/_2 \cdot 560 = 18002$ | |
| $10^a$ D, $10^a$ Ż | 12 | 13 | $^1/_2 \cdot 530 + 738 + 10 \cdot 1000 + 738 + {}^1/_2 \cdot 530 = 12006$ | Koleje drugorzędne. |
| $11^a$ D | 12 | 14 | $^1/_2 \cdot 530 + 678 + 11 \cdot 920 + 678 + {}^1/_2 \cdot 530 = 12006$ | |
| $11^a$ Ż | 10 | 12 | $^1/_2 \cdot 530 + 688 + 9 \cdot 900 + 688 + {}^1/_2 \cdot 530 = 10006$ | |

| Tory z r. 1900 Nr. | Długość szyn mm | Ilość podkładów na każdą długość szyny | Rozstaw podkładów na połowie długości szyny, t. j. od złącza do środka, druga połowa taka sama mm | | | | | | | Długość łubek |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $6^e$ | 12 | 16 | $^1/_2 \cdot 500$ | 600 | 700 | Nakładka zaporcza 760 mm długa, a odstęp 600 mm | 11856 | 600 | 700 | 790 |
| $6^e$ | 12 | 17 | $^1/_2 \cdot 500$ | 600 | 700 | | 4770 | 773 | 4770 | 790 |
| $6^e$ | 10 | 14 | $^1/_2 \cdot 500$ | 600 | 700 | | 7815 | 600 | 700 | 790 |
| $6^e$ | 10 | 15 | $^1/_2 \cdot 500$ | 600 | 700 | | 707,5 | 6715 | 707,5 | 790 |
| $8^b$ | 12 | 16 | $^1/_2 \cdot 530$ | 600 | 700 | | 4853 | 852 | 4853 | 820 |
| $8^b$ | 12 | 17 | $^1/_2 \cdot 530$ | 600 | 700 | | 758 | 8770 | 758 | 820 |
| $8^b$ | 10 | 14 | $^1/_2 \cdot 530$ | 600 | 700 | | 3810 | 815 | 3810 | 820 |
| $8^b$ | 10 | 15 | $^1/_2 \cdot 530$ | 600 | 700 | | 707,5 | 6710 | 707,5 | 820 |
| $7^e$ | 18 | 25 | $^1/_2 \cdot 500$ | 600 | 700 | | 8760 | 2771 | 8760 | 790 |
| $9^e$ | 18 | 25 | $^1/_2 \cdot 530$ | 600 | 700 | | 756 | 16760 | 756 | 820 |
| $7^d$ i $9^d$ | 15 | 20 | $^1/_2 \cdot 500$ | 600 | 700 | | 816 | 11825 | 816 | 760, 780 |
| $7^d$ i $9^d$ | 15 | 21 | $^1/_2 \cdot 500$ | 600 | 700 | | 763,5 | 12765 | 763,5 | 760, 780 |

**Tablica łubek na kolejach pruskich.**

| Łubki z r. 1895 do torów Nr. | Długość łubki mm | Wysokość łubki mm | Waga łubki wewnętrznej kg | Waga łubki zewnętrznej kg | Przekrój $cm^2$ | Względem osi poziomej moment bezwładności $cm^4$ | Względem osi poziomej moment wytrzymałości $cm^3$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $6^d$ i $7^c$ | 690 | 142 | 13,83 | 13,70 | 31,79 | 419,8 | 56.4 |
| $7^b$ | 660 | 142 | 13.08 | 12.95 | 31,79 | 419.8 | 56.4 |
| $8^a$ i $9^c$ | 720 | 148 | 18,69 | 18,53 | 41,03 | 603,3 | 77,1 |
| $9^b$ | 660 | 148 | 16,76 | 16,60 | 41,03 | 603,3 | 77,1 |
| $10^a$ | 690 | 98 | 11,84 | 11,71 | 23.88 | 188,9 | 31.8 |
| $11^a$ | 690 | 86 | 9,40 | 9,29 | 19,00 | 110,8 | 21.5 |

Uwaga: Łubka wewnętrzna ma dziury okrągłe, o średnicy 24 mm, zewnętrzna zaś podłużne 24 · 35 mm, pozatem są one jednakowe. Do śrub łubczych na wszelakie złącza wystarczają dwie rozwartości kluczy naśrubkowych.

Przejście z szyn, łączonych na zetknię, do szyn, łączonych na wcios, uskutecznia się na kolejach pruskich za pośrednictwem szyn przełącznych, o długości $^1/_2 \cdot 15 = 7{,}5$ m, których jeden koniec jest obrobiony do złączenia na zetknię, a drugi na wcios. Do przejścia zaś z pewnego numeru szyn na inny numer w tym samym torze, stosują swoiście ukształtowane łubki płaskie, zmniejszając równocześnie odstęp podkładów przyzłączowych.

**Tablica wag żelaza w 1 m b. toru kol. prus. o szynach 12-to metrowych.**

Oznaczenia: D = podkłady drewniane, Db = dębowe, B = bukowe, Ż = żelazne, S = sosnowe.

| Tory z r. 1895 Nr. | $6^d$ D | | $8^a$ D | | $10^a$ D | | $11^a$ D | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ilość podkładów . . . . | 15 | 16 | 15 | 16 | 13 | 14 | 13 | 14 |
| Waga żelaza w kg/m. . . | 85,52 | 86,40 | 103,24 | 104,18 | 70,03 | 70,13 | 61,31 | 61,40 |

| Tory z r. 1895 Nr. | $6^{d}$ Ż | | $8^{a}$ Ż | | $10^{a}$ Ż | | $11^{a}$ Ż | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ilość podkładów . . . . | 15 | 16 | 15 | 16 | 13 | 14 | 13 | 14 |
| Waga żelaza w kg/m . . | 151,21 | 156,51 | 169,70 | 175,10 | 131,51 | 136,01 | 122,77 | 127,72 |

| Tory z r. 1900 Nr. | $6^{e}$ Db | | $6^{e}$ B | | $6^{e}$ S | | $8^{b}$ Db | | $8^{b}$ B | | $8^{b}$ S | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ilość podkładów . | 16 | 17 | 16 | 17 | 16 | 17 | 16 | 17 | 16 | 17 | 16 | 17 |
| Waga żelaza w kg/m | 89,81 | 90,68 | 98,32 | 99,78 | 97,54 | 98,69 | 107,67 | 108,62 | 115,32 | 116,80 | 114,66 | 116,07 |

| Tory z r. 1900 Nr. | $6^{e}$ Ż | | $8^{b}$ Ż | | $7^{d}$ Ż *) | | $9^{d}$ Ż *) | | $8^{b}$ Ż | $9^{e}$ Ż |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Długość szyn m . . | 12 | 12 | 12 | 12 | 15 | 15 | 15 | 15 | 18 | 18 |
| Ilość podkładów . . | 16 | 17 | 16 | 17 | 20 | 21 | 20 | 21 | 25 | 25 |
| Waga żelaza w kg/m. | 159,45 | 164,73 | 178.19 | 183,57 | 165,36 | 169,36 | 180,81 | 185,13 | 178,19 | 185,21 |

**Koszt toru**, bez podtorza na kilometr, w Prusach:

1) Szyny wagi 33,4 kg/m, stalowe, 12-to metrowe, z 16-tu sosnowymi podkładami nasyconymi, 2,7 m dł.: około 16 000 marek.

2) Jak wyżej, lecz z podkładami dębowymi: 17 500 mar.

3) Jak wyżej, lecz szyny wagi 41 kg/m, z podkładami sosnowymi: 18 000 mar.

4) Jak wyżej, lecz szyny wagi 33,4 kg/m, z tyluż podkładami zlewnymi, wagi po 58,3 kg, z trzymakami śrubowymi: 19 500 mar.

5) Jak wyżej, lecz z szynami wagi 41 kg/m: 21 400 mar.

Zwiększając liczbę podkładów drewnianych pod szyną z 16-tu na 17, powiększamy koszt kilometra toru o 500 mar. Nowsze tory z r. 1900, są droższe, a mianowicie w stosunku do zwiększającej się wagi żelaza, zawartego w torze.

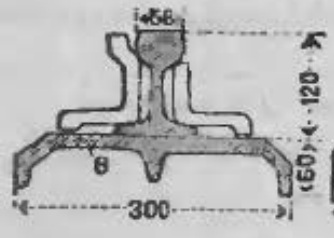
## 5. Tory na podkładach podłużnych.

Podkłady podłużne bywają prawie wyłącznie zlewne, żelazne lub stalowe. Przeróżne ich ustroje można zasadniczo rozdzielić na poniższe rodzaje:

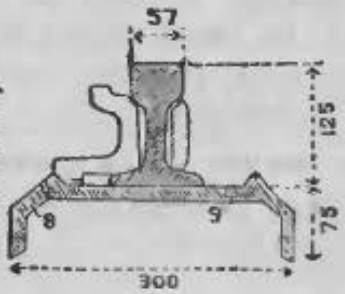
1) Ustroje dwu- lub trójdzielne, z takim podziałem, że łeb szyny stanowi jednę z tych części, straciły swą wartość po wprowadzeniu szyn stalowych, np. ustrój Scheffler'a, Köstlin'a i Battig'a itp.

2) Ustroje dwudzielne, podzielone jednak na podkład i szynę, znalazły zastosowanie prawie wyłącznie tylko w Niemczech, w okresie od 1860 do 1880 r. Zarzucono je wszakże, ponieważ, wobec potęgującego się ruchu, ich połączenia poprzeczne nie zdołały utrzymywać prawidłowego prześwitu torowego, odwodnienie nie było należyte, a i wykonanie złącz przedstawiało trudności; np. ustroje: Hilf'a (rys. 952), Haarmann'a, Hohenegger'a (rys. 953) i t. p.

Rys. 952.




Rys. 953.

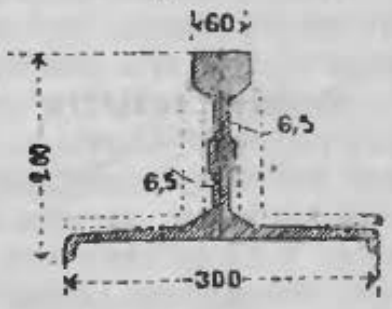



3) Ustroje niepodzielne mogą być albo jednolite, albo też walcowane w dwóch częściach, następnie na stałe ze sobą złączonych. Ustroje te posiadają pewną wartość dla torów bocznych i dla kolei drugorzędnych (W. T. § 12; Z. K. d. § 11). Haarmann opracował typy

*) Złącze na wcios.

obydwóch rodzai, a mianowicie: jednolitą szynę „Herkules“, 200 mm wysoką i tyleż szeroką w stopie, oraz szynę walcowaną z dwóch części, przedstawioną w rys. 954, która się okazała podatną zwłaszcza do torów zupełnie zabrukowanych, np. na stacyach portowych, przystaniach, nadbrzeżach i t. p. Haarmann łączył obydwie połówki pierwotnie na nity, później na śruby, dodając jeszcze od spodu szpony, łączące obydwie połówki, a to w celu zapobieżenia ich rozwieraniu się pod naciskiem kół. Ustrój w końcu wspomniany zaleca się swą prostotą, wysokiem położeniem połączeń poprzecznych względem podeszwy szyny, trwałością ułożenia, co dozwala na zupełne zasypanie toru aż po grzbiet (rozumie się z pozostawieniem żłobka na obrzeże kół). Złącza obydwóch połówek szyny są naprzemianne, co znakomicie zwiększa sztywność toru, lecz powoduje niemałe trudności przy wymianie szyny zużytej *).

Rys. 954.




## 6. Podtorze.

Podtorze ma rozłożyć naciski kół na większą powierzchnię i zapewnić suchość toru, a więc trwałość jego ułożenia i materyału. Podsypka w podtorzu powinna zatem posiadać przymioty następujące: dostateczną wytrzymałość poszczególnych kawałków na zgniecenie; odporność na mróz i przeciw wietrzeniu (W. T. § 3; Z. K. d. § 3); zupełną przesiąkliwość, (a więc bez zanieczyszczeń ziemistych); wreszcie należytą podbijalność. Aby podsypka się dobrze podbijała, tarcie między jej cząstkami powinno być znaczne, a więc poszczególne kawałki możliwie ostrokrawędziowe i stosownej wielkości, t. j. począwszy od wielkości ziarnek grochu, do 5 cm w największym rozmiarze.

Najdoskonalszą podsypką jest tłuczeń kamienny (nie ponad 5 cm), bo ostre krawędzie utrwalają położenie poszczególnych cząstek. Następnie: żwir rzeczny, jako czysty i ponajczęściej wytrzymały, aczkolwiek o cząstkach okrągłych. Dalej żwir kopalniany, niekiedy zanieczyszczony, a natenczas wymaga on odsiewania. Piasek tylko wyjątkowo i od biedy. Wreszcie żużel wielkopiecowy, o ile jest trwały i wytrzymały. Pod miałkim żwirem dla lepszego odwodnienia, pożądaną jest warstwa z kamieni, lecz tylko na torowisku nieściśliwem.

Na wierzchnią warstwę podtorza (między podkładami) można brać podsypkę drobniejszego ziarna, jednakże pod warunkiem, aby nie wydzielała kurzu i aby ją usuwać przed każdorazowem podbijaniem

*) Eisenbahnbau der Gegenwart II str. 260 i nast. Handb. d. Ing.-Wiss. tom V. rozdz. IV, str. 203.

podkładów. By zmniejszyć wydzielanie kurzu, biorą na ową warstwę wierzchnią tłuczeń. Ważne dane o ustrojach podtorza można zaczerpnąć z doświadczeń Schubert'a *).

Rzeczą nader ważną jest prawidłowe odwodnienie podtorza, trudne zwłaszcza pod torem o podkładach podłużnych; nieraz wypada w tym celu stosować swoiste urządzenia odsączne.

**Grubość podtorza** ma być przynajmniej 200 mm pod podkładem poprzecznym (Z. K. g. § 4; W. T. § 3), a przynajmniej 300 mm pod podłużnym, jeszcze większa zaś w mokrych wykopach **) i na niekształtnych torowiskach skalnych, natomiast na świeżych nasypach, z uwzględnieniem ich osiadania się, na razie stosownie mniejsza. Grubość tę można zmniejszyć na kolejach drugorzędnych do 150 mm (W. T. § 3), na kolejach miejscowych, średniotorowych do 130 mm, na wązkotorowych do 100 mm, większe grubości są jednak zawsze pożądane (Z. K. d. § 3), wreszcie na kolejach zębnicowych conajmniej 200 mm.

**Ilość podsypki** na kilometr szlaku kolejowego, przy ogólnej grubości 0,4 m od wierzchu podkładu, będzie 1800 do 2200 $m^3$ na szlakach jednotorowych, a 3000 do 3750 $m^3$ na dwutorowych.

Przepisy rosyjskie, dotyczące podtorza, p. str. 208 i 213, oraz Zbiór rozporządzeń Min. Kom., dotyczących służby drogowej, tom III, str. 10 do 12.

Normalne złącza dla rosyjskich szyn № III i IV przedstawiamy w rys. 931 i 932 str. 283 i 284.

## IV. Krzyżnie, rozjazdy i rozjezdnie.

Gdy się dwa tory ze sobą krzyżują, tworzą one krzyż torów, nazwany krzyżnią (rys. 955), a gdy się tor rozszczepia na dwa rozgałęzienia, otrzymujemy rozjazd (p. rys. 958), w którym pociągi mogą się rozjeżdżać w dwa kierunki; wreszcie szereg rozjazdów za sobą, w jednym torze leżących, wytwarza rozjezdnię.

### A. Zasady ogólne.

#### a. Krzyżnie.

W krzyżni (rys. 955) mamy cztery krzyże tokowe, w których krzyżujące się żłobki przecinają każdy z toków w ten sposób, że wytwarzają narożnik z dwóch ze sobą się stykających toków, podczas gdy pozostałe dwa ich odcinki są odcięte żłobkami, tak od owego narożnika, jak i nawzajem od siebie.

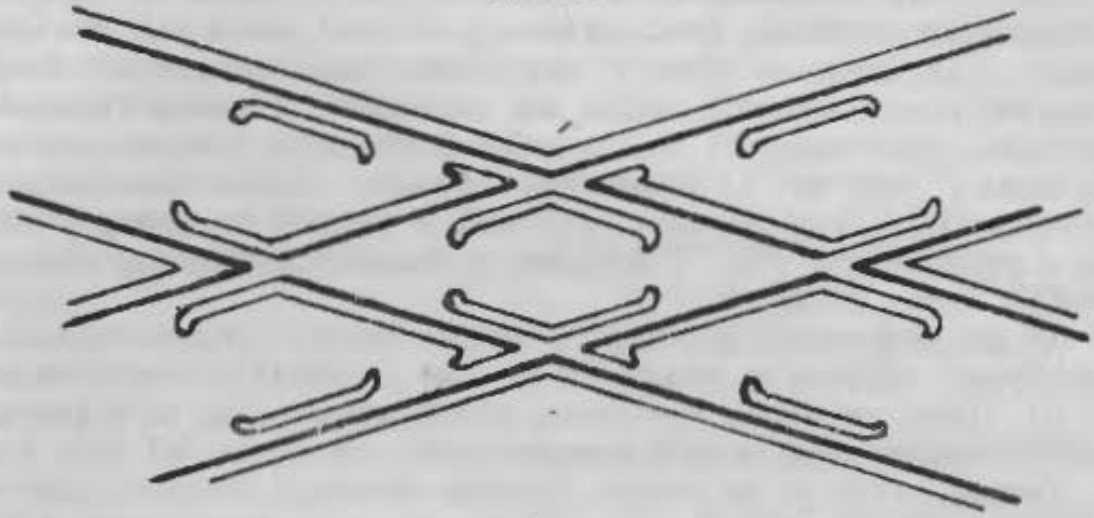
Gdy kąt krzyżowania się torów jest prosty, otrzymujemy krzyżnię prostokątną, w której wszystkie cztery krzyże tokowe są również prostokątne i jednakowe, a w nich i narożniki prostokątne.

*) E. Schubert, Przekształcenie torowiska, w Zeitschr. f. Bauw. 1889, str. 555 i 1891, str. 61, oraz w Org. f. Fortschr., 1891: Wpływ przekroju podkładu na zużycie żwiru i na koszta utrzymania, w Zeitschr. f. Bauw., 1896, str. 79. Rozstaw podkładów w torach kolejowych i ich podsypka, w Zeitchr. f. Bauw., 1897, str. 207; Odbitka u Wilh. Ernst'a i syna w Berlinie.

**) Por. poprzednią uwagę odsyłaczową.

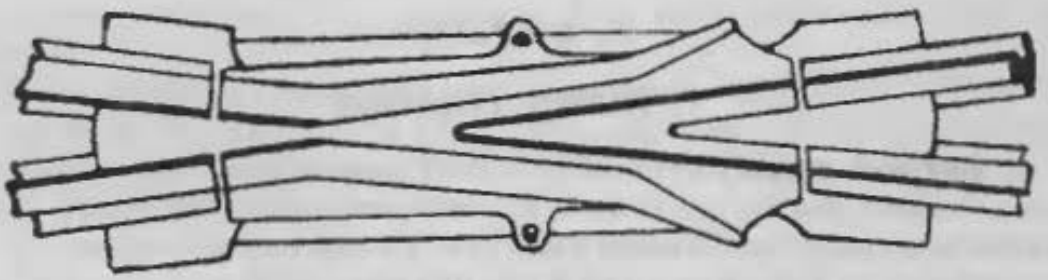
Gdy kąt skrzyżowania się toków nie jest prosty, tworzą one krzyżnię ukośną, w której mamy dwa gatunki krzyży tokowych, a mianowicie dwa krzyże o narożnikach ostrokątnych i dwa o narożnikach rozwartokątnych.

Rys. 955.

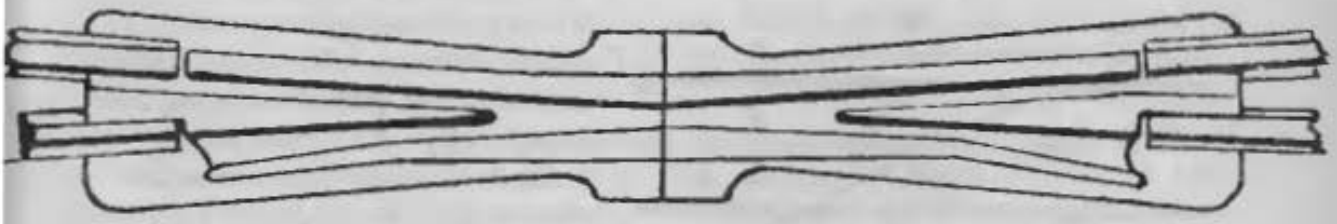


Krzyż tokowy, o narożniku ostrokątnym zwiemy krzyżownicą jednodzióbową, czyli zwykłą (rys. 956), a zachodzi on nietylko w krzyżni, ale i w rozjeździe zwykłym; natomiast krzyż tokowy o narożniku rozwartym zachodzi wyłącznie w krzyżniach (lub roz-

Rys. 956.



Rys. 957.



jazdach w krzyżni leżących), a zwać go będziemy krzyżownicą dwudzióbową (rys. 957). W rysunkach tych oznaczono grubszemi kreskami kraje prowadnicze toków.

1) **Krzyżownica** zwykła (rys. 956) posiada ostry narożnik toków, zwany dziobem; odcinki tokowe zlewają się z kawałkami prowadnic pod kątem rozwartym w punktach załomu, zwanych

też krócej załomami. Całość, złożoną z takiego odcinka tokowego i kawałka prowadnicy, zwiemy skrzydłem. Rozumie się, że części powyżej wspomniane łączą się ze sobą spólną podstawą np. płytą.

2) **Krzyżownica dwudzióbowa** (rys. 957) posiada narożnik rozwarty, który jednakże, ze względu na podobieństwo do skrzydła krzyżownicy zwykłej, zwać będziemy również skrzydłem (tokowem). Tak samo nazywamy skrzydłem leżące naprzeciw drugie skrzydło prowadnicowe, chociaż się ono składa z dwóch kawałków prowadnic, (zlewających się ze sobą w załomie), a to ze względu na kształt podobny do pierwszego. Każdy z dwóch ostrokątnych dzióbów takiej krzyżownicy, zwróconych śpicami ku sobie, składa się z odcinka tokowego i kawałka prowadnicy, które się zlewają właśnie w ów dziób.

W krzyżownicach powstaje przerwa toków, mniejsza w jednodzióbowej, większa w dwudzióbowej, bo około 0,5 m przy skosie 1 : 10. Przy przeciwległych zatem tokach układają się tu prowadnice, wzniesione nieco ponad wierzch szyny, np. 40 do 50 mm.

**Uwaga.** Gdy się w jednym punkcie krzyżuje większa ilość torów, np. zbiegających się na obrotnicy, otrzymujemy bardziej złożone układy **krzyżni wielokrotnych**, które (oprócz szyn i prowadnic) składają się również tylko z krzyżownic jedno i dwudzióbowych.

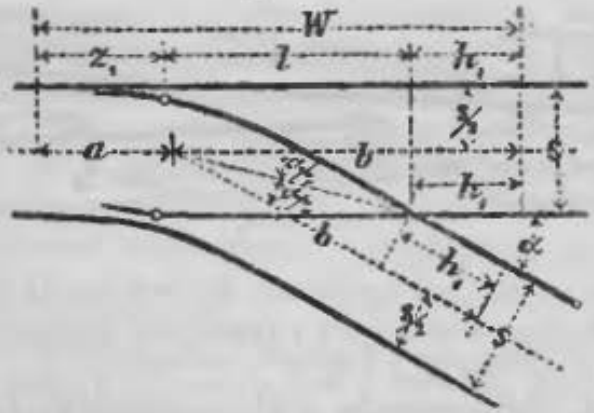
Jeszcze bardziej zawiłem byłoby skrzyżowanie się kilku torów nie w jednym punkcie, lecz w kilku punktach, blizko siebie położonych, albo skrzyżowanie się torów krzywych.

## b. Rozjazdy.

### 1. Rodzaje rozjazdów.

1) **Rozjazd zwykły** (rys. 958 i 959) oprócz szyn torowych i prowadnic składa się ze zwrotnicy i krzyżownicy zwykłej, a rozróżniamy w nim: tor zasadniczy i tor zwrotny, który za pośrednictwem łuku zwrotnego prowadzi w odnogę.

Rys. 958.

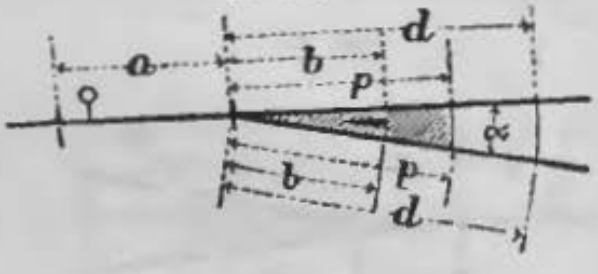



Zwrotnica składa się z dwóch zwrotówek, połączonych ze sobą zesporami, pozatem należy do niej jeszcze przyrząd ją przestawiający, łączący się ze zwrotnicą za pośrednictwem przesuwnika, a więc bądź to oddzielny, obok stojący zwrotnik, bądź też stosowne urządzenie do przestawiania w układzie zespolonym.

Każda zwrotówka składa się, oprócz podstawy (np. w postaci spólnej płyty), z przytwierdzonej do niej, zwykłej szyny, opornicą zwanej, oraz z iglicy suwającej

się po gładzi kilku płytek podiglicowych, również do podstawy przytwierdzonych.

W złączu iglicowem iglica łączy się zwrotnie z dalszym tokiem toru swym grubszym końcem, zwanym osadą, podczas gdy drugi jej koniec, śpic iglicy, przylega do opornicy w jednem położeniu, a odmyka się od niej w drugiem. Iglice obydwóch zwrotówek łączą się zazwyczaj ze sobą zesporami tak, aby przesuwnik, chwytający za jedną z iglic, przesuwał obydwie równocześnie i utrzymywał je w położeniach krańcowych, a w układach zespolonych stosują też oddzielne przestawianie każdej z iglic.

Rys. 959.

W zwykłym rozjeździe tor zasadniczy jest prosty, odnoga zaś przyłącza się za pośrednictwem łuku zwrotnego, niedosięgającego jednak krzyżownicy, w której obydwa toki powinnyby być proste.

Zwrotnik składa się zazwyczaj ze stojaka, przestawiaka z naciążkiem, sygnału, oraz z części, przenoszących ruch przestawiaka, na przesuwnik i ów sygnał, który jest ponajczęściej latarnią lub chorągiewką. Między rozgałęzieniami torów, w punkcie, w którymby się obrysia obydwóch torów ze sobą zetknęły, stawiają ukres (w postaci słupka, progu i t. p., pomalowanych zazwyczaj na barwy dobrze widoczne), który stanowi kres dozwolonego zajmowania taborem każdego z rozgałęzień, bez tamowania przejazdu po drugiem.

Kąt wzajemnego przecięcia osi obydwóch rozbiegających się torów zwiemy kątem rozjazdu, jego styczną skosem rozjazdu, a punkt tego przecięcia węzłem rozjazdu, od niego też mierzą się kresy odwęzłowe, a mianowicie:

$\alpha$) kresa zwrotnicowa, sięgająca aż do złączy przedzwrotówkowych ($a$ w rys. 958 i nast.);

$\beta$) kresa krzyżownicowa, sięgająca aż do złączy zakrzyżownicowych ($b$ w rys. 958 i nast.);

$\gamma$) kresa rozjazdowa ($p$ w rys. 959 i nast), sięgająca aż do następnego złącza, poza krzyżownicą, gdzie zazwyczaj w tokach wewnętrznych układamy krótsze szyny wyrównawcze, by otrzymać złącza naprzeciwne złączom toków zewnętrznych, złożonych z szyn o długości normalnej; aż do tego też miejsca sięgają podkłady rozjazdowe, t. j. podkłady dłuższe, wspierające jednocześnie obydwa tory;

$\delta$) kresa ukresowa ($d$ w rys. 959 i nast.), sięgająca aż do wspomnianego powyżej ukresu.

Dla układania rozjazdów dogodniejszym będzie podział długości $(a + b)$ na następujące trzy kresy:

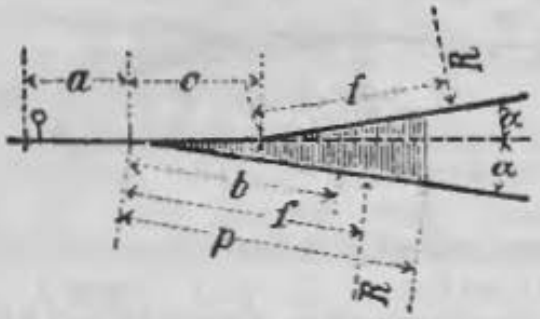
$a$) kresa iglicowa ($z_1$ rys. 958) od środka złącza przedzwrotnicowego do środka złącza iglicowego;

$\beta$) kresa pośrednia ($l$ rys. 958) od środka złącza iglicowego do teoretycznego śpica krzyżownicy;

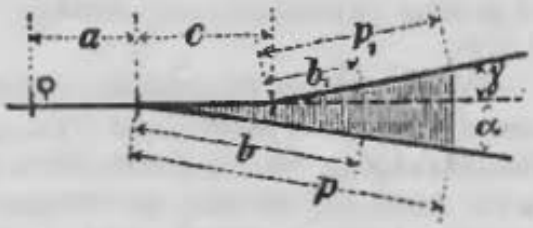
$\gamma$) kresa dzióbowa ($h_1$ rys. 958) od teoretycznego śpica krzyżownicy do środka jej złącza.

Gdy pociąg jedzie z odgałęzień, mamy jazdę: ze śpica zwrotnicy, a w kierunku odwrotnym, jazdę pod śpic. Pociąg, jadący ze śpica przez zwrotnicę, nastawioną na drugi tor, może (przy stosownem urządzeniu) rozmykać iglicę, przylegającą do opornicy. Rozróżniamy zatem zwrotnicę rozmykalną od nierozmykalnej.

Rys. 960.



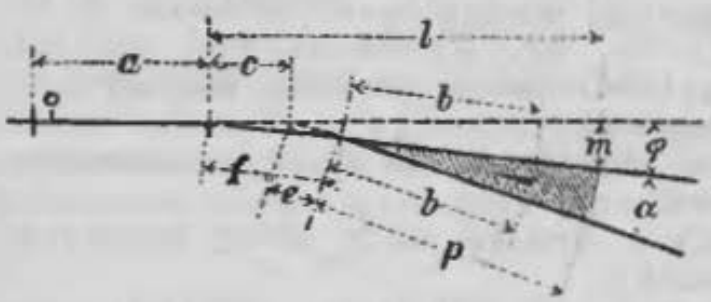

Rys. 961.



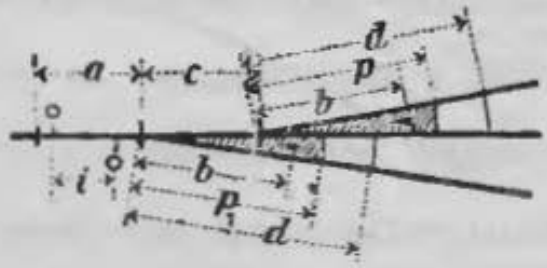

Rozjazdy mogą być: lewozwrotne lub prawozwrotne, zależnie od tego, w którą stronę zwracają one w odnogę pociąg, jadący pod śpic. Na rozjazd patrzymy wogóle od strony śpica iglicy, mówiąc o kierunkach: przed i za, oraz: prawo i lewo.

2) **Rozjazd w łuki** (rys. 960, 961 i 962). Gdy tor rozgałęzia się w ten sposób, że i tor zasadniczy zbacza z pierwotnego swego kierunku, otrzymujemy w rozjeździe łuki dla każdego z torów, a rozjazd taki zwie się rozjazdem w łuki. Jeżeli tor zasadniczy i zwrotny, t. j. jego odnoga zwracają się od pierwotnego kierunku toru zasadniczego w strony sobie przeciwne, to otrzymamy obustronny rozjazd w łuki. Rys. 960 przedstawia taki rozjazd symetryczny, t. j. o równych kątach zwrotu, a rys. 961 takiż rozjazd niesymetryczny, a więc o nierównych kątach zwrotu. Jeżeli natomiast i tor zasadniczy i zwrotny zwracają się w tę samą stronę, to otrzymamy jednostronny rozjazd w łuki, a mianowicie prawozwrotny (rys. 962), albo lewozwrotny.

Rys. 962.



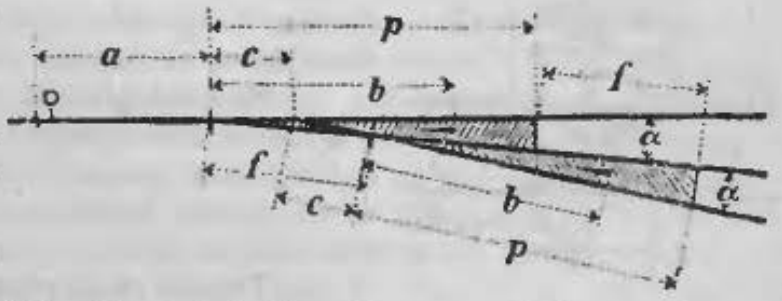

Rys. 963.




3) **Rozjazd podwójny** powstaje, jeżeli w układzie rozjazdu w łuki przedłużymy jeszcze i pier-

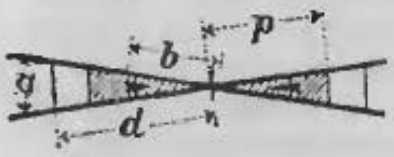
wotny tor zasadniczy w prostym kierunku. Natenczas z toru zasadniczego mamy dwie odnogi, a dla każdej z nich zwrotnicę i krzyżownicę, pozatem jeszcze krzyżownicę dodatkową na przecięciu się toków odnóg. Stosownie do tego, czy odnogi rozchodzą się w strony odwrotne, czy też w tę samą stronę, otrzymamy podwójny rozjazd

Rys. 964.




obustronny (rys. 963), albo też jednostronny, który znów może być: prawozwrotny (rys. 964), albo lewozwrotny.

Rys. 965.




Rys. 966.

Rys. 967.

4) **Rozjazdy w krzyżni** (angielskie). Jeżeli w krzyżni (rys. 965) za pośrednictwem łuku i dwóch zwrotnic uskutecznimy połączenie dwóch ramion torowych krzyża, tworzących ze sobą kąt rozwarty, to otrzymamy rozjazd półkrzyżny, dawniej półangielskim zwany (rys. 966). Jeżeli nadto połączymy ze sobą w sposób podobny i drugie dwa ramiona, to otrzymamy rozjazd krzyżny (rys. 967), dawniej angielskim zwany.

Rys. 968.

Rys. 969.

5) **Rozjazd niedokrzyżny**, lewozwrotny (rys. 968), albo prawozwrotny (rys. 969), jest rozjazdem krzyżnym, z którego opuszczono środkową część jednego z torów się krzyżujących, wraz z jej zwrotnicami i krzyżownicami, w ten sposób, aby módz w przyszłości dopełnić rozjazd niedokrzyżny do krzyżnego.

## 2. Układy rozjazdów.

Rozjazdy tego samego rodzaju lub rodzajów rozmaitych, mogą być albo samotne, albo też w większej liczbie zrzeszone w całe układy, a pod tym względem należy rozróżniać:

1) **Rozjazd samotny**, nie pozostający w bliższym związku z innymi, np. rozjazd dla odnogi na szlaku, rozjazd wjazdowy na stacyę i t. p.

2) **Przełącze rozjazdowe**, prawozwrotne (rys. 970) jest zrzeszeniem dwóch prawozwrotnych rozjazdów, leżących na dwóch torach

równoległych w ten sposób, że ich odnogi są spółosiowo ku sobie skierowane i zlewają się ze sobą, tworząc przełączenie między obydwoma torami równoległymi.

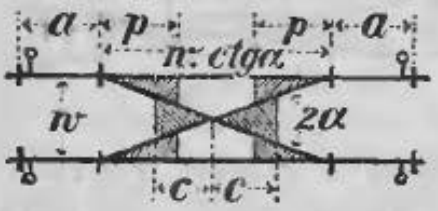
Rys. 970.

Lewozwrotne przełącze rozjazdowe składa się w sposób podobny z dwóch rozjazdów lewozwrotnych.

3) **Równoległobok rozjazdowy** (prawo-, względnie lewozwrotny) powstaje, jeżeli między dwoma torami równoległymi następują za sobą dwa przełącza rozjazdowe, jednakowozwrotne (prawo-, wzgl. lewozwrotne).

4) **Trapez rozjazdowy** powstaje, gdy między dwoma torami równoległymi następują za sobą dwa przełącza przeciwnie zwrotne, a daje on możność objazdu jednym torem tej części toru drugiego, która leży między rozjazdami.

Rys. 971.




5) **Krzyżnia przełączna** (rys. 971) powstaje, jeżeli w trapezie rozjazdowym przesuniemy równolegle jedno przełącze na drugie tak, aby ich środki wpadły na siebie, a krzyżujące się przełącza tworzyły krzyżnię.

6) **Dwurozjazd** jest (podobnie jak przełącze rozjazdowe) zrzeszeniem dwóch rozjazdów jednakowozwrotnych, leżących na dwóch torach równoległych, lecz tory te są odnogami rozjazdów, a ich tory zasadnicze zlewają się spółosiowo ze sobą. Dwurozjazd może być również prawo- lub lewozwrotnym, a jest on właściwie kawałkiem toru zasadniczego z dwiema odnogami równoległemi, leżącemi jednak po jego stronach przeciwnych.

W dwurozjeździe śpice iglicowe jego rozjazdów składowych mogą się zwracać ku sobie, albo od siebie. W pierwszym przypadku otrzymamy dwurozjazd bezpośredni, ponieważ przez niego mogą pociągi przejeżdżać bezpośrednio i to nietylko po torze zasadniczym, lecz i z jednej odnogi w drugą. W drugim przypadku otrzymamy dwurozjazd pośredni, ponieważ w nim, dla przejazdu z jednej odnogi w drugą, pociąg musi dwa razy przystawać i zmieniać kierunek (dążność) swej jazdy; dlatego też ten układ chyba wyjątkowo tylko znajduje zastosowanie.

7) **Rozjezdnia zwykła** (jednostronna) powstaje z szeregu rozjazdów zwykłych, jednakowozwrotnych i jednakowo skierowanych (t. j. ze śpicami iglic, zwróconymi w tym samym kierunku), leżących za sobą w tym samym torze rdzennym i łączących tenże tor z szeregiem odnóg, zazwyczaj równoległych, np. torów stacyjnych do przerządzania pociągów. Taka rozjezdnia jednostronna może być prawo-, albo lewozwrotna.

8) **Rozjezdnia obustronna** powstałaby z poprzedniej, gdybyśmy w niej, nie zmieniając kierunku śpiców iglicowych, zmienili niektóre rozjazdy prawozwrotne na lewozwrotne, albo naodwrót. Odnogi ewe takiej rozjezdni nie bywają równoległe do jej odnóg prawych.

lecz tworzą ze sobą nawzajem zazwyczaj kąt równy podwójnemu kątowi (normalnemu) rozjazdów.

9) **Rozjezdnia naprzemianna** podobna do poprzedniej, lecz następstwo rozjazdów prawo- i lewozwrotnych jest w niej kolejne.

10) **Dwurozjezdnia zwykła**, prawozwrotna składa się z dwóch jednakowych, zwykłych rozjezdni prawozwrotnych, o 180° względem siebie obróconych i spółosiowo na siebie tak nałożonych, aby rozjazdy jednej wpadały między rozjazdy drugiej. Dwurozjezdnia lewozwrotna powstaje w ten sam sposób z dwóch rozjezdni lewozwrotnych. Obustronne odnogi takiej dwurozjezdni bywają do siebie równoległe. Dwurozjezdnia zwykła jest zatem torem rdzennym z szeregiem rozjazdów jednakowozwrotnych, lecz śpice iglic każdej pary rozjazdów sąsiednich są skierowane ku sobie, względnie od siebie, t. j. mają dążność odwrotną. Dwurozjezdnię można też uważać za szereg następujących za sobą dwurozjazdów. Dwurozjezdnia wyjątkowe tylko znajduje zastosowanie, gdyż dogodniej będzie zastąpić ją dwiema niezależnemi rozjezdniami zwykłemi, których tory rdzenne leżą obok siebie, a w obu końcach łączą się ze sobą rozjazdami zwykłymi.

11) **Rozjezdnia niedokrzyżna** prawo-, względnie lewozwrotna, jest szeregiem jednakowozwrotnych rozjazdów niedokrzyżnych. Jest ona właściwie dwurozjezdnią zwykłą, której obustronne odnogi leżą jednakże spółosiowo.

12) **Rozjezdnia półkrzyżna** jest szeregiem ułożonych za sobą w jednym torze rozjazdów półkrzyżnych. Bywa ona prawo lub lewozwrotna.

13) **Rozjezdnia krzyżna** jest szeregiem ułożonych za sobą w jednym torze rozjazdów krzyżnych. Każdą rozjezdnię niedokrzyżną lub półkrzyżną można dopełnić do krzyżnej, uzupełniając ich rozjazdy niedokrzyżne, względnie półkrzyżne, do rozjazdów krzyżnych.

14) **Rozjezdnia mieszana** jest szeregiem następujących za sobą rozjazdów rozmaitego rodzaju, a więc zwykłych, krzyżnych, niedokrzyżnych i t. p.

Uwaga: Oprócz rozjezdni prostych, t. j. o prostym torze rdzennym, mamy i rozjezdnie, których tor rdzenny tworzy szereg załomów, albo jest łukiem. Pierwszy z tych układów możnaby nazwać rozjezdnią załomową, drugi zaś rozjezdnią łukową.

## B. Ustrój rozjazdów *).

### a. Kształt poszczególnych części.

1. **Iglice** zwykłych zwrotnic w torach głównych bywają obydwie jednakowej długości, przynajmniej po 5 m, nie dosięgając swym

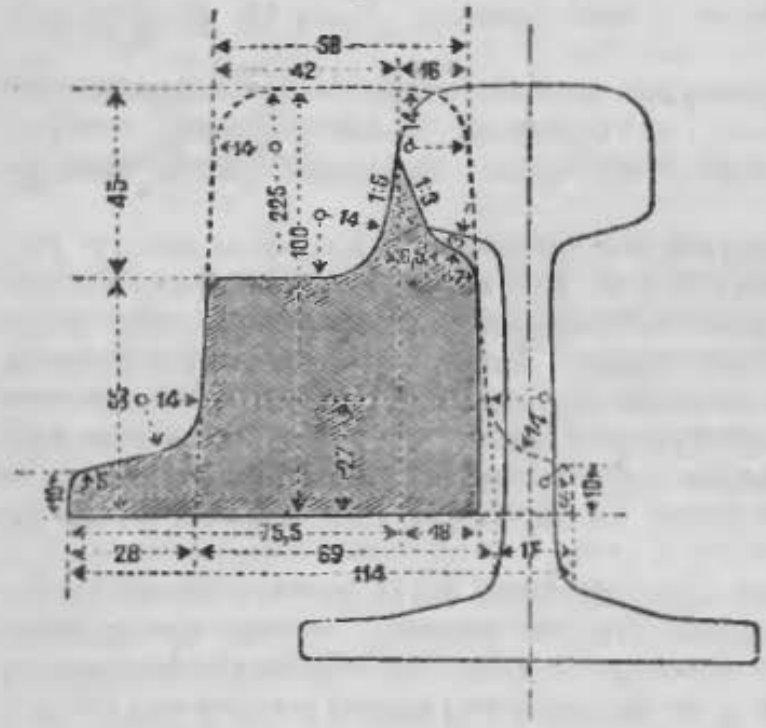
*) W rozdziale niniejszym i następnym, t. j. w IV i V, wszelkie dane dotyczą wyłącznie kolei średniotorowych, o ile wyraźnie nie zaznaczono, że dotyczą torów o innym prześwicie. Dane te zaczerpnięto przeważnie z ustrojów Pruskich Kolei Państwowych. Por. np. rysunki rozjazdu zwykłego, półkrzyżnego, krzyżnego, podwójnego i rozjazdu w łuki o skosach 1 : 9 i 1 : 10, wydane przez Kr. Dyrekcyę Kolejową w Essen, w r. 1893 do 1899, a mianowicie jeden zeszyt dla szyn Nr. 8a, drugi zaś dla Nr. 6a. Starsze ustroje rozjazdów pruskich (z r. 1886 do 1888) opisano w Glaser's An. 1887, w Org. f. Fortschr. 1888 i w Roll'a Encyklopädie des Eisenbahnwesens, tom VII, rozdział o rozjazdach.

śpicem końca opornicy przynajmniej na 0,5 m. Śpic iglicowy powinien ściśle przylegać do opornicy, pod jej łbem najlepiej zaś schować się zupełnie pod niego. Osada iglicy umieszcza się w oddaleniu przynajmniej 0,6 do 0,7 m od drugiego końca opornicy. Obydwa złącza w tem miejscu są obecnie zazwyczaj wiszące, tak że i przy złączu iglicowem leżą dwa podkłady w małym odstępie, pozostawiając w ten sposób swobodny dostęp do osady od spodu. Iglice robią ponajczęściej zlewno-stalowe.

Pruskie kol. stosują iglice 6,1 i 5,8 m przy skosie 1 : 10, a 5,3 i 5,0 m przy skosie 1 : 9 (w torach 8d i 6d), opornice zaś przeważnie 2,2 m dłuższe. w Anglii różnica ta bywa 3,6 m i więcej. Do toru o motrowym prześwicie, nadaje się np. rozjazd o skosie 1 : 7, iglicach 3,5, a opornicach 6,0 m długich.

Przekrój iglicy powinien być tak dostatni, aby po obustronnem ostruganiu części przyśpicowej, zatrzymał jeszcze dostateczną wytrzymałość. Podeszwa iglicy musi leżeć o tyle ponad podeszwą opornicy, aby płytka podiglicowa mogła nadchwytywać stopę opornicy, dosięgając swą gładzią jej środnika. Dlatego też przy opornicach ze zwykłych szyn szerokostopowych, stosują przeważnie na iglice przekrój możliwie niepodcięty, np. pełny, prostokątny z zaokrągleniem rogów i rozszerzoną stopą (w Niemczech), albo gruby, niesymetryczny przekrój kątowy (w Austryi). Iglice o przekroju szyniastym, lecz o znacznie pogrubionym środniku są natomiast ustrojem zwyczajnym w Ameryce Północnej. Rys. 972 przedstawia w przekroju iglicę (do opornicy z pruskiej szyny Nr. 6), o przekroju 68,2 cm², co odpowiada wadze 53,6 kg/m.

Rys. 972.




Do osiągnięcia zwrotności iglicy obejmują jej osadę swoistemi łubkami (w Saksonii i Anglii), osadzają ją na czopie (w Austryi, Prusach i Wyrtembergii), wreszcie stosują łącznie obydwa te sposoby (w Bawaryi, na kolei Gothardzkiej i innych). W Prusach wyrabiają czop bezpośrednio z miąższu iglicy: w ustroju czopowym jednakże trudniej zapobiedz unoszeniu się iglicy, którą możemy przytwierdzać jedynie za jej osadę.

Połączenie iglicy z opornicą najlepiej dokonać za pośrednictwem płyty z blachy, podłożonej na całej długości (Prus. Kol. 370 mm szer., a 13 mm gr.), do której to płyty opornica przytwierdza się

zacistkami lub śrubami, płytki podiglicowe zaś nitami. Obydwie zwrotówki układają się na spólnych podkładach.

Rozsuw śpica iglicowego przynajmniej 100 mm (Z. K. g. § 14; W. T. § 40), np. na kolejach pruskich: 152 mm.

Między opornicą leżącą w toku prostym, a osadą iglicy prostej, pozostawia się na obrzeża kół prześwit $\varepsilon$ przynajmniej 51 mm (Austrya) do 60 mm (Prusy), a gdy iglica zakrzywiona, o 4 do 7 mm więcej. Przy opornicy leżącej w toku krzywym dochodzi jeszcze rozszerzenie toru o 13 do 15 mm, które jednakże zanika przed dziobem krzyżownicy. Nawet gdy krzyżownica leży w łuku, zachowuje się przy niej normalny prześwit toru, do głębokości 14 mm poniżej wierzchu szyny (W. T. § 40). W Niemczech poszerzają tor na złączu przediglicowem, nawet w torze prostym, o 10 mm lub mniej, w Austryi i Anglii poszerzenia takiego wcale nie dają. Robią wprawdzie i obydwie iglice proste, lepiej jednakże zakrzywiać iglicę toku krzywego, t. j. przylegającą do opornicy toku prostego, a mianowicie jeszcze przed jej ostruganiem; np. na kolejach pruskich zakrzywiają ją promieniem 245 m w rozjazdach o skosie 1 : 10, a 190 m przy skosie 1 : 9. Zakrzywienie takie nietylko łagodzi przejście na zwrotnicy w tor zwrotny, przez zmniejszenie kąta odchylenia w śpicu iglicowym do $0^{0}27'$, wzgl. $0^{0}33'$, lecz zwiększając równocześnie odchylenie przy osadzie iglicy do $1^{0}40{,}5'$, wzgl. $1^{0}54{,}5'$, dozwala zwiększyć i promień dalszego łuku zwrotnego. Iglica toku prostego pozostaje prostą, a przylega ona do opornicy toku krzywego, zakrzywionej np. na kol. pr. promieniem 243,55 m, przy skosach 1 : 10, a 188,55 m przy 1 : 9.

2. **Zwrotnik z przesuwnikiem** i naciążkiem przekładanym, który dociska do opornic iglice w skrajnych położeniach. Przesuw, mierzony w punkcie przyczepienia iglicy do przesuwnika, jest np. na kolejach pruskich 140 mm. Przestawiak bywa niekiedy zamykany na klucz lub zasówkę, a ruch jego lub przesuwnika przestawia zazwyczaj zarazem latarnię zwrotnikową lub innego rodzaju sygnał, nawet zdala stojący.

3. **Przestawianie zwrotnic** odbywa się bądźto od ręki, bądź też w układzie zespolonym za pośrednictwem drutów lub innych przewodów. Zespolone przestawianie zwrotnic do przerządzania pociągów może się obyć bez sygnałów, natomiast do właściwego ruchu pociągów skojarzenie ruchu zwrotnic z sygnałami jest niezbędne, a mianowicie w taki sposób, aby przestawienie sygału było możliwe dopiero po przestawieniu i należytem domknięciu, a nawet zamknięciu zwrotnicy *), które może być rozmykalne, lub też nierozmykalne.

Rozjazdy w torach głównych (podł. Z. K. g. § 14; W. T. * § 40) powinny takie otrzymać urządzenie, aby nawet fałszywe nastawienie zwrotnicy nie powodowało wykolejenia. Przepis ten obowiązuje i te koleje drugorzędne, na których prędkość jazdy przekracza 20 km/godz. (Z. K. d. § 34).

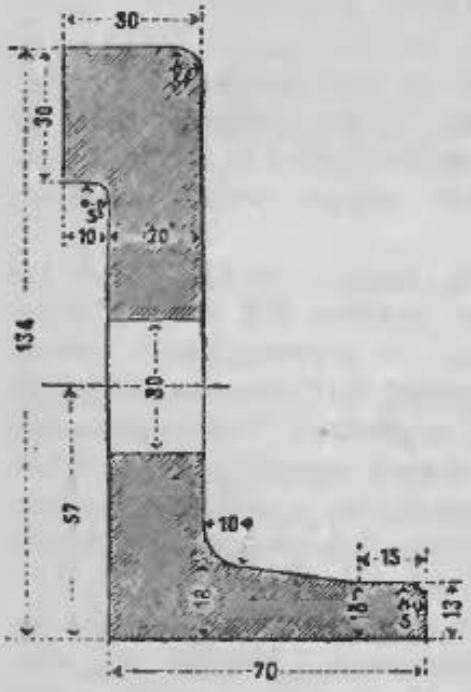
*) R. Kolle, Anwendung u. Betrieb von Stellwerken zur Sicherung von Weichen u. Signalen, str. 145 i nast., Berlin 1888 u Wilh. Ernst'a i syna. Jerzy Meyer, Grundzüge des Eisenbahn-Maschinenbaues, tom III, Berlin 1886, u Wilh. Ernst i syna.

4. **Krzyżownice.** a) Krzyżownice jednolite bywają dotychczas wyłącznie lane, a mianowicie ze stali, albo też z żeliwa, a natenczas z odlewu twardzonego. Krzyżownica odwracalna, t. j. z obustronnymi nadlewami, aby ją, po starciu jednej strony, módz odwrócić na drugą, wychodzi z użycia. Dziób jest łagodnie pochyły, a skrzydła o tyle ponad wierzch szyn wzniesione, aby się na nich koło wspierało obręczą, nie najeżdżając jej obrzeżem ni na dno żłobka, ni na sam dziób. Szyny łączą się z krzyżownicą na swoiste łubki (kątownikowe), wewnętrzną łubkę zastępuje jednak często stosowny nadlew u krzyżownicy.

b) Krzyżownice zeskładowe *) wyrabiają się z szyn, ułożonych na płycie podstawowej lub poprzecznych podkładach żelaznych, z dodaniem dzióba stalowego. Stosując takie krzyżownice, możemy uniknąć złącza szynowego tuż przed niemi i osiągamy większą jednolitość toru. Dlatego też są one w powszechnem użyciu w Anglii, Ameryce Północnej, Bawaryi, Wyrtembergii, na Kolei Gothardzkiej i wielu innych, a od niedawna i koleje pruskie przechodzą do tego ustroju. W Anglii, by uniknąć złącza szynowego i tuż za krzyżownicą, wytwarzają nawet dziób z miąższu samych szyn, łączonych w krzyżownicę. Żłobek między dzióbem a skrzydłami bywa: $\varepsilon = 49$ mm, rozszerza się jednakże przy końcach skrzydeł przez ich odgięcie.

Długość toków krzyżownicy jednolitej, od załomu skrzydeł do jej końca, musi być przynajmniej równa połowie łubki, a więc $\geq 0{,}3$ m; odstęp zaś tegoż załomu od śpica dziobowego, mierzony w kierunku toku, będzie: $\varepsilon/\sin\alpha$, jeżeli przez $\alpha$ oznaczymy kąt skosu krzyżownicy. Pruskie koleje stosują krzyżownice jednolite ogólnej długości: $790 + 1460 = 2250$ mm, przy skosie 1 : 10, a $740 + 1460 = 2200$ mm, przy skosie 1 : 9.

Rys. 973.




W Ameryce Północnej, np. na Pennsilvania-Railroad, używają krzyżownic ze skrzydłami ruchomemi, dociskanemi przez sprężyny. Blauel obmyślił rozjazdy przeskokowe **), podatne na odgałęziania torów na szlaku, nie przerywają one bowiem toków toru zasadniczego, gdyż tak na zwrotnicy, jak i na krzyżownicy, wzniesiono toki odgałęzienia ponad wierzch nieprzerwanych szyn toru zasadniczego, przez którego szynę wewnętrzną przeskakują koła, toczące się po torze zwrotnym.

5. **Prowadnice** układamy po stronie wewnętrznej toku tam, gdzie się drugi tok przerywa na krzyżownicy, a celem ich jest, przez nacisk na wewnętrzną stronę obrzeża kół, zapobiegać prze-

*) Rüppel w Org. f. Fortschr., 1884, str. 39.
**) Org. f. Fortschr. 1880, str. 171, oraz 9-ty tom uzupełniający, str. 143; Glasers Annalen, 1884, str. 122.

sunięciu się osi w stronę ku krzyżownicy. Żłobek między szyną, a prowadnicą ma być 41 mm szeroki (z dozwolonem powiększeniem o 4 mm przez starcie), przynajmniej na długości 1-go metra, naprzeciwko przerwy przy dzióbie krzyżownicowym (W. T. * § 40), dalej zaś rozszerza się on w obydwie strony, również na długościach po 1 m, na 52 mm, wreszcie końce prowadnicy na długościach po 0,25 m, są odgięte dla rozszerzenia wjazdu. Cała zatem długość takiej prowadnicy będzie przynajmniej 3,5 m.

Prowadnica może się wznosić o 50 mm ponad wierzch szyny, a więc, uwzględniając 10 mm starcia się szyny, należałoby przy układaniu toru miarę tę zmniejszać do 40 mm. Prowadnica łączy się z szyną na śruby, a wkładki żeliwne zabezpieczają szerokość żłobka. Rys. 973 przedstawia przekrój prowadnicy kolei pruskich, 3,5 m długiej, a ważącej 101,6 kg.

Rys. 974.

6. Poprzeczne **podkłady rozjazdowe** są albo drewniane, a natenczas o przekroju: 30 · 18 cm, albo żelazne, np. o przekroju, przedstawionym w rys. 974 (kol. pr., $F = 35{,}18$ cm, $W = 33{,}53$ cm, $g = 27{,}6$ kg/m), długość zaś zmienna od 2,7 do 5,8 m. Rozjazdy układają się ponajczęściej bez przechylania tak szyn, jak również i zakrzywionych torów (W. T. § 39; Z. K d. § 33).

7. **Rozjazdy w krzyżni** (rys. 966 i 967). Zwrotówki i krzyżownice w rozjazdach tych bywają takie same jak w rozjazdach zwykłych i krzyżniach, a to w celu niewytwarzania nadmiaru modeli. O ile rozjazdy w krzyżni nie są włączone do ogólnego zespolonego układu nastawiania zwrotnic, zwrotnice ich nastawiają się od spólnego zwrotnika. Promienie łuków w tych rozjazdach są np. na kolejach pruskich: 245 m, przy skosach 1 : 10, a 230 m, przy 1 : 9.

## b. Geometryczny układ rozjazdów *).

1. **Rozjazd zwykły** jest odgałęzieniem z toru prostego (p. str. 302). Geometryczny układ rozjazdu warunkuje się (p. rys. 975 i 976):

1) Obranym kątem $\alpha$ przecięcia się toków na krzyżownicy, np. $\operatorname{ctg}\alpha = 10$, albo 9 (skos rozjazdu).

2) Nieodzownością kawałka prostej (przynajmniej $g = 1$ m, kol. prus. 2,315 m) przed teoretycznym śpicem dzióba krzyżownicowego (t. j. punktem przecięcia się krajów prowadniczych obydwu szyn).

*) K. Skibiński, budowa kolei żelaznych, połączenia torów, Biblioteka politechniczna, tom IV, Lwów 1897. O ustroju rozjazdów, jako też ich obliczeniu i stosowaniu p. Handbuch d. Ing.-Wiss., tom V, rozdz. 3, 1898; Winkler, Vorträge über Eisenbahnbau, zeszyt 2, III-cie wydanie (Steinert'a), Praga, 1883, u Dominicus'a; Goering, w Röll'a Encyklopadie des Eisenbahnwesens, tom VII, rozdział o rozjazdach. Co do geometrycznego układu rozjazdów i ich stosowania zaleca się też dzieło: Ziegler, Weichenverbindungen, Erfurt 1901

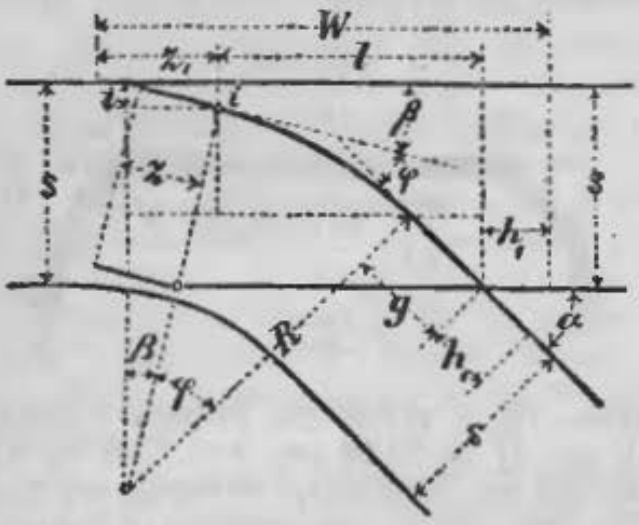
Owa prosta rozpoczyna się jeszcze przed krzyżownicą jednolitą (laną), której długość w przeciwnym razie stawałaby się bez potrzeby niedogodnie wielką.

3) Zastosowaniem możliwie wielkich promieni w łuku zwrotnym.

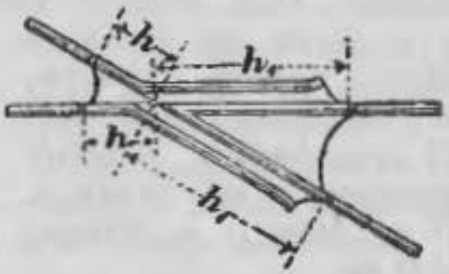
Jeżeli nadto ustrój zwrotówki jest już dany, to określa on nam:

a) osiągnięty kąt odchylenia $\beta$ przy osadzie iglicy, a różnica: $\varphi = \alpha - \beta$, będzie kątem środkowym łuku zwrotnego między iglicą, a prostą przedkrzyżownicową;

Rys. 975.




Rys. 976.



b) osiągnięty przesuw $i$ kraju prowadniczego przy osadzie iglicy, równający się sumie szerokości grzbietu iglicowego i żłobka; (np. przy pruskiej szynie 6/l, $i = 65 + 58 = 123$ mm).

W rys. 975 nakreślono kraje prowadnicze szyn liniami, a więc $s$ jest prześwitem toru (gdy $s = 1{,}435$ m, a $i = 0{,}123$ m, jak wyżej, to $s - i = 1{,}312$). Z rysunku tego wynikają bezpośrednio związki poniższe dla rozjazdu zwykłego:

$$i + R(\cos\beta - \cos\alpha) + g\sin\alpha = s,$$
$$R(\sin\alpha - \sin\beta) + g\cos\alpha = l.$$

Podstawiając

$$(\cos\beta - \cos\alpha) = A,$$
$$(\sin\alpha - \sin\beta) = B,$$

otrzymamy:

I.) . . . $l = g\cos\alpha + (s - i - g\sin\alpha)\frac{B}{A}$,

II.) . . . $R = \frac{s - i - g\sin\alpha}{A}$.

Zakładając stosowną wartość tymczasową na $g$, podług rysunku, otrzymamy $l$ ze wzoru I, a więc i $l_1 = l - h$, ponieważ $h$ znamy z wymiarów krzyżownicy, mającej się ułożyć w rozjeździe (por. rys. 976, w którym jednakże dla lepszej wyrazistości skos jest znacznie większy od zazwyczaj stosowanego). Jeżeli długość niezbędną na złącze, a zatem przynajmniej połowę długości łubki, oznaczymy przez $\lambda$, a szerokość żłobka przez $\varepsilon$, to:

$$h \geq \lambda + \varepsilon\,\mathrm{cosec}\,\alpha.$$

Tę tymczasową długość $l_1$ zmieniamy nieco, stosując się do długości poszczególnych szyn, wraz z luzami na ich złączach, by uniknąć przycinania szyn, a z ostatecznej tej długości $l_1$ znamy i ostateczne $l = l_1 + h$, wreszcie z wzoru I otrzymamy ostateczną wartość $g$ dla znanego $l$. Promień $R$ obliczamy z wzoru II. Gdy naodwrót założymy zgóry wartość $R$, otrzymamy $g$ i $l$ wprost z pierwszych dwóch wzorów.

Jeżeli nie chcemy przycinać stopy szyn, łączących się z krzyżownicą, a szerokich we łbie $k$ mm, w stopie $f$ mm, to długość $h_1$ (rys. 975 i 976) od teoretycznego śpica dzióbowego do końca krzyżownicy (złącza) musi być $h_1 \geqq \frac{k+f}{2} \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2}$, lub przy mniejszych skosach, w przybliżeniu:

$$h_1 \geqq (k+f) \operatorname{ctg} \alpha.$$

Pruskie koleje przycinają szyny na tem złączu, wskutek czego otrzymują mniejszą długość $h_1$, a mianowicie: dla szyn Nr. 6d: 1460 mm, przy skosach 1 : 10 i 1 : 9, a dla Nr. 8a: 1460, wzgl. 1490 mm.

Cała długość rozjazdu, liczona od złącza przedzwrotnicowego do złącza zakrzyżownicowego, będzie zatem (p. oznaczenia na str. 302 w rys. 958):

$$W = z_1 + l + h_1 = a + b.$$

Koleje pruskie stosują dla szyn Nr. 8a: $z_1 = 6{,}33$ m, przy skosie 1 : 9, a 7.08 m, przy 1 : 10.

Aby za rozjazdem powrócić w obydwóch torach do złączy naprzeciwnych, wstawiają w obydwa toki, przyłączone do krzyżownicy, a mianowicie tuż za nią, szyny wyrównawcze stosownej długości: $(p - b)$, rys. 959 str. 303. Cała długość $p$, t. j. od drugich końców szyn wyrównawczych do środka rozjazdu, jako zajęta przez dany rozjazd, powinnaby pozostać swobodną od innych rozjazdów. W szeregu rozjazdów, np. w rozjezdni, zwrotnica następnego rozjazdu powinna się zatem zaczynać dopiero za kresą $p$, z wyjątkiem jedynie rozjazdów podwójnych.

Długości kres odwęzłowych (p. rys. 958 i 959) będą: kresa krzyżownicowa: $b = {}^1/_2 s \operatorname{ctg} {}^1/_2 \alpha + h_1$, w przybliżeniu: $b = 1{,}6 \operatorname{ctg} \alpha$ w metrach: kresa zwrotnicowa: $a = W - b$.

**Łuki w rozjazdach** mogą wprawdzie pozostać i bez poszerzenia toru, W. T. w * § 2-im, oraz Z. K. g. w § 5-ym i Z. K. D. w § 2-im dozwalają jednak poszerzać tor nawet o 30 mm, pruskie koleje poszerzają środek łuku zwrotnego o 15 mm, doprowadzając poszerzenie to do zaniku jeszcze przed krzyżownicą (W. T. § 40).

Promień krzywości tego łuku przynajmniej 180 m w rozjazdach, przez które przejeżdżają całe pociągi, a większy we wjazdowych i wyjazdowych rozjazdach stacyi (W. T. § 39). Przy skosie 1 : 10 i zakrzywieniu iglicy, da się osięgnąć nawet 270 m (Kol. prus. 245 m przy 1 : 10, a 190 przy 1 : 9). Promienie te na kolejach drugorzędnych określono w §§ 24 i 33 Z. K. d.

2. **Rozjazdy innego rodzaju, lecz ze zwykłemi zwrotówkami** (p. st. 304 i nast.).

a) Rozjazdy krzyżne i półkrzyżne.

b) Rozjazdy podwójne wymagają, oprócz zwykłych krzyżownic, nadto środkowej krzyżownicy dodatkowej, zazwyczaj niesymetrycznej.

c) Rozjazdy w łuki.

Uwaga do b) i c): Symetryczne rozjazdy w łuki lub rozjazdy podwójne nie zalecają się, wymagają one bowiem zwrotówek odmiennego kształtu.

3. **Ukresy** na stacyach (P. R. g. § 6; P. K. d. § 8; W. T. § 43; Z. K. d. § 35) stawiają się w punkcie, gdzie odstęp osi torów rozjazdu dosięga 3,5 m, a na szlaku 4,0 m (W. T. § 30). Z warunków tych otrzymamy (rys. 959 str. 303): $d = 3{,}5 \operatorname{ctg} \alpha$, względnie $d = 4 \operatorname{ctg} \alpha$ w metrach (W. Pr. St. § 1, Nr. 7).

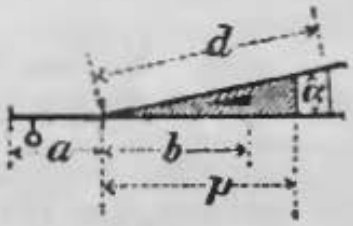
Aby zapobiedz przewracaniu się ludzi przez zwykłe progi lub słupki ukresowe zastępują je dwoma nizkimi słupkami, ustawionymi tuż przy szynach wewnętrznych rozjazdu, lecz nazewnątrz toru. Zamiast nich jeszcze lepiej przytwierdzić do stopy szynowej, za pośrednictwem stosownej podpórki, ukresy porcelanowe lub emaliowane, żeliwne, kształtu właściwego, np. dzwonowate.

4. **Kresy odwęzłowe ważniejszych rodzai rozjazdów** (p. str. 303).

a) **Rozjazd zwykły**, prawozwrotny (rys. 977) i lewozwrotny (rys. 978). Najpowszechniej stosują skosy: $\operatorname{ctg} \alpha = 10$, oraz $\operatorname{ctg} \alpha = 9$, a na przerządniach (stacyach do przerządzania pociągów), jako

Rys. 977.

Rys. 978.




też na kolejach drugorzędnych i $\operatorname{ctg} \alpha = 8$, a nawet 7, zmniejszając promień krzywości łuku zwrotnego do 140 m. Poniżej zestawiamy wymiary w m w rozjazdach dające się osiągnąć dla różnych skosów w założeniu, że iglice są zakrzywione.

| $\operatorname{ctg} \alpha = 8$ | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|
| $\alpha = 7^0 7' 30''$ | $6^0 20' 25''$ | $5^0 42' 38''$ | $5^0 11' 40''$ | $4^0 45' 49''$ |
| $W = 24{,}0$ | 25,5 | 27,5 | 29,0 | 31,5 m |
| $a = 11{,}0$ | 11,0 | 11,5 | 11,5 | 11,5 „ |
| $b = 13{,}0$ | 14,5 | 16,0 | 17,5 | 20,0 „ |
| $R = 160$ | 210 | 270 | 350 | 400 „ |

Np. koleje pruskie dla szyn Nr. 8a stosują:

$\operatorname{ctg} \alpha = 9$; $\alpha = 9{,}33$; $b = 14{,}42$; $p = 17{,}59$; $R = 190$,
$\operatorname{ctg} \alpha = 10$; $\alpha = 10{,}93$; $b = 18{,}85$; $p = 19{,}09$; $R = 245$.

b) **Przełącze rozjazdowe** między torami równoległymi, z odstępem międzyosiowym $w$ (rys. 970, str. 306), zajmuje między węzłami swych rozjazdów, długość mierzoną po osi torów równoległych: $w \operatorname{ctg} \alpha$, ogółem zaś długość: $w \operatorname{ctg} \alpha + 2a$. Kresa ukresowa $d$ dla 3,5 m odstępu, $d = 3{,}5 \operatorname{ctg} \alpha$.

Np. dla odstępu torów $w = 4{,}5$ m, będzie:

| $\operatorname{ctg} \alpha =$ | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|
| $w \operatorname{ctg} \alpha =$ | 36,0 | 40,5 | 45,0 | 49,5 | 54,0 m. |

c) **Krzyżnia przełączna** najdogodniejsza w układzie symetrycznym (rys. 971), zaleca się tylko, gdy $w \geqq 4{,}2$ m.

$c = {}^1/_2\, s \operatorname{ctg} \alpha + h$, np. $c \sim 8$ m, przy skosie 1 : 10.

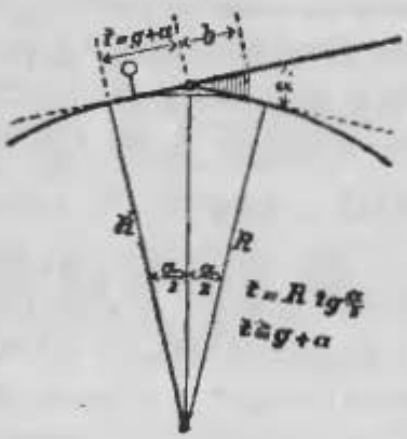
d) **Rozjazdy krzyżne**, półkrzyżne i niedokrzyżne mają np. na prusk. kolejach wymiary $b$, $p$ i $d$ te same jak w rozjazdach zwykłych.

5. **Rozjazdy w łukach.**

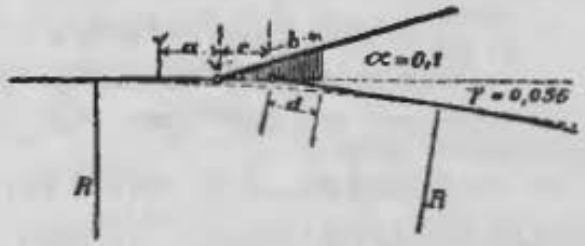
a) **Odgałęzienie z łuku na zewnątrz** za pośrednictwem rozjazdu zwykłego, albo obustronnego rozjazdu w łuki (rys. 979 i 980).

Niezbędna długość stycznej aż do węzła: $t = g + a$, w którym to wzorze $g$ oznacza prostą kresę przedzwrotnicową, $a$ zaś odwęzłową kresę zwrotnicową, albo $t = b$, jeżeli $b > g + a$, względnie dla rozjazdu w łuki $b > g + a + c$. Szyny wyrównawcze mogą leżeć w łuku.

Rys. 979.




Rys. 980.




Najmniejszy promień $R$ toru pierwotnego, umożliwiający wstawienie rozjazdu, będzie:

$R = t \operatorname{ctg} {}^1/_2\, \alpha$, a dla rozjazdu w łuki $R = t \operatorname{ctg} {}^1/_2\, \gamma$. Wzory te możemy zastąpić przybliżonymi:

$R \geqq 2t \operatorname{ctg} \alpha$, względnie $R \geqq 2t \operatorname{ctg} \gamma$.

**Przykłady:** 1) $\operatorname{ctg} \alpha = 10$; $g = 10$ m; $a = 10{,}5$ m (rys. 979), a natenczas $R \geqq 2 \cdot 20{,}5 \cdot 10 = 410$ m.

2) $g = 0$; $\operatorname{tg} \gamma = 0{,}056$; $a + c = 10{,}5 + 5{,}8 = 16{,}3$ m (rys. 980), a natenczas: $R \geqq 2 \cdot 16{,}3 : 0{,}056 = 582$ m.

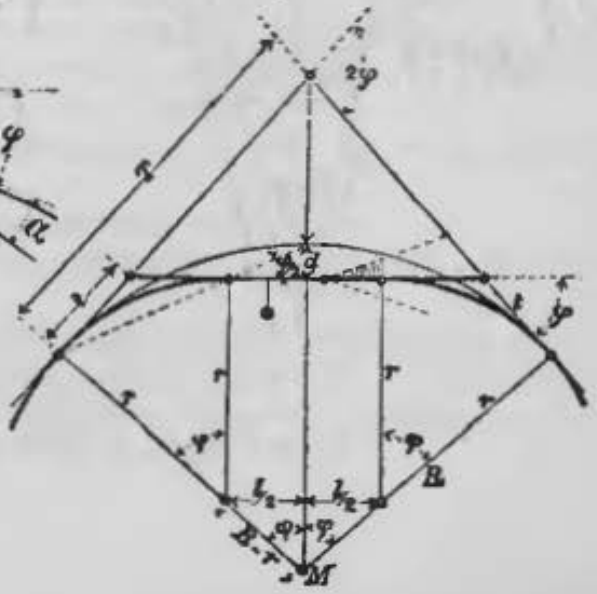
3) Gdyby natomiast drugi łuk rozjazdu był torem zasadniczym, a $\operatorname{ctg} \alpha = 10$, $t \geqq b = 12{,}5$ m, to $R \geqq 2 \cdot 12{,}5 \cdot 10 = 250$ m.

b) **Odgałęzienie z łuku na wewnątrz** za pośrednictwem jednostronnego rozjazdu w łuki (962 i 981).

Niezbędna długość stycznej aż do węzła:

Rys. 981.

Rys. 982.




$t = g + a$, względnie $t = b + f$, a z obydwóch tych wartości na $t$, należy wybrać większą; większą zaś będzie zazwyczaj wartość $b + f$ w przypadkach opuszczenia prostej

przedzwrotnicowej $g$, co przy rozjazdach w łuki nie jest wadliwością. Najmniejszy promień $R$ toru zasadniczego, umożliwiający jeszcze wstawienie rozjazdu, będzie natenczas:

$$R \geqq t \operatorname{ctg} {}^1/_2 \varphi, \text{ albo w przybliżeniu: } R \geqq 2t \operatorname{ctg} \varphi.$$

c) **Wstawka prosta**, o długości $l = g + W$, w której często prosta przedzwrotnicowa $g = 0$, a $W$ jest całą długością rozjazdu. Jeżeli oprócz znanej w ten sposób długości $l$, dane są (rys 982) promień krzywości toru pierwotnego, oraz promienie $r$ łuków, łączących wstawkę prostą z krzywą pierwotną ($r \geqq 180$ m), to:

$$\sin \varphi = \frac{l}{2(R - r)}; \quad t = r \operatorname{tg} {}^1/_2 \varphi,$$

albo w przybliżeniu $t = {}^1/_2 r\varphi$; $T = R \operatorname{tg} \varphi$; $d = {}^1/_2 l \operatorname{tg} {}^1/_2 \varphi$, albo w przybliżeniu $d = {}^1/_4 l\varphi$

**Przykład:** $l = 9{,}7 + 26{,}8 = 36{,}5$ m, a gdy $R = 300$ m i $r = 180$ m, to:

$\sin \varphi = \frac{36.5}{2 \cdot 120} = 0{,}152$, a $\varphi = 8°44'$ i $\operatorname{tg} \varphi = 0{,}154$; ${}^1/_2 \varphi \sim 0{,}077$; $t = 180 \cdot 0{,}077 = 13{,}86$ m; $T = 300 \cdot 0.154 = 46{,}2$ m; $d = 36{,}5 \cdot 0{,}0385 = 1{,}41$ m.

Cała zaś długość toru pierwotnego, który ulegz musi przełożeniu (p. tom I str. 36, u dołu, wzór 3), będzie.

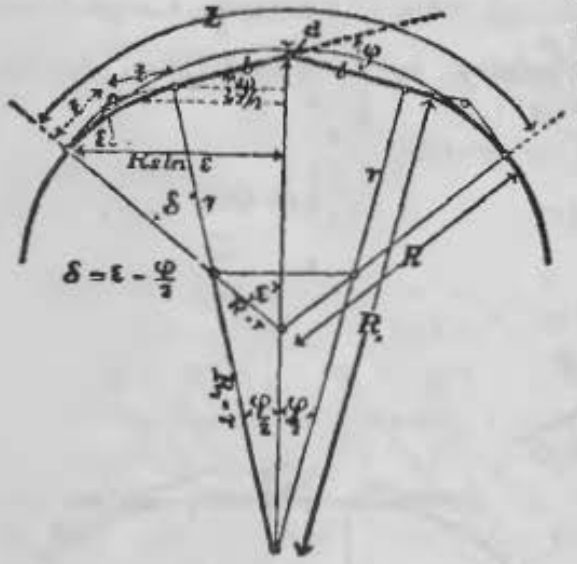
$$L = 2R\varphi = 2 \cdot 300 \cdot 8{,}734 \cdot 0{,}01745 = 91{,}4 \text{ m}.$$

Jeżeli naodwrót zamiast wartości $r$ dany jest punkt początkowy przesunięcia, oraz pożądany kierunek wstawki prostej, a więc znanym jest $\sphericalangle \varphi$ np. $\varphi = \alpha$, $\varphi = 2\alpha$ i t. p., to oznaczamy $r$ z wzoru:

$$r = R - \frac{l}{2 \sin \varphi}.$$

d) **Wstawka łukowa**, mniej zakrzywiona, czyli wstawienie dwóch stycznych, przecinających się pod $\sphericalangle \varphi$ (rys. 983). Sposób ten zaleca się, gdy promień $R$ toru pierwotnego jest za mały dla sposobów podanych pod a) i b). Jest on uogólnieniem sposobu poprzedniego pod c), który jest tylko szczegółowym przypadkiem niniejszego, określonym wartością kąta między dwiema stycznemi $\varphi = 0$, przyczem dwie te styczne zlewają się w jedną. Kąt $\varphi$ powinien być, dla rozjazdu zwykłego $\varphi = \alpha$ (rys. 983), a dla jednostronnego rozjazdu w łuki (rys. 962), z odnogą rozjazdu zwróconą ku wnętrzu krzywej pierwotnej $\varphi = \varphi$ (z rys. 962). Długość stycznej $l$ ma być przynajmniej równą większej z kres odwęzłowych, a ze znanego tak $l$ otrzymamy:

Rys. 983.



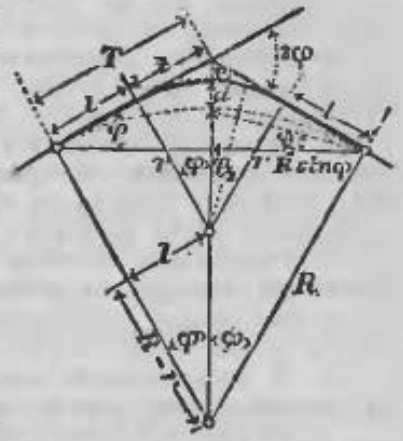

$$R_1 = l \operatorname{ctg} {}^1/_2 \varphi \text{ albo w przybliżeniu} = \frac{2l}{\varphi};$$

$$\sin\varepsilon = \frac{R_1 - r}{R - r}\sin{}^1/_2\,\varphi;\quad t = r\,\mathrm{tg}\,{}^1/_2\,\delta = r\,\mathrm{tg}\,\frac{2\varepsilon - \varphi}{4};\quad L = 2R\varepsilon;$$

$$d = R\sin\varepsilon\,\mathrm{tg}\,{}^1/_2\,\varepsilon - t\,(\sin\varepsilon + \sin{}^1/_2\,\varphi) - l\sin{}^1/_2\,\varphi.$$

e) **Dwie wstawki proste,** złączone łukiem bardziej zakrzywionym (rys. 984). Sposób ten jest na ogół mniej dogodny, staje się jednak niezbędnym w przypadkach, w których nie można przesunąć toru z położenia pierwotnego ku środkowi krzywej. Dane bywają zazwyczaj: $R$, $l$ i $2\varphi$, oraz warunek $r \geqq 180$ m, a natenczaé mamy związki:

Rys. 984.




$$r = R - l\,\mathrm{ctg}\,\varphi;\quad T = R\,\mathrm{tg}\,\varphi;$$

$$t = r\,\mathrm{tg}\,\varphi = T - l;$$

$$d = T\sin\varphi - (R\sin\varphi\,\mathrm{tg}\,{}^1/_2\varphi + r\,\mathrm{tg}\,{}^1/_2\varphi\,\mathrm{tg}\,\varphi).$$

f) **Wskazówki praktyczne:** Najdogodniej będzie wyrysować na kalce osie rozjazdowe, odciąć na nich kresy odwęzłowe i proste przedzwrotnicowe podług danych powyższych, a w wymiarce planu torów (zazwyczaj 1 : 1000 lub 1 : 500). Kalkę przesuwamy po planie tak, aby osie rozjazdu, względnie końce wstawek łukowych stykały się punktami właściwymi z torami krzywymi na planie, poczem przekłuwamy punkty miarodajne z kalki na plan. Naszkicowawszy w ten sposób położenie toru, obliczamy długości istotne, przyczem dla skosów, nieprzekraczających 1 : 9, można funkcye sin, tg i arc uważać za nawzajem sobie równe, a za ctg $\alpha/2$ podstawiać wartość $2\,\mathrm{ctg}\,\alpha$, co znacznie uprości obliczania.

## c. Przepisy rosyjskie.

Zestawiamy poniżej przepisy rosyjskie, dotyczące rozjazdów, streszczając najważniejsze.

1) Por. str. 210, oraz: „Przepisy eksploatacyi Technicznej“ § 99 (przepisy ogólne) i § 54 (o zespoleniu nastawiania zwrotnic).

2) Zbiór rozporządzeń Min. Kom., dotyczących służby drogowej kolei żelaznych, zeszyt I, str. 3: „O wykonaniu rysunków rozjazdów, przedstawianych do zatwierdzenia Min. Kom.“.

3) Obwieszczenia („Ukazatjel“) rozporządzeń Min. Kom.

a) Z 10 lipca 1897: „O niezbędności możliwie częstych oględzin rozjazdów i sygnałów stacyjnych“. (Nr. 30444).

b) Z 31 lipca 1898: „O zamawianiu rozjazdów dla dróg rządowych“ (Nr. 31710).

c) R. 1899, Nr. 20 i 21: „O malowaniu rozjazdów“.

d) R. 1900, Nr. 19: „O dozwolonych uchybieniach obrysia w rozjazdach“.

Między zwrotnikiem lub urządzeniem go zastępującem, a obrysiem taboru ma pozostawać prześwit przynajmniej 0,33 m (0,15 saż.).

e) R. 1901, Nr. 10: „Zasady zespolenia zwrotnic i sygnałów“.

f) R. 1902, Nr. 7 i 11: „O sprawdzaniu rozjazdów ułożonych, o odbiorze dostarczonych i o rysunkach, dołączanych do zamówień".

g) R. 1902, Nr. 44, str. 530: „O niezbędnem wzmocnieniu istniejących rozjazdów, oraz wskazówki do projektowania nowych", które to przepisy streszczamy poniżej:

1. Prędkość jazdy w kierunku prostym przez rozjazdy torów głównych, zamknięte lub zespolone, nie ma przekraczać średniej największej prędkości pociągów na danej kolei, obliczonej bez postojów; przy wjeździe zaś na tory boczne 32 km/godz. (30 w./godz.).

2. Zastępując lżejsze szyny torowe szynami ważącemi 32,7 kg/m (24½ funta/st.) lub cięższemi, należy równocześnie wzmocnić rozjazdy, jeżeli prędkość jazdy przekracza 37,3 km/godz. (35 w./godz.), a mianowicie w sposób następujący:

a. Iglice o przekroju szyniastym trzeba zastąpić iglicami kształtowemi, o wymiarach nie mniejszych od wymiarów iglic typu rządowego do szyn, ważących 30,2 kg/m (22,5 funta/st.), a zanim ta wymiana nastąpi, wzmocnić czasowo rozjazd przez stosowne zwiększenie liczby podkładów pod zwrotnicą.

b. Przeciwległe opornice należy złączyć nawzajem ze sobą dwoma lub trzema płaskownikami, leżącymi na podkładach pod płytkami podiglicowemi.

c. Prowadnice, naprzeciwne krzyżownicom, mają być z ceowników, a wzniesione 38 mm ponad wierzch szyny. Łączą się one z szynami za pośrednictwem zespórek.

d. W krzyżownicach rozjazdów krzyżnych i półkrzyżnych kawałki prowadnic należy również wznosić ponad wierzch szyn.

e. Wypada wstrzymać wyrób krzyżownic składanych, a stosować jednolite, mianowicie odlewane z twardej stali.

3. Wzmocnienia rozjazdów należy dokonać nie później niż w przeciągu lat czterech od daty wydania rozporządzenia niniejszego.

4. Rozjazdy, nie podpadające pod określenie punktu 2, mogą pozostać bez wzmocnienia, jednakże przepisy z pod 2c i 2d stosują się i do nich.

5. Na przyszłość, do czasu zastosowania typów nowych, należy się przy świeżych zamówieniach kierować przepisami powyższymi.

# V. Obrotnice i przesuwnice.

## a. Ustrój obrotnic *).

1. **Rozmiary i układ.** Średnica $D$ dołu pod obrotnice parowozowe powinnaby być tak wielka, aby parowóz, wraz z tendrem, mógł zawsze spólnym środkiem ciężkości stanąć ponad czopem piennym obrotnicy, bez względu na zmienność położenia tegoż środka w parowozie, powodowaną zmieniającemi się ilościami i rozmieszczeniem wody i paliwa. Z. K. g. w § 15 wymagają przynajmniej $D = 12$ m, W. T. w § 44 zalecają zaś 16 m na kolejach głównych, a przynajmniej 12 m na drugorzędnych. W. Pr. St. w § 11 przepisują dla kolei pruskich, od r. 1894, $D = 16{,}2$ m. W Rosyi, na kolejach głównych, $D = 19{,}2$ m (63') p. str. 211.

Obrotnice do przerządzania pociągów, przez wysuwanie poszczególnych wagonów, miewają $D = 3{,}5$ do 5 m dla wagonów towarowych, o małym rozstępie osi, a więc ogólnej długości 6 do 9 m. Pod dłuższe wagony osobowe lub tłómokowe, dwu- lub trójosiowe, $D = 5$ do 10 m, a pod bardzo długie wagony salonowe i t. p. do 18 m, wagony takie obraca się jednak tylko wyjątkowo. Co do rozstępów osi por. Z. K. g. § 26 i W. T. § 123, jakoteż rozdz. II działu niniejszego.

*) Eisenbahnbau der Gegenwart, tom II, rozdz. 3, Wiesbaden 1899. Handb. d. Ing.-Wiss., tom V, rozdz. 3, Lipsk, 1898. Vorträge über Eisenbahnbau, rozpoczęte przez Winkler'a, zesz. III, „Obrotnice i przesuwnice", opracowany przez Fränkel'a, wyd. II, Praga czeska, 1876, u Dominikus'a. Georg Meyer, Grundzüge des Eisenbahn-Maschinenbaues, tom III, Berlin, 1886, Wilh. Ernst i syn. Musterzeichnungen der Preussischen Staatsbahnen 1890 i 1894.

W torach głównych, z wyjątkiem samych ich końcy, obrotnice są ustrojem wadliwym: Dlatego też nawet koleje włoskie, które je szeroko jeszcze stosują do dogodniejszego przerządzania pociągów, usuwają je zwolna z torów głównych.

**Obrotnice tarczowate**, t. j. pokrywające cały dół, stosują się pod parowozy i dłuższe wagony tylko wyjątkowo, a więc w naprawniach, wiatach (halach) dworcowych i t. p.; przekrycie bowiem całego dołu wielkiej średnicy pomostem tarczowatym, do obrotnicy przytwierdzonym, jest kosztowne i zwiększa jej wagę. Natomiast obrotnice małych średnic, a więc pod poszczególne osie, pod wagoniki wązkotorowe i pod krótsze wagony towarowe budują przeważnie w postaci obrotnic tarczowatych, a takie obrotnice bywają ponajczęściej krzyżniowé, albo nawet wielokrzyżniowe, np. o trzech torach krzyżujących się na niej pod $60^0$. Obrotnice większych średnic są przeważnie podłużne, t. j. o dole niezakrytym po bokach jednego toru obrotnicy.

2. **Tworzywo** (materyał). Małe obrotnice pod poszczególne osie, pod wagoniki do robót ziemnych i t. p. bywają żeliwne, odlane z jednej sztuki lub też składane. Belki większych obrotnic są prawie wyłącznie z walcowanego żelaza lub stali (Z. K. g. § 15; W. T. § 44), drzewo wreszcie stosują tylko do urządzeń tymczasowych.

3. **Ustroje**. Zależnie od sposobów podparcia obrotnicy i jej prowadzenia, czyli ustalania jej osi obrotu rozróżniamy:

I. Obrotnice podparte wyłącznie na obwodzie, w środku zaś bez pnia, albo też o czopie piennym niepodpierającym, a tylko prowadzącym.

II. Pień podpiera tylko, a prowadzenie na obwodzie, z podparciem tamże obrotnicy lub bez niego.

III. Sam pień podpiera i prowadzi obrotnicę.

W ustrojach I i II wypada nadto rozróżniać:

a) Łożyska krążków prowadzących są przytwierdzone do samej obrotnicy.

b) Łożyska krążków spoczywają na posadzie, albo przytwierdzają się do ścianki obwodowej dołu.

c) Krążki lub kule toczą się między dwoma wieńcami torowymi, a mianowicie: posadowym i podobrotnicowym, t. j. na posadzie i do obrotnicy przytwierdzonym, podlegając wyłącznie tylko tarciu przy toczeniu.

W ustroju c) łożyska krążków spoczywają w oddzielnej oprawie kolistej, albo też same krążki osadzają się na osiach promienisto ułożonych tak, aby musiały zataczać krąg około pionowej osi obrotnicy. Ustroje Ia, oraz Ib, nadają się tylko do celów podrzędnych lub tymczasowych. Ustrój Ic jest stosowny na małe obrotnice, np. z jednym, a przy obrotnicach nieco większych (4,6 m) z dwoma spółśrodkowymi wieńcami kul stalowych, albo żeliwnych, twardzonych, o średnicy 60 do 70 mm. W ustroju II niezbędną jest możność nastawiania poziomu pnia lub jego czopa (za pośrednictwem śrub lub klinów), albo też samej obrotnicy względnie do tegoż pnia,

aby rozłożyć stosownie naciski między czop i podparcia obwodowe. Do wielkich obrotnic nadaje się dobrze ustrój IIa, a do mniejszych IIb, wreszcie IIc do obrotnic tarczowatych średniej wielkości (np. 7,5 m średn.), przyczem liczba krążków bywa: $n = 4 + 2D$, jeżeli $D$ wyrazimy w metrach, a wynik zaokrąglimy do liczby całkowitej. Ustrój III, najprostszy z wszystkich, nadaje się jednak tylko do bardzo małych obrotnic.

Jako przykład podajemy poniżej opis obrotnicy parowozowej, ustroju IIa. Szyny naobrotnicowe spoczywają na dwóch blachownicach, stanowiących niejako podłużne podkłady toru, a przytwierdzają się do nich zaciskami i śrubami. Dolny pas blachownic jest poziomy tylko w części środkowej, ku końcom zbliża się do górnego; blachownica taka przedstawia zatem z boku trapez o rogach przyciętych. Do obydwóch tych blachownic złączonych ze sobą poprzecznicami w odstępach 1,2 do 1,5 m, przytwierdzono na zewnątrz wsporniki z kątowników, o wysięgu około 1 m. a to dla podparcia chodników bocznych. Pomost bywa z blachy karbowanej, albo na krzyż żeberkowanej, 8 mm grubej, a skutkiem przyśrubowania do samych blachownic zastępuje on zarazem i wykrzyżowania między niemi. Dwie środkowe poprzecznice, dźwigające cały ciężar obrotnicy, wraz z parowozem, wzmacniają się stosownie i układają w mniejszym odstępie wzajemnym, około 0,5 m. W pośrodku usztywniamy jeszcze środniki tych poprzecznic nałożonemi płytami, do których przytwierdza się na śruby łącznica z dziurą, okalającą pień. Łącznica ta wisi u czapki na dwóch silnych śrubach, czapka zaś spoczywa na czopie piennym nie bezpośrednio, lecz za pośrednictwem brożka lub wydrążonego siodła. Sam pień osadza się w podstawie, spoczywającej na posadzie. Wszystkie ważniejsze części tego łożyska napiennego bywają stalowe. Końce poprzecznic skrajnych, przedłużonych obustronnie i wygiętych (w planie), stanowią oparcie łożysk dla czterech kół, toczących się po posadowym wieńcu torowym, ułożonym przy obwodzie dołu. Koła te bywają albo walcowate, albo stożkowate, lecz ponajczęściej bez obrzeży; pod parowozy koła te miewają 0,6 do 1,0 m średn. przy szerokości 120 do 130 mm, a w obrotnicach wagonowych 0,4 do 0,8 m średn. przy szerokości 70 do 100 mm.

4. **Przyrządy do obracania** przy małych obrotnicach są zupełnie zbyteczne, przy obrotnicach średniej wielkości starczą obracadła, np. dyszle (2,5 m dł., 0,15 m śr.), wtykane w tuleje, które leżą na obrotnicy pochyło, t. j. tak, aby się swobodne końce wetkniętych w nie dyszli wznosiły 1,2 m ponad wierzch szyny. Na koniec takiego dyszla może robotnik wywierać nacisk 25 do 30 kg., co dla wielkich obrotnic parowozowych nie zawsze jest dostateczne, a w takim razie zamiast dyszli stosują obracarki ręczne, ustroju zbliżonego do zwykłych dźwigarek. Obracarka taka napędza bądź to jedno lub kilka obciążonych kół obwodowych obrotnicy, bądź też zębnik lub koło zębate, toczące się po wieńcu uzębionym. Zębnik lub koło zębate można też zastąpić krążkiem ciernym, na wahliwej osi pionowej, dociskającej (pod działaniem przekładanego naciążka) ów krążek do boku wieńca obwodowego, po którym się toczą koła obrotnicy *). Obrotnice, będące w częstem użyciu, otrzymują obracarki mechanicznie napędzane (W. Pr. St. § 11), np. silnikiem parowym lub spalinowym, stojącym na samej obrotnicy; łańcuchem lub liną zdala pociąganą, a przenoszącą ruch na obwód koła spółosiowego z pniem. Łańcuch taki lub lina napędza się ponajczęściej od tłoka hydraulicznego **); wreszcie w czasach ostatnich stosują

*) Georg Meyer. Grundzüge des Eisenbahn-Maschinenbaues, tom III, str. 237, Berlin 1886, u Wilh. Ernst'a i syna.

**) Centralbl. d. Bauverw., 1886, str. 491; Org. f. Fortschr. 1890, str. 49.

szerzej napęd elektryczny. Obrotnica powinna módz się obracać w obydwie strony, a jej prędkość obwodowa bywa około 30 m/min.

5. **Zamek**, czyli przyrząd unieruchomiający obrotnicę, składa się np. z dwóch zapadek, zapadających w stosowne zagłębienia w obu końcach obrotnicy. Większe obrotnice zamykają się na zasówki, leżące w osi toru, przesuwane poziomo za pośrednictwem dźwigni lub kółka pokrętczego (pokrętła), a wsuwające się w zagłębienia na obwodzie dołu. Ruch zasówki przenosi się na sygnał lub zaporę torową w ten sposób, iż dopiero zupełne wsunięcie zasówki daje swobodny przejazd na danym torze. Zamki bywają też zaopatrzone w urządzenia dodatkowe, hamujące ruch obrotnicy za jej zbliżaniem się do położenia kresowego. W ustrojach II i III próbowano, wzorując się na podobnych urządzeniach przy mostach obrotnych, podpierać czasowo końce obrotnic, podczas wzajdu na nie i wyjazdu. Urządzenia tego rodzaju, polegające na wznoszeniu i opuszczaniu podpór końcowych za pomocą klinów, dźwigni kolankowatych, mimośrodów i t. p., nie sprawdziły jednakże pokładanych w nie nadziei.

6. **Opór obrotu**. Oznaczając przez:

$G$ wagę wozidła stojącego na obrotnicy, w kg,
$g$ wagę własną obrotnicy właściwej, t. j. części biorącej udział w obrocie, w kg,
$W$ opór na obwodzie wieńca posadowego, w kg,
$W_u$ opór sprowadzony do obwodu samej obrotnicy, w kg,
$R$ promień obrotnicy, w cm,
$R_1$ promień kół obrotnicy, w cm,
$R_2$ promień wieńca posadowego, w cm,
$r_1$ promień większego czopa kół obrotnicy, w cm,
$r_2$ promień czopa piennego, w cm,
$\mu_1$ spółczynnik tarcia czopów kół,
$\mu_2$ spółczynnik tarcia dla czopa piennego,
$f$ spółczynnik tarcia przy toczeniu, w cm,
$\mu$ spółczynnik tarcia przy ślizganiu, pomiędzy kołem a wieńcem posadowym,

otrzymamy opór:

$$W = \frac{G+g}{R_1} \cdot (\mu_1 r_1 + f),$$ dla ustrojów Ia i Ib, a

$$W = \frac{G+g}{R_1} \cdot f$$ dla ustroju Ic.

Jeżeli się w ustroju II ciężar rozkłada w ilościach $Q_1$ na obwód, a $Q_2$ na czop pienny, przyczem $Q_1 + Q_2 = G + g$, to opory będą:

$$W = \frac{\mu_1 r_1 + f}{R_1} Q_1 + \frac{2}{3} \mu_2 \frac{r_2}{R_2} Q_2$$ dla ustrojów IIa i IIb,

$$W = \frac{f}{R_1} Q_1 + \frac{2}{3} \mu_2 \frac{r_2}{R_2} Q_2$$ dla ustroju IIc, wreszcie:

$$W_u = \frac{2}{3} \mu_2 \frac{r_2}{R} (G+g)$$ dla ustroju III.

Gdy w ustroju IIa dokonywamy obrotu za pośrednictwem jednego lub kilku kół obrotnicy, trących się o wieniec posadowy, to nacisk ogólny $Q_1'$ na te koła musi być przynajmniej:

$$Q_1' \geq \frac{W}{\mu}.$$

W rzeczywistości opory, zwłaszcza w ustroju IIc, bywają większe od wykazanych wzorami powyższymi, które nie mogły uwzględnić niedokładności wykonania.

Dane do obliczeń. $G$ dla ciężkich parowozów 65 do 140 t; $g = 95\,d^2$ do $105\,d^2$ pod parowozy, a $g = 150\,d^2$ do $180\,d^2$ pod wagony, przyczem $g$ w kg, a $d$ oznacza średnicę obrotnicy w m; $\mu_1 = \mu_2 = 0{,}1$; $\mu = 0{,}12$ do $0{,}15$; $f = 0{,}05$ cm. W ustroju IIa najbezpieczniej będzie obliczać belki główne tak, jak gdyby były wsparte wyłącznie w pośrodku (na pniu), natenczas bowiem nadmierne nawet podniesienie czopa piennego nie będzie połączone z niebezpieczeństwem. Podług Fränkel'a można obciążać bezpiecznie czopy ze stali tygłowej do 1200 kg/cm², czopy żelazne lub żeliwne natomiast tylko do 700 kg/cm².

**Przykłady.** Obrotnica parowozowa kolei pruskich z r. 1894. Długość toru nabrotnicowego: 16,067 m; średnica dołu: 16,2 m, przy głębokości: 1,6 m w środku. Ścianki dołu żeliwne, 0,67 m wysokie, 20 mm grube, przekroju dwuteowego; belki główne 1,34 m wysokie, lecz tylko w środkowej części na długości 5,215 m, zwężają się w końcach do 0,460 m; jedno z kół obrotczych napędza się obracarką, lepiej jednak stosować koło zębate i wieniec uzębiony; na zapas dodano dwie tuleje do dyszli: $R_1 = 40$ cm; $R_2 = 768$ cm; $r_1 = 6$ cm; $r_2 = 6$ cm; $g = 24{,}9$ t. W czasach ostatnich, dla zmniejszenia tarcia, podpierają też obrotnice hydraulicznie*), wtłaczając smar np. między czop pienny a siodło, albo między siodło a czapkę łożyska.

7. **Dół.** Posady pod ścianki boczne, pod wieniec posadowy i pod pień cięższych obrotnic, zagłębiają się aż do gruntu dziewiczego, a murują na cement, gdyż niewzruszone położenie tych części jest niezbędne dla prawidłowego obrotu. Wieniec posadowy układają przeważnie z szyn zwykłych na podkładkach, podlewanych cementem. By nie utrudniać rozruszania obrotnicy, należy unikać złączy szynowych we wieńcu torowym, któreby leżały pod kołami obrotnicy podczas jej bezruchu. Ścianki dołu albo murowane, a natenczas pokryte kamieniem ciosowym, albo żelazne lub żeliwne, a do ich wierzchu przytwierdzają końce szyn przyobrotnicowych, t. j. zbiegających się na obrotnicę. Ważnem jest należyte odwodnienie dołu, zazwyczaj do rowka, okalającego posadę pnia, a sprowadzającego wodę do studzienki, z której ją odprowadzamy kanałami podziemnymi. Dno dołowe wykłada się żwirem, brukiem kamiennym lub z cegły, betonem, a nawet asfaltem.

Posady pod lżejsze obrotnice w nasypach sadowią nieraz na podsypach piaskowych, pokrytych betonem**). Nacisk mniejszych obrotnic próbowano też rozłożyć na większe powierzchnie, stosując

*) Obrotnicę taką zbudowano np. na stacyi osobowej kolei Warsz.-Wied. w Warszawie.

**) Obrotnice takie zbudowano, np. na stacyi Kolei Anhaltskiej w Berlinie, p. Zeitschr. d. Hann. Arch. u. Ing.-Ver., 1884.

pełne, żelazne dna dołowe, albo przenosząc zapośrednictwem zastrzałów i ściągów nacisk pnia na ściankę obwodową *). Na kolejach oldenburskich stawiano też obrotnice (do 7 m średnicy) na podkładach podbijalnych bez wszelakiej posady murowanej **).

W Rosyi, na mocy rozporządzenia Zarządu Dr. Żel. z 24 i 25 stycznia 1902 r., Nr. 3979 na kolejach szerokotorowych, wobec zwiększenia długości parowozów, wszystkie nowe obrotnice mają mieć średnicę 19,2 m (63 st.). Istniejące mniejsze obrotnice należy zastąpić obrotnicami średnicy powyższej w zroku (terminie) ustanowionym w porozumieniu z Zarządem Dr. Żel.

## b. Układ geometryczny torów przyobrotnicowych, t. j. zbiegających się na obrotnicę.

**1. Tory rozbieżne** (rys. 985), przecinają się nawzajem, wymagając układania krzyżownic, których teoretyczne śpice dzióbów leżą w odstępach $\varrho_1$, $\varrho_2$ i $\varrho_3$ od środka obrotnicy, gdy jej promień $\varrho = {}^1/_2 D$ nie jest większy od:

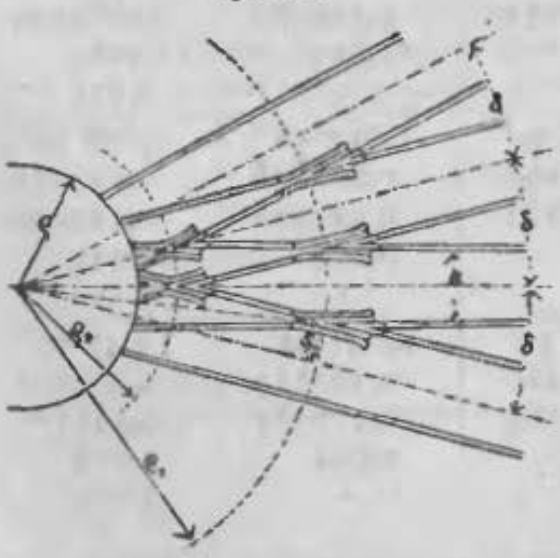
$\varrho_1 = \frac{s}{2 \sin {}^1/_2 \delta}$; w przybliż. $\varrho_1 = \frac{s}{\delta}$, przy jednokrotnem skrzyżowaniu się toków;

$\varrho_2 = \frac{s}{2 \sin \delta}$; w przybliż. $\varrho_2 = \frac{s}{2\delta}$, przy dwukrotnem skrzyżowaniu się toków;

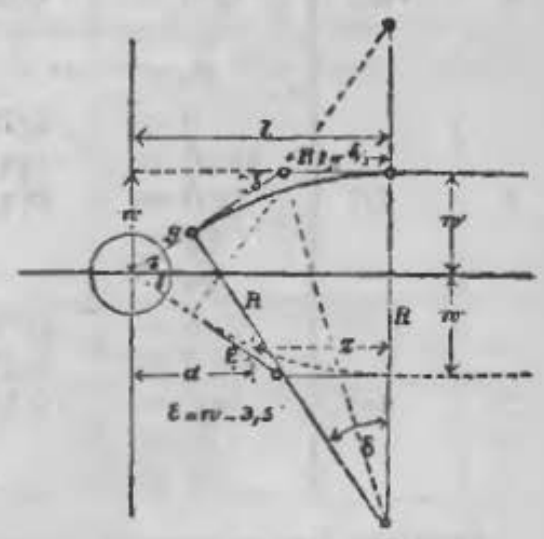
$\varrho_3 = \frac{s}{2 \sin {}^3/_2 \delta}$; w przybliż. $\varrho_3 = \frac{s}{3\delta}$, przy trzykrotnem skrzyżowaniu się toków.

We wzorach powyższych liczono jednakowe kąty $\delta$ między osiami rozbiegających się torów, a przez $s$ oznaczono prześwit toru.

Rys. 985.



Rys. 986.



*) Georg Meyer, Grundzüge des Eisenbahn-Maschinenbaues, tom III, str. 249.
**) Org. f. Fortschr., 1869.

Aby szyn, zbiegających się na obrotnicę nie przycinać we łbie, wypada, dla oznaczenia promienia obrotnicy, podstawić zamiast wartości $s$ wartość, zwiększoną o dwie szerokości łba szynowego, a więc np. $S = s + 120$ mm. Jeżeli naodwrót danym jest promień $\varrho$ obrotnicy, to z wzorów powyższych można oznaczyć kąt $\delta$, zapobiegający jeszcze jedno-, dwu-, albo trzykrotnemu skrzyżowaniu się toków. W tablicy poniższej zestawiono wyniki wzorów dla 5-ciu rozmaitych średnic obrotnicowych i toru średniego (1,435 m). Skos krzyżownic równa się: $\operatorname{tg}\delta$ przy jednokrotnem, a $\operatorname{tg}\delta$ i $\operatorname{tg}2\delta$ przy dwukrotnem skrzyżowaniu się toków.

## Obrotnice z rozbiegającymi się torami przyobrotnicowymi.

| · | Średnica dołu $D = 2\varrho$ m | Oznaczenia | Ilokrotność skrzyżowań tokowych | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | bez skrzyżowań | jednokrotne | dwukrotne |
| 1 | 16,2 | $\sphericalangle\,\delta =$ | 11°0′59″ | 5°30′29″ | 3°40′20″ |
| | | arc $\delta =$ | 0,192270 | 0,096135 | 0,064090 |
| | | $\operatorname{tg}\delta =$ | 0,194677 | 0,096431 | 0,064180 |
| | | $\varrho_1 =$ | · | 14,933 | 22,393 |
| | | $\varrho_2 =$ | · | · | 11,202 |
| 2 | 14,2 | $\sphericalangle\,\delta =$ | 12°34′26″ | 6°17′13″ | 4°11′29″ |
| | | arc $\delta =$ | 0,219456 | 0,109728 | 0,073152 |
| | | $\operatorname{tg}\delta =$ | 0,223048 | 0,110170 | 0,073284 |
| | | $\varrho_1 =$ | · | 13,084 | 19,621 |
| | | $\varrho_2 =$ | · | · | 9,817 |
| 3 | 12,5 | $\sphericalangle\,\delta =$ | 14°17′32″ | 7°8′46″ | 4°45′51″ |
| | | arc $\delta =$ | 0,249446 | 0,124723 | 0,083149 |
| | | $\operatorname{tg}\delta =$ | 0,254752 | 0,125374 | 0,083343 |
| | | $\varrho_1 =$ | · | 11,513 | 17,263 |
| | | $\varrho_2 =$ | · | · | 8,639 |
| 4 | 7,5 | $\sphericalangle\,\delta =$ | 23°55′56″ | 11°57′58″ | 7°58′39″ |
| | | arc $\delta =$ | 0,417696 | 0,208848 | 0,139232 |
| | | $\operatorname{tg}\delta =$ | 0,443812 | 0,211938 | 0,140140 |
| | | $\varrho_1 =$ | · | 6,884 | 10,315 |
| | | $\varrho_2 =$ | · | · | 5,170 |
| 5 | 4,4 | $\sphericalangle\,\delta =$ | 41°23′31″ | 20°41′45″ | 13°47′50″ |
| | | arc $\delta =$ | 0,722426 | 0,361213 | 0,240809 |
| | | $\operatorname{tg}\delta =$ | 0,881369 | 0,377785 | 0,245572 |
| | | $\varrho_1 =$ | · | 3,994 | 5,974 |
| | | $\varrho_2 =$ | · | · | 3,009 |

**Przykłady:** Ilość $n$ stanowisk, a raczej torów rozbiegających się z obrotnicy, położonej w parowozowni okrągłej, przy zachowaniu warunku uniknięcia skrzyżowań torowych, będzie: a) Gdy średnica obrotnicy $D = 12.5$ m, $n = 2\pi : 0{,}249446 = 25$; b) Gdy $D = 14{,}2$ m, $n = 2\pi : 0{,}219456 = 28$; c) gdy $D = 16{,}2$ m, $n = 2\pi : 0{,}192270 = 32$.

W parowozowniach wachlarzowatych półkolnych, t. j. obejmujących 180° pierścienia, przy jednokrotnych skrzyżowaniach się toków będzie: a) gdy $D = 12{,}5$ m, $n = \pi : 0.124723 = 25$; (stosując krzyżownice o skosie 1 : 8, t. j. ctg $\delta = 8$, arc $\delta = 0.124355$, otrzymalibyśmy również: $n = \pi : 0{,}124355 = 25$); b) gdy $D = 14{,}2$ m, $n = \pi : 0{,}109728 = 28$; c) gdy $D = 16{,}2$ m, $n = \pi : 0{,}096135 = 32$.

## 2. Tory równoległe, zbiegające się na obrotnicę.

Zasada: Łuk łączący tor z obrotnicą musi się kończyć przed jej obwodem, a pożądaną jest nawet prosta wstawka, przynajmniej 3 do 6 m długa, między tym łukiem a obrotnicą. Jeżeli się takie tory przed obrotnicą ze sobą krzyżują, to ich krzyżownice powinny również leżeć w tokach prostych. Potrzeba zatem kawałka prostej osi toru, mierzonej od środka obrotnicy:

$$g \geqq \frac{s_1}{\delta}, \text{ a raczej } g \geqq \varrho + 3 \text{ m}.$$

We wzorach powyższych (a więc i dla obliczenia wartości $\varrho$) należy podstawiać za $s_1$ największą zewnętrzną szerokość toru, a zatem mierzoną wraz ze stopami szyn, by uniknąć ich przycinania, np. $s_1 \sim 1{,}6$ m na kolejach średniotorowych. Zazwyczaj kąty $\delta$ są dostatecznie małe, aby ich wstawy, styczne i łuki uważać za nawzajem sobie równe. Z tem założeniem ważne będą poniższe wzory przybliżone, w których funkcye te oznaczono w skróceniu przez $\delta$, a przez $d$ odległość ukresu od środka obrotnicy.

a) **Trzy tory w układzie symetrycznym** (rys. 986, str. 323).

$$l = \frac{w}{\delta} + \frac{R\delta}{2}; \quad d = l - \sqrt{2R(w - 3{,}5) - (w - 3{,}5)^2};$$

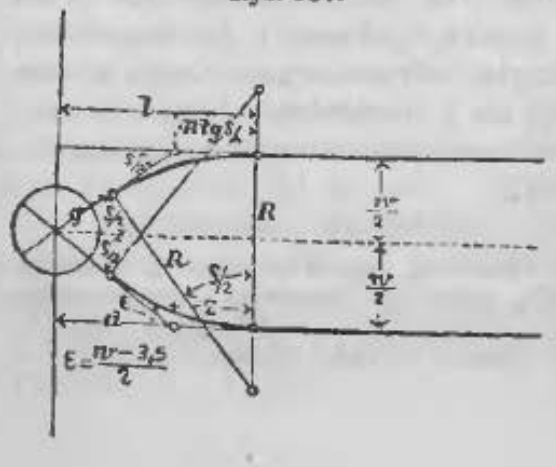
$$d \leqq \sqrt{2\frac{w - s_1}{R}} \text{ (warunek uniknięcia przeciwłuków).}$$

Odstęp torów bywa 4,5 m, promień łuku $R \geqq 180$ m, a dla torów wyłącznie wagonowych nawet $R \geqq 150$ m; tym wartościom odpowiadałyby: tg $\delta \leqq 1/6$, względnie tg $\delta \leqq 1/5$.

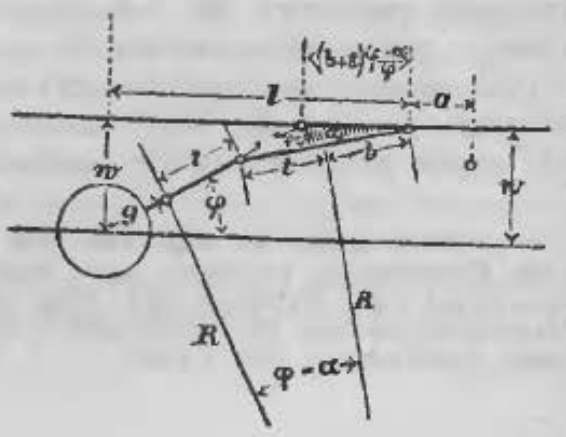
b) **Pięć torów w układzie symetrycznym**. Jeżeli $R_1$ oznacza promień łuku torów najbardziej zakrzywionych, a więc torów skrajnych to:

$$\delta \leqq \sqrt{\frac{w - s_1}{R_1}}.$$

Rys. 987.



Rys 988.



c) **Dwa tory w układzie symetrycznym** (rys. 987).

$$l = \frac{w}{\delta} + \frac{R\delta}{4}, \text{ a } d = l - \sqrt{2R\varepsilon - \varepsilon^2};$$

na $\delta$ i $\varepsilon$ należy wprowadzić wartości:

$$\delta \gtrless 2\sqrt{\frac{w - \varepsilon_1}{R}} \text{ i } \varepsilon = \frac{w - o}{2},$$

jeżeli przez $o$ oznaczymy szerokość, miarodajną dla ustawiania ukresów, a więc na kolejach średniotorowych $o = 3{,}5$ m.

Zakładając $w = 4{,}5$ m, $o = 3{,}5$ m, $R \leqslant 180$, wzgl. 150 m, otrzymamy $\delta \gtrless 0{,}254$, wzgl. 0,278, albo w przybliżeniu $\operatorname{tg}\delta = 1 : 4$, wzgl. $1 : 3{,}6$.

d) **Cztery tory w układzie symetrycznym**:

$$\delta \gtrless \sqrt{{}^4/_3 \frac{w - \varepsilon_1}{R_1}}.$$

**3. Rozjazd wiodący na obrotnicę** (rys. 988). Wartością krańcową kąta $\delta$ będzie kąt $\varphi$:

$$\varphi \gtrless \sqrt{\frac{2(w - \varepsilon_1 - b\,a)}{R} + a^2}, \text{ a } y = \frac{\varepsilon_1}{\varphi}.$$

Zakładając np. $w = 4{,}5$, $R = 180$, wzgl. 150 m, $a = 0{,}1$, $b = 16$ m, otrzymamy: $\varphi \gtrless 0{,}1563$, wzgl. 0,165, a $y = 10{,}02$, wzgl. 9,7 m.

## c. Przesuwnice *).

Długość przesuwnicy równa się przynajmniej największemu rozstępowi osi wozidła z dodaniem chociażby 0,5 m. Przesuwnice parowozowe miewają 12 do 16,2 m, wagonowe zaś 4 do 8 m długości. Pruskie koleje układają w dole pod przesuwnice parowozowe czterotokowy tor posadowy, w którym każdy z dwóch toków pośrednich składa się z pary szyn tuż obok siebie leżących, a pozostawiających między sobą tylko żłobek na obrzeże kół przesuwnicy. Obrzeże to bowiem u kół pośrednich leży nie po brzegu obręczy kół, lecz połowi jej szerokość. W naprawniach do przesuwania parowozu po odczepieniu tendra, jakoteż i do wagonów, stosują przesuwnice około 8 m długie. Przesuwnice budują się z tych samych tworzyw (materyałów), co i obrotnice. Drzewo, jakkolwiek przez § 45 W. T. dozwolone na przesuwnice wagonowe, nie częste jednak znajduje zastosowanie.

*) Eisenbahnbau der Gegenwart tom II; Handb. d. Ing.-Wiss. tom V; Vorträge über Eisenbahnbau, rozpoczęte przez Winkler'a, zesz. III, Obrotnice i przesuwnice, opracowane przez Fränkla, 2 wyd., Praga 1876 u Dominicus'a. Grundzüge des Eisenb. Maschinenbaues tom III, Berlin 1896 u Wilh. Ernst'a i syna. Musterzeichnungen der preus. Staatsbahn. r. 1890 i 1894.

1. **Przesuwnice z dołem** w torach głównych, z wyjątkiem końca tych torów, są niedozwolone (P. R. g. § 3; W. Pr. St. § 11; W. T. * § 45; Z. K. d. § 36), a głębokość dołu nie ma przekraczać 0,5 m. Należyte odwodnienie dołu jest niezbędne. Szyny naprzesuwnicowe spoczywają na podłużnych belkach przesuwnicy, wspartych poprzecznicami, które znów wiszą u łożysk kół przesuwnicy. Koła te otrzymują znaczne średnice (np. 0,8 m na kol. prus.), aby zmniejszać opory przesuwania; wystają one zatem ponad tor kolejowy, co znów zmusza do odsunięcia ich od osi toru aż poza obrysie. Poprzecznice leżą parami obok siebie, obejmując koła, a spodem mogą sięgać i poniżej wierzchu szyn posadowych, po których się toczą koła przesuwnicy. Pod ciężkie wagony i parowozy układają 4 do 8 takich toków posadowych, a po każdym z nich toczą się dwa koła przesuwnicy Dla prawidłowego prowadzenia przesuwnicy część jej kół posiada zwykłe obrzeża boczne, albo też obrzeża w połowie szerokości obręczy, które wymagają jednak toków dwuszynowych. Szyny układają się na oddzielnych kamieniach ciosowych, lepiej zaś na podkładkach leżących na podmurowaniu nieprzerwanem. Wytrzymałość poszczególnych części powinna się przystosować do nacisków kół taboru. Do unieruchomienia przesuwnicy, gdy stanie nawprost toru kolejowego, stosują te same środki, co przy obrotnicach, a więc np. zasówki. Pokład na przesuwnicach bywa albo drewniany, z bali, albo z blachy karbowanej lub na krzyż żeberkowanej, 8 mm grubej.

Urządzenia do przesuwania. Lżejsze przesuwnice popychają robotnicy, ciągną konie, albo kołowroty. Do przesuwania większych i cięższych stosują suwarki napędzane ręcznie, albo silnikami, a mianowicie parowymi, spalinowymi i t. p., ustawionymi na samej przesuwnicy, a w takim razie ruch suwarki przenosi się na jedno lub na kilka kół przesuwnicy. By nie obciążać przesuwnicy suwarką, a zwłaszcza silnikiem, stosują napęd linowy: tłok hydrauliczny napędza linę, która ciągnie przesuwnicę, albo też lina okrężna krąży stale wzdłuż całego dołu, a stosownie do pożądanego kierunku ruchu, przykleszczamy przesuwnicę do jednego lub drugiego toku liny. Sama lina napędza się od silnika stale ustawionego. Z przyrządami do przesuwania przesuwnicy łączą się często i przyrządy do poruszania wozideł na przesuwnicę i z niej, ponajczęściej w postaci przyciągarek. Przesuwanie zapośrednictwem kół zębatych wechwytujących w zębnice, albo krążków ciernych, przyciskanych do szyn, okazało się raniej dogodnem. W ostatnich czasach zyskują przewagę w poruszaniu przesuwnic prądniki (silniki elektryczne), jako nie ciężkie, stawiane bezpośrednio na przesuwnicy, a otrzymujące prąd z przewodnika wzdłuż dołu leżącego. Prędkość przesuwania do 30 m/min.

2. **Przesuwnice bezdołowe**, przeważnie tylko wagonowe. Poszczególne ustroje różnią się zasadniczo od siebie położeniem kół nazewnątrz toru naprzesuwnicowego lub śród niego. Rozróżniamy zatem:

I. Przesuwnice o kołach wyłącznie wewnętrznych (ustroje Dunn'a, Prüsmann'a i t. p.).

II. Przesuwnice o kołach wyłącznie zewnętrznych, a mianowicie:

a) Z wązkiemi przerwami w podprzesuwnicowym torze kolejowym na swobodne przejście dla poprzecznic przesuwnicy.

b) Bez przerw toru podprzesuwnicowego, o wysokich podłużnicach, złączonych ze sobą ponad wozidłem przesuwanem.

III. Przesuwnice o kołach wewnętrznych i zewnętrznych (ustroje Klett'a, Nollau'a i t. p.).

Wadliwością ustroju I-go jest wielki opór ruchu, spowodowany małą średnicą kół, która nie może przekraczać 330 mm. Ustrój Prüsmann'a, o kołach naprzemiannie leżących, toczących się po tokach dwuszynowych, zmniejsza uderzenia przy przejściu przez żłobki torowe.

Przerwy toru kolejowego, 50 do 100 mm, nieodzowne w ustroju IIa, czynią go wprost nieprzydatnym w torach głównych i ograniczają jego zastosowanie do torów naprawiarni, gdzie naodwrót ustrój ten jest zupełnie właściwy. Umożliwia on bowiem znaczną wysokość poprzecznic i ułożonych na nich podłużnic, wielką średnicę kół zewnętrznych, zapewnia zatem sztywność całej przesuwnicy i lekki jej bieg. Np. przy długości użytkowej 8 m stosują cztery szyny posadowe, koła 0,8 do 0,9 m średn., w rozstępie 4,3 m; każda para kół osadza się na spólnej osi w odstępie 1,5 do 2 m. Ustrój ten zastosowano ongi na Dworcu Potsdamskim w Berlinie nawet pod parowozy, w stanie roboczym będące, a mianowicie przesuwnica ta biegła po 8-iu szynach, napędzana hydraulicznie; usunięto ją z powodu wprowadzenia dłuższych parowozów w r. 1893 *).

Znamiennym przykładem ustroju IIb jest przesuwnica, wykonana swego czasu przez Borsig'a, pod próżne parowozy, bez tendra. Dwie wysokie podłużnice (kratownice) łączą się górą (wspornikowo) poprzecznicami, ułożonemi ponad obrysiem wozidła, dołem zaś pełną płytą z blachy, zastępującą i poprzecznice dolne i ich wzajemne usztywnienie, a nawet pokład. Od zewnątrz podłużnice te wspierają się wspornikami na łożyskach kół. Ustrój tego rodzaju zmniejsza do granic możliwych różnicę poziomów między wierzchem toru kolejowego i naprzesuwnicowego. Przesuwnicę ustroju pokrewnego zastosowała też francuska Kolej Północna **).

Ustrój III, jako wykonalny bez wszelakich przerw torów kolejowych, może znaleść zastosowanie nawet w torach głównych, a nadaje się w szczególności do przerządzania wagonów, tak towarowych, jak i osobowych, lecz do takiego celu pożądanym jest napęd mechaniczny. Koła wewnętrzne miewają około 0,3 m średnicy, zewnętrzne mogą być większe. Każda z poprzecznic, jako podparta i w swej części środkowej i na końcach, może nad szynami toru podprzesuwnicowego otrzymać przekrój względnie nizki, np. składać się tylko z płaskownika, gdyż punkty jej podparcia są do siebie bardzo zbliżone (0,45 do 0,6 m). Mimo to zawsze wierzch toru na-

*) Zeitschr. f. Bauwesen, 1875, str. 505.

**) Georg Meyer, Grundzüge des Eisenbahn-Maschinenbaues, tom III, str. 285, Berlin, 1886, u Wilh. Ernst'a i syna.

przesuwnicowego będzie leżał przynajmniej o kilka cm ponad torem podprzesuwnicowym, skutkiem czego wozidło, wjeżdżające na przesuwnicę, musi się wznieść o tęże różnicę poziomów. By to umożliwić, dodaje się w końcu toru naprzesuwnicowego przedłużenie, przyłączone przegubowo, podtrzymywane sprężynami ponad torem kolejowym, a poddające się pod naciskiem kół wozidła, wjeżdżającego na przesuwnicę.

3. **Opory przesuwania**. Jeżeli oznaczymy przez:

$Q$ wagę ogólną przesuwnicy, wraz z obciążeniem, w kg,
$Q'$ obciążenie kół napędzających przesuwnicę, w kg,
$W$ opór przesuwania, mierzony na obwodzie tychże kół, w kg,
$R$ promień kół przesuwnicy, w cm,
$r$ promień czopów tychże kół, w cm,
$\mu_1$ spółczynnik tarcia czopowego tychże kół,
$\mu$ spółczynnik tarcia przy ślizganiu między kołami a szyną,
$f$ spółczynnik tarcia przy toczeniu, w cm,

to otrzymamy opór: $W = \frac{\mu_1 r + f}{R} Q$, i warunek $Q' \geqq \frac{W}{\mu}$.

Średnio można liczyć: $\mu_1 = 0{,}1$; $\mu = 1/7$ do $1/8$; $f = 0{,}05$ cm.

## C. Stacye kolejowe *).

### a. Układy zasadnicze stacyi.

Stacye kolejowe można dzielić na rodzaje i gatunki z różnych punktów widzenia, a mianowicie pod względem: 1) ich **położenia** w stosunku do sieci kolejowej; 2) ich **kształtu** w planie; 3) ich **przeznaczenia**; 4) ich **ważności** i t. p.

1) Pod względem **położenia** stacyi w stosunku do sieci kolejowej rozróżniamy stacye: krańcowe, pośrednie i węzłowe, które znów mogą być rozjazdowe, krzyżne, wreszcie wielokierunkowe. Stacya rozjazdowa może być albo krańcową dla wszystkich trzech, zbiegających się w niej linii kolejowych, albo krańcową tylko dla jednej linii, a pośrednią dla pozostałych dwóch kierunków, wreszcie stacyą na rozgałęzieniu się linii. Podobnie i stacya węzłowa, wielokierunkowa.

2) Pod względm **kształtu** stacyi w planie rozróżniamy stacye, oraz dworce: czołowe i przelotowe, które znów mogą być: boczne, półwyspowate i wyspowate.

**Dworce czołowe** są przedewszystkiem właściwe na końcu traktu kolejowego, gdy jego przedłużenie w przyszłości uważać można za wykluczone, a jako dworce pośrednie i węzłowe, np. gdy kolej wprowadza się w głąb większego miasta, by skrócić oddalenie od jego

*) A. Świętochowski, w Wielkiej Encyklopedyi powszechnej, ilustrowanej, artykuł: Kolejowe stacye; Eisenbahnbau der Gegenwart. III, Stacye, Wiesbaden, 1899; Heusinger v. Waldeck. Handbuch f. spezielle Eisenbahntechnik. tom I, rozdział IX, XII i XIII; Schmitt, Vorträge über Bahnhöfe u. Hochbauten auf Locomotiveisenbahnen, Lipsk, 1873 i 1880; A. Goering. Stacye kolejowe w Roll'a: Encyklopädie des Eisenbahnwesens, tom I, 1890; Lueger, Lexicon der gesammten Technik, tom 1, 1894.

środka do dworca. Jeżeli stacya czołowa jest pośrednią, to, oprócz szlaków wjazdowych i wyjazdowych stacyi czołowej, łączą się zazwyczaj obydwa te szlaki kolejowe i bezpośrednio, w blizkości ich rozgałęziania się, a to celem skrócenia drogi dla pociągów przejściowych, np. towarowych, nadzwyczajnych i t. p. (W. T. § 37).

Na stacyach węzłowych stosujemy też układ mięszany, a więc przelotowy dla szlaków przelotowych, z dodaniem wsiadów odczołowych dla traktów kończących się na danej stacyi. Większe stacye towarowe budujemy ponajczęściej w układzie czołowym, t. j. ze ślepo się kończącymi torami.

**Stacye przelotowe** są układem najczęściej stosowanym na stacye pośrednie, nawet węzłowe, dla których jednakże stosujemy i układ mieszany, t. j. ze wspomnianymi już powyżej wsiadami odczołowymi dla traktów, kończących się na danej stacyi. Układ przelotowy, albo mieszany, z licznymi wsiadami międzytorowymi, dostępnymi bez przekraczania torów lub z dodatkowymi wsiadami odczołowymi, nadaje się bardzo dobrze nawet na stacye pierwszorzędnej ważności. Dla stacyi przelotowych budują się też poczekalnie i t. p. powyżej poziomu torów, a nawet wprost ponad nimi (projektowany dworzec Warsz.-Wied. w Warszawie), albo też poniżej poziomu toru (Lwów) a nawet pod torami (dworce kolei miejskiej w Berlinie).

**Dworce półwyspowate** nadają się przedewszystkiem na stacye rozjazdowe, zwłaszcza gdy obydwie odnogi rozgałęziające się z traktu rdzennego są w przybliżeniu równoważne. Dworzec staje natenczas na półwyspie z dwóch stron otorzonym, który łączy się bezpośrednio z miastem, o ile ono leży między szlakami odgałęziającemi się. W przeciwnym zaś razie należy urządzić dojazd do dworca przez przejazd nadtorowy lub podtorowy. Dworce półwyspowate budujemy w planie bądź to w postaci klina, bądź też prostokątne.

**Dworce wyspowate**, t. j. ze wszech stron otorzone, nadają się przedewszystkiem do stacyi krzyżnych, lecz również i do stacyi rozjazdowych lub węzłowych wielokierunkowych. Poszczególne wsiady powinny być dostępne (przynajmniej na dworcach ważniejszych) bez przekraczania torów, a więc za pośrednictwem schodów z mostów nadtorowych, a lepiej z tuneli podtorowych, które umożliwiają zmniejszenie różnicy poziomów, na jaką podróżni muszą się wznosić po schodach. Oprócz wsiadów międzytorowych bywają na dworcach wyspowatych i wsiady odczołowe, dla traktów kończących się na danej stacyi. Wsiady takie mogą przylegać do jednego tylko czoła dworca, albo też do obydwóch. Dostęp do dworca wyspowatego uskutecznia się najdogodniej od jednej z jego stron czołowych, prowadząc drogę po przejeździe nadtorowym lub podtorowym. Zamiast tego układu zwykłego, stosują też od strony miasta oddzielny budynek zajazdowy, oddzielony szlakiem kolejowym od dworca właściwego, a łączący się z nim poprzez tunel podtorowy lub korytarz nadtorowy.

Jeżeli stacya krzyżna, wraz z wsiadami leży tuż przy przeprowadzeniu jednego traktu kolejowego ponad drugim, to wsiady obydwóch traktów będą się znajdowały na różnych poziomach, które należy połączyć schodami. Dworzec takiej stacyi dwupo-

ziomowej jest właściwie dla każdego z traktów zwykłym dworcem bocznym, przelotowym, podobnie też stacya dla każdego traktu poszczególnego staje się poniekąd zwykłą stacyą przelotową (np. stacya Osnabrück).

3) Pod względem **przeznaczenia** należałoby rozróżniać stacye osobowe, towarowe i gospodarcze.

**Stacye osobowe** bywają śródmiejskie, podmiejskie i zamiejskie, a krańcowe stacye większych miast miewają niekiedy oddzielne dworce na przyjazd i odjazd, a nawet na pośrednich stacyach większe dworce miewają oddzielne zajazdy dla wyjeżdżających i przyjeżdżających.

Podobnie też większe **stacye towarowe** dzielą się na naładowcze i wyładowcze, na pograniczu zaś lub przy zbiegu traktów o różnej szerokości torów, urządzają oddzielne stacye przeładowcze. Niezależnie od powyższego stacya towarowa może być ogólna, przeznaczona na wszelkiego rodzaju towary, albo też swoista, przeznaczona na jeden gatunek towaru, np. stacya węglowa, stacya bydlęca i t. p.

**Stacye gospodarcze** pod względem swego przeznaczenia dzielą się jeszcze na podgatunki, jako to: przerządnie, służące do przerządzania pociągów; stacye naprawcze przy większych naprawniach; stacye oporządcze do czyszczenia pociągów i zasilania ich gazem, elektrycznością i t. p.; wreszcie stacye wodne, węglowe, zborne i t. p. Stacye na towary pospieszne łączą się ponajczęściej ze stacyami osobowemi.

4. Pod względem **ważności** stacyi rozróżniamy: a) wymijanki, na których się wymijają pociągi traktów jednotorowych; b) przystanki, na których przystają tylko nieliczne pociągi; c) wreszcie stacye właściwe, które się jeszcze pod względem swej ważności dzielą na stacye I, II, III i IV-ej klasy. Szlak wreszcie między stacyami pod względem sygnałów dzieli się stacyami blokowemi.

Przepisy dotyczące stacyi są zawarte P. K. d. § 6, 12, 13, 14; W. T. § 34—37; Z. K. d. § 30 i 31; W. Pr. St. z r. 1905.

## b. Położenie i długość stacyi, oraz krzywości i spadki na stacyach.

1) **Odstępy międzystacyjne**, a przynajmniej odstępy między wymijankami, telegraficznie połączonemi, na kolejach jednotorowych mają nie przekraczać 8 km, o ile Urząd Kolejowy Państwa Niemieckiego tego zażąda (Z. K. g. § 12).

Jeżeli się wykonanie takiej wymijanki odracza na przyszłość, to należy jednak zaraz podczas budowy kolei przysposobić pod nią torowisko rozszerzone, wraz z podtorzem, a szyny i rozjazdy, wraz z urządzeniem telegraficznem, trzymać w pogotowiu (Z. K. g. § 12).

2) **Długość stacyi** pozostaje w zależności od długości pociągów. W pociągach osobowych można średnio na każdą oś liczyć po 4,5 do 5 m, doliczając do tego na parowóz z tendrem po 15 do 17,6 m. Podług § 12-go Z. K. g. na wymijankach kolei jednotorowych należy liczyć 550 m, t. j. na pociąg wojskowy, 110-cio osiowy. Pociągi takiej długości są jednak możliwe tylko na szlakach o pochyłościach,

nieprzekraczających 3,5 do 4‰. W pociągach towarowych średni odstęp międzyosiowy bywa zazwyczaj mniejszy. O dozwolonych długościach pociągów, a raczej ilości ich osi, p. str. 230.

**Użytkową długość toru** określają ukresy (str. 303).

Stacya powinnaby leżeć w szlaku **prostym**, a jeżeli leży w krzywej, to zaleca się, wstawiać dwie wstawki proste na rozjazdy w obu końcach stacyi, same zaś tory stacyjne, wraz z wsiadami (peronami) zakrzywiać.

3) **Promień krzywości** w torach stacyjnych i rozjazdach, przez które przejeżdżają całe pociągi, ma być przynajmniej 180 m, a w rozjazdach wjazdowych większy; jeżeli wreszcie pociągi pospieszne mijają stacyę (bez zatrzymania się), to nie mniejszy od 300 m, lepiej 500 m. Wogóle należy tak projektować rozjazdy, aby pociągi mogły przejeżdżać przez nie z większą prędkością, a więc aby pod śpic jeździły zawsze w prosty tor zasadniczy rozjazdu, a nie w zakrzywiony tor zwrotny.

Wstawka prosta między przeciwłukami przełącza rozjazdowego ma być przynajmniej 6 m, lepiej większa.

Między końcem łuku przejściowego krzywej szlakowej, a śpicem iglicowym rozjazdu wjazdowego na stacyę, trzeba pozostawić przynajmniej 6 m toru prostego, a nie przechylonego (W. Pr. St. § 5; W. T. § 34 i 39). Dogodniej nieraz będzie zastąpić taki układ rozjazdem w łuki, o łagodnej krzywości toru zasadniczego, t. j. o promieniu 500 m lub więcej, a o torze przechylonym.

4) **Pochyłości na stacyach**. Pożądanem jest, aby w rysie pochyłych kolei tak sama stacya, jak i obustronne jej przedłużenia o długość pociągu, leżały w poziomej, łączacej się obustronnie ze spadkami, nie przekraczającymi jednak 5‰. Położeniem takiem ułatwiamy i zatrzymywanie pociągu wjeżdżającego i rozbieg pociągu wyjeżdżającego, a zabezpieczamy postój. Podobne położenie stacyi niezawsze da się osiągnąć. Zawsze jednak jest pożądanem, aby stacya leżała w poziomej, a gdy i to niemożliwe, przynajmniej w pochyłej nie ponad 2,5‰ (W. T. § 34).

Aby zapobiedz staczaniu się wozideł (np pod wpływem wichrów) ze stacyi na szlak, należałoby na obustronnych szlakach tuż przy stacyi unikać spadków ponad 5‰, przynajmniej na długość pociągu.

Gdy tuż za stacyą rozpoczyna się szlak o spadku bardziej stromym, a zwłaszcza gdy i sama stacya leży w spadku, należy stosować właściwe środki, zapobiegające staczaniu się wagonów ze stacyi na ów szlak, np. rozjazdy i tory do zbaczania, albo zapory torowe. Jeżeli zaś szlak o stromym spadku prowadzi na stacyę, to do zatrzymania rozpędzonych wozideł, pędzących na stacyę, urządzają bocznice ratunkowe, np. stromo się wznoszące lub napiaszczone *).

**Największa pochyłość dozwolona** na stacyach, wymijankach i przystankach, posiadających rozjazdy (W. T. § 35), nie ma przekraczać

*) Centralbl. d. Bauverw., 1885, str. 100 i 105; Civiling, 1893, Köpcke: „O torach napiaszczanych"; Goering, w Glasers Annalen, 1896, tom 38.

$2{,}5^0/_{00}$, lecz na przerządniach można stosować i tory bardziej strome (Z. K. g. § 7; W. T. § 34). Na stacyach kolei drugorzędnych Z. K. d. w § 30 zalecają również nieprzekraczanie tej samej granicy pochyłości.

Rozjazdy w torach, głównych, pochyłych ponad $2{,}5^0/_{00}$, należałoby tak układać, aby się iglice kierowały śpicami ze spadkiem, a więc aby jazda pod śpic była możliwa tylko w kierunku pod górę.

**O zaokrągleniach załomów pochyłości** na szlakach tuż przy stacyach p. str. 230.

## c. Tory stacyjne, oraz ich połączenia.

Nawet na **kolejach jednotorowych** stacye pośrednie powinny posiadać przynajmniej **dwa tory główne**, uwzględniające ustalony kierunek jazdy, np. w Rosyi i Niemczech na prawo, w Austryi, Francyi, Włoszech i t. p. na lewo. Tory te są również pożądane i na stacyach krańcowych.

Dawniej panowała zasada przesuwania wyjazdu ze stacyi kolei jednotorowych w bok względnie do wjazdu, a to w celu otrzymania wjazdu na stacyę z obydwu szlaków po torze prostym, przy którym to układzie tylko wyjeżdżające pociągi przejeżdżałyby przez łuk rozjazdu (W. Pr. St. § 4). Obecnie jednak z powodu wielkiej prędkości, z jaką przejeżdżają pociągi pospieszne przez stacye pośrednie, przeważa na kolejach pruskich zasada wprost odwrotna, a mianowicie przeprowadzania głównego toru przejazdowego w kierunku prostym, bez przesunięcia (W. Pr. St. § 4).

Niezależnie od powyższego obowiązuje zasada ogólna unikania wedle możności rozjazdów podśpicowych, t. j. takich, przez które pociągi przejeżdżać muszą pod śpic. Odstępstwo od tej zasady dozwala się jedynie w razach istotnej potrzeby, np. na szlakach się rozgałęziających lub krzyżujących, do wycofania pociągów towarowych z torów głównych i t. p. Zastosowanie rozjazdu półkrzyżnego dozwala niekiedy na uniknięcie podśpicowego.

Zasada powyższa nabiera szczególnej ważności na mniejszych stacyach pośrednich, przez które pociągi pospieszne przejeżdżają bez zatrzymywania się, oraz na wjeździe do wielkich stacyi, zazwyczaj bardzo oddalonym od miejsca zatrzymywania się pociągów, które zatem na owym wjeździe posiadają jeszcze znaczną prędkość (W. Pr. St. § 3).

Zastąpienie rozjazdu podśpicowego, prowadzącego w tory boczne, rozjazdem odwrotnie skierowanym, przez który pociąg się cofa w te tory, nie zawsze jest celowe, zwłaszcza gdy przytem trzebaby skrzyżować drugi tor główny; a dla długich pociągów utrudniają niejednokrotnie takie rozwiązanie i stromości szlaków przystacyjnych. Wobec udoskonalenia ustroju rozjazdów zaczynają zanikać obawy przed stosowaniem rozjazdów podśpicowych.

Nawet na stacyach podrzędnych, na których na razie torów bocznych się nie wykonywa, należy pozostawić miejsce swobodne przynajmniej na dwa takie tory, odsuwając stosownie budowle stacyjne od torów głównych.

**Tor wyciągowy** na stacyach najdogodniej urządzać w postaci przedłużenia toru przeczekalnego, t. j. jako tor trzeci, obok głównych leżący. Przy takiem bowiem położeniu można pociąg wyciągnięty przerządzać w dalsze tory boczne bez tamowania przejazdu po torach głównych (W. Pr. St. § 9).

Na stacye **krzyżne, węzłowe** i t. p. pociągi powinny módz wjeżdżać ze wszystkich kierunków **równocześnie**, a z pełnem bezpieczeństwem. Tory główne nie powinny się zatem krzyżować na samej stacyi, lecz poza nią i to nie w jednym poziomie; a więc trzeba jeden szlak przeprowadzić ponad drugim. Na samej zaś stacyi łączą się wszystkie linie kolejowe nawzajem ze sobą torami przełącznymi możliwie w sposób taki, któryby pociągi nadchodzące zmuszał poniekąd do zatrzymywania się na swej linii, zanim przejdą na drugą (Z. K. g. § 13).

Każdy tor główny powinien posiadać swe **oddzielne** pobrzeże wsiadowe (W. Pr. St. § 8).

Należy niemniej wedle możności unikać wszelkich skrzyżowań torów głównych z torami bocznymi, zwłaszcza po stronie wjazdu na stacyę.

**Skos** krzyżni i rozjazdów krzyżnych nie ma być zbyt mały, nie mniejszy od 1 : 10, lepiej 1 : 9, a na przerządniach nawet 1 : 8 (W. T. § 41). Aby jednak promień łuków w rozjazdach nie był zbyt mały, nie można powiększać skosów tych nadmiernie. Koleje pruskie stosują obecnie przeważnie 1 : 9 (W. Pr. St. § 2), lecz zamierzają wprowadzić mniejsze skosy w rozjazdach, przez których łuki przejeżdżają niezatrzymujące się pociągi pospieszne. Z drugiej jednak strony również zalecenia godnem jest, aby wszystkie rozjazdy tej samej stacyi (a nawet całego traktu kolejowego) miały skosy jednakowe, a to w celu uniknięcia niepotrzebnych przeciwłuków między rozjazdami i zawiłości w ich układzie; nadto zwiększanie ilości modeli tych części również nie może być pożądane. Mimo to na przerządniach stosują zazwyczaj skosy większe, np. 1 : 8, w celu skrócenia torów.

Między śpicami iglicowymi dwóch rozjazdów jednakowozwrotnych, a śpicami ku sobie zwróconych, odstęp musi być nie mniejszy niż 3 m, lepiej przynajmniej 6 m. Większa z tych miar obowiązuje dla rozjazdów przeciwniezwrotnych (W. Pr. St. § 4). Dalsze szczegóły o rozjazdach p. ustęp o rozjazdach, str. 300 i nast.

O **obrotnicach i przesuwnicach** na stacyach p. str. 318 i nast.

Koniec torów ślepych należy zabezpieczać zaporem stałym, a więc np. odbojem ze zderzakami sprężynującymi. Kozły podtrzymujące odbój wzmacnia się też dodatkowo nasypem ziemnym. Podobne zabezpieczenie odbojem jest niezbędne i przy ładowniach czołowych. Zamiast zderzaków sprężynujących zastosowano, np. na Dworcu Potsdamskim w Berlinie *), na ślepych końcach torów osobowych, odboje hydrauliczne. Napiaszczenie, albo nażwirowanie torów przed

*) Centralbl. d. Bauverw., 1890, str. 116, 124, 186, a przedewszystkiem 398. W temże czasopiśmie, z r. 1892, str. 185 podał Wittfeld teoryę takich odbojów.

zaporami na długości 15 do 20 m, a na 5 do 10 cm ponad wierzch szyn, wchodzi w użycie. Wspiera ono zaufnie działanie zaporów torowych, może nawet samo stanowić skuteczny taki zapór, zmniejsza natomiast użytkową długość toru, czego unika ustrój, obmyślony przez Köpcke'go *). Przestawne zapory torowe, podług W. T. § 30-go, dla czasowego zamknięcia przejazdu przez rozjazd, należy stawiać w oddaleniu przynajmniej 3 m od ukresu **).

## d. Odstępy torów i wsiady (perony).

**Obrysia** podano na str. 218 i nast., oraz 227 i 228.

Na niemieckich kolejach głównych wzajemne **odstępy torów** stacyjnych mają być przynajmniej 4,5 m, a na większych stacyach należy niektóre odstępy zwiększyć do 6 m, aby umożliwić bezpieczne chodzenie wzdłuż torów, np. obok toru rdzennego rozjezdni (W. Pr. St. § 6); wreszcie gdy na międzytorzu mieścić się mają budowle lub wsiady, odstęp ten musi być stosownie jeszcze większy. Wsiady międzytorowe wymagają większych odstępów torowych, a mianowicie: jednostronne przynajmniej 6 m (Z. K. g. § 9); obustronne 9 m, lecz przynajmniej 10,5 m, gdy schody, wiodące na wsiad, zajmują część jego szerokości. W. T. w § 38-ym dozwalają szerokość 4,7 zamiast 6 m na podrzędniejszych stacyach kolei głównych, 4,5 m dla kolei drugorzędnych, co jednakże jest miarą zbyt skąpą.

Ponieważ na szlaku kolei dwutorowych odstęp torów jest mniejszy niż na stacyach, przeto niezbędnem jest **zwiększanie tego odstępu** przy wjeździe na stacyę, a mianowicie za pośrednictwem łuków, których promienie nie powinny być mniejsze niż 300 m, lepiej 1000 m. Najdogodniejszem rozwiązaniem będzie odsunięcie tego toru głównego, przy którym leży wsiad główny, w ten bowiem sposób wszystkie pozostałe tory stacyjne i wsiady mogą być proste. Na przystankach można zmniejszyć ową różnicę w odstępach torowych przez zastosowanie obustronnie wsiadów przytorowych, co dozwoli sprowadzić odstęp torów na przystanku do 4,5 m, mniejszy bowiem odstęp powodowałby już niebezpieczeństwo i nie dozwalałby na ustawienie niezbędnej niekiedy przegrody międzytorowej (W. Pr. St. § 7; W. T. § 34 ***).

**Wsiady** wznoszą się ponad wierzch szyn na 21 do 38 cm (Z. K. g. § 16; W. T. § 47), wsiady wyższe można budować tylko za oddzielnem zezwoleniem Urzędu Kolejowego (por. str. 226). Jeżeli podróżni mają przechodzić przez tory, albo wózki tłómokowe lub pocztowe przez nie przejeżdżać, to wznios wsiadów ponad wierzch szyn nie ma przekraczać 35 cm (W. T. § 47, ustęp 4). Odległość krawędzi wsiadu od osi toru musi przystosować się do obrysia, może

*) Civiling, 1893; Glasers Annalen, 1896, tom 38.

**) Georg Meyer, Grundzüge des Eisenbahn-Maschinenbaues, tom III. str. 188, Berlin 1886, u Wilh. Ernst'a i syna.

***) H. Oberbeck, w Centralbl. d. Bauverw., 1888, str. 89.

zatem być 1,5 m przy wsiadach do 38 cm wzniesionych. W. Pr. St. w § 7-ym dozwalają jednakże taką odległość tylko do wzniosu 35 cm.

**Słupy**, jakoteż i inne przedmioty, stale na wsiadach ustawione (np. budki, latarnie, zagrody i t. p.), o ile się one wznoszą wyżej niż 0,76 m ponad wierzch szyn, nie powinny zbliżać się do osi toru, przez ów wsiad obsługiwanego, na więcej niż 3 m na kolejach głównych, a 2,5 m na drugorzędnych (Z. K. g. § 16; W. Pr. St. § 7; W. T. § 47), a to aż do wysokości 3,05 m.

**Długość wsiadów** należy przystosować do długości pociągów osobowych, a również i do układu pociągów mieszanych, przebiegających dany trakt. Na małych stacyach starczy niekiedy 100, a nawet 50 m; na wielkich wsiady bywają do 500 m długie.

**Przesunięcie** (względem wsiadu głównego) wsiadów, dostępnych tylko poprzez tory, jest ze wszech miar wskazane, a mianowicie takie, aby podróżni przekraczali tor poza pociągiem, stojącym u wsiadu głównego. Na stacyach ważniejszych pożądaną jest dostępność wsiadów **bez przekraczania torów**. W zależności od położenia poczekalni i t. p. względem poziomu szyn, dostęp do wsiadów dalszych dają przejścia tunelowe lub mostowe, łączące się schodami lub t. p. z każdym wsiadem (W. Pr. St. § 7). Tunele wymagają nie tak znacznej różnicy poziomów, są zatem mniej nużące dla podróżnych i zalecają się tam, gdzie warunki miejscowe, np. woda gruntowa, nie stają im na przeszkodzie.

**Zdroje**, albo inne urządzenia, dostarczające zdrowotnej wody do picia, powinny być łatwo dostępne ze wsiadów (W. T. § 50).

**Ustępy** (oznaczone w sposób zdala widoczny) powinny być niezbyt oddalone od wsiadów, a również znajdować się i w samym dworcu, przynajmniej zaś być z nim złączone chodnikiem krytym. Pożądane jest ich przepłukiwanie wodą (Z. K. g. § 17; W. T. § 52).

### e. Urządzenia dla ruchu towarowego *).

**Towarownie**. Podłogi tak w samej towarowni, jak i na jej ładowniach, mają leżeć 1,1 m ponad wierzchem szyn (Z. K. g. § 19; W. T. § 55), a krawędź ładowni w odległości 1,65 m od osi przynależnego toru, w każdym jednak razie przynajmniej poza obrysiem torowym, p. str. 227. Ulica zaś po drugiej stronie towarowni powinna leżeć 0,8 do 1,1 m poniżej podłogi, a to stosownie do wysokości wozów, używanych w danej okolicy. W Niemczech budują przeważnie towarownie prostokątne, 5 do 20 m szerokie, z obustronnemi ładowniami 1 do 1,5, rzadziej do 2 m wysięgu poza ściany budynku, w którym wrota mieszczą się w odstępach 7,5 do 9 m. Dach bywa wysunięty na 1 do 2 m poza krawędź zewnętrzną ładowni. W Niemczech tylko wyjątkowo wzorują się na angielskich układach towarowni, t. j. z torami lub ulicą przeładunkową wśród

*) Zasady i przepisy, dotyczące projektowania i budowy parowozowni i towarowni (w Prusach), w Eisenbahn-Verordn.-Blatt, 1901, str. 237 i nast.

budynku. Poszerzanie ładowni ponad 1 m jest przedewszystkiem tam wskazane, gdzie towary trzeba przesuwać wzdłuż niej, a więc np. od strony toru, gdzie drzwi wagonowe nie stają zawsze wprost wrót towarowni. Przy wielkim ruchu ładunkowym właściwym będzie układ towarowni o szeregu ładowni poprzecznych, których odnogi torowe łączą się z torem rdzennym za pośrednictwem szeregu obrotnic, dozwalających wysuwać poszczególne wagony z pociągu (na torze rdzennym stojącego) wprost w owe odnogi (np. w Kolonii, Frankfurcie n/Menem i t. p.). Jeżeli tor rdzenny jest rozjezdnią, której odnogi idą do towarowni, to szereg ładowni, przynależnych do owych odnóg torowych, a również cały budynek towarowni tworzy w planie szereg uskoków. Takie towarownie uskokowe pobudowano np. w Ołomuńcu, Kolonii, Monachium, Zurychu i t. p. *). Towary łatwo palne i złowonne wymagają oddzielnych towarowni (W. T. § 55). Wrota bywają 2,5 m szerokie, przy 2,8 m wysokości. Największe obciążenie podłogi w towarowniach kolejowych liczą zazwyczaj do 1500 kg/m$^2$.

Dla wielkich miast na towary pospieszne, jako to: mleko, owoce, jarzyny i t. p., budują przy stacyach osobowych oddzielne towarownie pospieszne, układem swym zbliżone do zwykłych (W. Pr. St. § 10 Nr. 9).

Na większych stacyach węzłowych potrzebne są i towarownie przeładunkowe, które niekiedy dogodniej zastąpić przeładowniami pod strzechą (dachem) na słupach. Przeładownię taką najlepiej pobudować między pierwszym a drugim torem towarowni, których odstęp natenczas powiększyć wypada do 7 lub 6 m, a chociażby do 5 m. Urządzenie takie przedstawia wielkie dogodności, a to nietylko dla zwykłego ruchu towarów, lecz i na wypadek zwiększonego ładowania lub wyładowywania (nie przeładowywania); daje ono bowiem połączenie towarowni z wagonami, ustawionymi na drugim torze poprzez przeładownię i wagony na pierwszym torze stojące. Na większych przerządniach towarownie przeładunkowe są niezbędne (W. T. § 55).

**Żórawie** stałe, nośności do 15 ton, stawiają na stacyach, na których wypada częściej przeładowywać większe ciężary. Nadto używają i żórawi na wózkach, o nośności do 10 t, które, w razie potrzeby, można przewozić i na stacye, nieposiadające żórawi stałych (por. tom I, str. 679 i nast.). Nośność żórawi należy oznaczyć na nich samych i sprawdzać je w stosownych rozkresach czasu (W. T. § 58).

**Obryśnice**, przeznaczone do sprawdzania, czy ładunek wagonów nie wystaje poza obrysie ładunkowe, należy ustawiać nad torem w bliskości towarowni lub podwórzy towarowych (Z. K. g. § 20; W. T. § 56; Z. K. d. § 39). Por. rozdz. **III e** działu niniejszego.

**Ładownie** na bydło, konie, wozy i t. p., umożliwiające ładowanie na wagony z boku i od czoła, należy budować przy torach bocz-

*) Eisenbahnbau der Gegenwart, tom III, Urządzenia stacyjne, Wiesbaden 1899, str. 474; Schweiz. Bauz., tom 32, str. 108, Centralbl d. Bauverw., 1899, str. 337.

nych, lecz w miejscach dogodnie dostępnych. Pochyłość wjazdu na ładownię nie ponad 1 : 12, a wznios ponad wierzch szyn: 1,235 m od strony czołowej, t. j. do ładowania poprzez zderzaki, a od strony bocznej 1,1 m, lecz na ładowniach wojskowych, jako też na kolejach drugorzędnych, tylko 1,0 m. Na długie wozy do przewożenia mebli wjazd powinien być mniej stromy i skierowany wprost na czołową część ładowni, która na 12 do 15 m ma być pozioma. Ładownie wojskowe mają umożliwiać równoczesne ładowanie boczne 20-tu wagonów, a ładownie krótsze otrzymać przynajmniej tor dostatecznie długi, aby owe 20 wagonów można było ładować kolejno, przesuwając je stopniowo, lecz bez konieczności ich cofania podczas tej czynności. Wznios ładowni na kolejach drugorzędnych należy przystosować do taboru, jeżeli jednak przechodzi na nie tabor kolei głównych, to i ładownie powinny mieć wzniosy określone dla owych kolei. Na stacyach, nie posiadających ładowni stałych, należy trzymać w pogotowiu ładówki przenośne, które są również pożądane i na innych stacyach na wypadek czasowej niedostateczności ładowni stałych. Stromość ładówek przenośnych, służących do wprowadzania koni wojskowych, nie ma przekraczać 1 : 4 (rozporz. Min. Prusk. z 20 lutego 1889). Ładowni dotyczą: Z. K. g. § 18; W. T. § 57; Z. K. d. § 40).

**Dziedzińce towarowe** do ładowania pod otwartem niebem na stacyach towarowych, wytwarzają się ze stosownej ilości par torów, o odstępie 4,5 m, oraz ulic ładunkowych, leżących między owemi parami torów. Niekiedy dodają, między tymi dwoma torami każdej grupy torowej, jeszcze tor trzeci, przeznaczony do wycofania wagonów załatwionych i t. p. Tory te miewają do 200 m długości, dłuższe bowiem utrudniałyby dostawę wagonów na miejsce właściwe, a są one przeważnie torami ślepymi, bez przełączeń w końcach ślepych, któreby nie wiele przynosiły pożytku. Odstęp torów, w których międzytorzu leży ulica ładunkowa, dozwalająca ładować na obydwie strony, ma być nie mniejszy niż 12 m, a dla wozów szerokich, np. ze sianem, przynajmniej 15 m; odstęp ten bywa jednak i znacznie większy, a więc 18 do 20 m i wyżej. Szereg równoległych takich ulic przerzynają przejazdy 6 do 12 m szerokie, w odstępach wzajemnych 80 do 100 m, dla połączenia poszczególnych ulic ładunkowych ze sobą. Wznios ulicy ładunkowej względem wierzchu szyny zależy od wysokości wozów w danej okolicy; ulice te leżą nawet w poziomie wierzchu szyn, lecz mogą się też wznosić ponad niego do 15 cm. Zamiast torów i ulic równoległych stosują też tory, gwiaździsto się z obrotnic rozchodzące (np. o skosach wzajemnych 60°), a nieznacznej długości, np. 20 do 50 m, podczas gdy odstępy między obrotnicami bywają 40 do 70 m. Gdy na danej stacyi ruch poszczególnego rodzaju towaru jest znaczny, stosują dla niego urządzenia swoiste, np. leje lub zesuwnie na węgiel, swoiste wyładownie bydła *), ładownie na drzewo całopienne, żórawie, wagi pomostowe i t. p.

*) Centralbl. d. Bauverwal. 1891, str. 153: Ładownia na bydło w Dusseldorfie.

**Wagi pomostowe** *) na całe wagony należy budować możliwie w torze oddzielnym, lecz nie ślepym, a długość ich na kolejach głównych bywa przynajmniej 7 m. Pożytecznem będzie, gdy i zwykłe wozy będą mogły wjeżdżać na wagę. Wagi nie przerywające toru zalecają się przedewszystkiem w torach, po których chodzą parowozy. Sygnał samoczynny ma wskazywać, czy można wjeżdżać na wagę, czy też nie (W. T. § 59). Budka wagowa (2 na 3 m w planie) jest zbędna.

## f. Zaopatrzenie stacyi w wodę **).

### 1. Wodownie, t. j. baszty wodne, wraz z pompowniami.

**Ilość wody.** Woda na stacyi jest potrzebna: a) do wodociągów w dworcu, mieszkaniach, naprawniach, ustępach, oraz do zdrojów; dalej do polewania wsiadów i dziedzińców, do mycia wagonów, do czego w czasie mrozów potrzebna woda ciepła; wreszcie do gaszenia pożarów i t. p.;—b) do zasilania parowozów i przemywania ich kotłów;—c) do zasilania kotłów stałych w pompowniach, naprawniach i t. p.

Pojemność tendra bywa od 8 do 18 $m^3$. Stosownie do rysu pochyłych danego traktu, do wagi pociągu, do prędkości jazdy i do pojemności tendra, parowóz musi brać wodę po przebyciu pewnej, określonej ilości kilometrów, a mianowicie:

Na kolejach równinnych:
100 do 180 km w pociągach pospiesznych,
70 do 100 km w pociągach osobowych,
30 do 44 km w pociągach towarowych,
wreszcie tendrzaki biorą wodę co 25 do 30 km.

Na kolejach górskich w czasie jazdy pod górę:
50 km w pociągach osobowych,
25 km w pociągach towarowych,
tendrzaki zaś biorą wodę po przebyciu 15 do 20-tu km.

Zużycie wody przez parowóz na kolejach równinnych waha się między 0,06 a 0,2 $m^3$ na km jazdy.

Z uwzględnieniem tych wszystkich warunków należy oznaczyć najwłaściwsze **odstępy między stacyami wodnemi**, t. j. stacyami, posiadającymi urządzenia do zasilania parowozów wodą. Odstępy te bywają na kolejach równinnych 25 do 30 km, na górskich 8 km (np. na Kolei Gothardzkiej), a nawet do 5-iu km (Kolej Arlberska). Oprócz stacyi wodnych, zasilających parowozy w czasie ich postoju, stosują w Anglii i Stanach Zjednoczonych zasilanie parowozów w czasie jazdy, pomysłu Ramsbottom'a, polegające na ułożeniu

*) O urządzeniu, utrzymaniu i sprawdzaniu wag pomostowych na kolejach rosyjskich, p. Ukazatjel Min. Kom., 1893, Nr. 10, oraz: Zbiór rozporządzeń Min. Kom., dotyczących służby drogowej, 1900, zeszyt I, str. 72 i 143 do 162.

**) Schmitt, Bahnhöfe u. Hochbauten für Locomotiveisenbahnen, tom II, 1880; Georg Meyer, Grundzüge des Eisenbahn-Maschinenbaues, tom III, Berlin 1886, u Wilh. Ernst'a i syna.

w śródtorzu koryta, około 500 m długiego, a napełnianego wodą. Z koryta tego parowóz w biegu czerpie wodę, co dozwala na przebywanie większych odległości bez zatrzymywania.

Wodę dla stacyi wodnych bierzemy: 1) ze źródeł lub zbiorników, przez nie zasilanych, np. stawów; 2) z rzek, strumyków, jezior i stawów; 3) ze studni lub innych zbiorników wody gruntowej; 4) z wodociągów miejskich i t. p.

Zasilanie stacyi powinno być dostatnie i zupełnie zaufne, wykluczające możliwość wszelakiej przerwy, nawet spowodowanej silnymi mrozami (W. T. § 60).

**Jakość wody**. Woda przydatna do zasilania kotłów nie powinnaby po odparowaniu pozostawiać z litra więcej niż 0,1 do 0,2 g osadów stałych; zawartość 0,3 do 0,5 g nie czyni wprawdzie jeszcze wody wprost niezdatną do zasilania parowozów, jednak wody takiej nie można już uznać za dobrą. Przez stosowne oczyszczanie można wodę, pierwotnie nieprzydatną, uczynić zupełnie właściwą do zasilania parowozów *).

Czerpiąc wodę bieżącą, trzeba często stosować osadniki i odsączniki (filtry); źródła i studnie natomiast zmniejszają nieraz z czasem swą wydajność, biorąc wreszcie wodę z wodociągów istniejących, należy upewnić się o niezawodności ich działania.

**Napór**. Dno kadzi na baszcie wodnej ma leżeć przynajmniej 10 m ponad wierzchem szyn, lecz na stacyach większych i 20 m nie da naporu nadmiernego. Na każde 200 m oddalenia żórawia wodnego od baszty, ponad 800 m, należy powiększać wysokość naporową o 1 m.

O ile układ terenu, otaczającego stacyę, na to pozwala, lepiej zastąpić basztę wodną i kadź murowanym zbiornikiem podziemnym, większych rozmiarów, np. o pojemności, dającej zapas na dwa lub trzy dni.

**Pojemność zbiorników** powinna starczyć na ilość wody, zużywanej przez 14 godzin, w czasie najbardziej ożywionego ruchu zwykłego, a przynajmniej na 4 godziny w czasie przewozu wojsk. Jeżeli pompownię stacyi wodnej obsługuje się z dłuższemi przerwami, to zapas zbiornika powinien starczyć na czas między temi przerwami. Zwykłe zapotrzebowanie wody na stacyach wodnych na dobę nie schodzi zazwyczaj poniżej 50 $m^3$, a rzadko przekracza 1000 $m^3$.

**Baszta wodna** powinnaby stanąć możliwie środkowo względem miejsc zapotrzebowania wody, a niekiedy wypada oddzielić od niej pompownię, która znów powinnaby leżeć możliwie blizko miejsca zaczerpywania wody, a więc np. nad rzeką, jeziorem i t. p. Zamiast ustawiania dwóch kadzi na jednej baszcie, bardziej celowem będzie zbudowanie dwóch baszt w pewnem oddaleniu wzajemnem, tak aby każda z nich leżała środkowo względem połowy miejsc zapotrzebowania wody. Układ taki zmniejsza znacznie straty ciśnienia skutkiem tarcia w rurach, prowadzących do miejsc zapotrzebowania.

*) Przegląd Techniczny, 1889, str. 272 i 307: E. Neugebauer, Oczyszczanie wód do celów przemysłowych i t. d.; Zeitschr. d. Ver. d. Ing., 1889, str. 868; 1895, str. 991; 1896, str. 211.

Bardzo rozległe stacye można pod tym względem dzielić i na więcej części.

Z powodów powyżej wyłuszczonych, budowa baszt o dwu lub więcej kadziach powinnaby znaleść **wyjątkowe** chyba zastosowanie. W takim jednak razie kadzie łączą się ze sobą rurami w sposób, dozwalający wyłączać poszczególne kadzie z sieci, a to na wypadek ich naprawy lub oczyszczania.

**Kadzie** w krajach o zimach mroźnych, należy osłaniać z wszystkich stron ścianami i pokrywać strzechą (dachem), a w zimniejszych klimatach nawet ogrzewać baszty, by uchronić kadzie od zamarzania.

Ponieważ woda bywa zazwyczaj chłodniejsza od powietrza w baszcie, więc powietrze zrzuca rosę na ścianki kadzi, a rosa ta kroplami ścieka po ściankach i z dna kadzi. Aby te ściekające krople wody nie zawilżały budynku, podstawia się pod kadź ściekiew, w postaci wielkiej tacy, o rozmiarach nieco większych niż dno kadzi. Wodę, ściekającą na tę ściekiew, odprowadza się rurą ściekiewkową, najlepiej wewnątrz budynku (by ją ochronić od zamarzania) do rury przelewowej zbiornika, a jeśli to nie możliwe, to wprost do sieci kanalizacyjnej. Dno kadzi powinno być z dołu widoczne, a łatwo dostępne dla ułatwienia jego naprawy.

Kadzie należy zaopatrzyć we wodowskazy, któreby na zewnątrz baszty wskazywały stan wody, a również i w przelew, zapobiegający przepełnieniu się kadzi. W tym samym celu stosują też i urządzenia samoczynne, oddziaływające na pompę, które wstrzymują dopływ wody, gdy się kadź zaczyna przepełniać, a wznawiają go, gdy się poziom w kadzi obniży poza pewne granice. By zapobiedz zastojowi wody w kadzi, dobrze będzie doprowadzać wodę do niej w punkcie możliwie przeciwległym miejscu, z którego woda odpływa z kadzi.

Kadzie bywają prawie wyłącznie nitowane z blachy żelaznej lub zlewnej, ścianki w górnej części 3 do 4 mm grube, w dolnej 4 do 8 mm, a grubość dna zależy od jego kształtu, płaskiego lub wypuklonego, i bywa ponajczęściej 6 do 9 mm.

Najoszczędniejsze pod względem swej wagi są kadzie okrągłe, o wysokości równającej się połowie średnicy, z dnami wypuklonemi lub nawet półkulistemi. Promień takiego wypuklenia najczęściej równa się średnicy dna. Dna robią też stożkowate, o wysokości stożka równej $^1/_8$ do $^1/_9$ średnicy. Intze*) obmyślił dna załomowe, przedstawione w rys. 989: rozpór wody znosi się jej przeciwparciem na środkową część dna, którego kształt i wymiary oznaczają się z warunków:

$$S \sin \beta + P \sin \alpha = G, \text{ oraz } S \cos \beta - P \cos \alpha = 0.$$

Dna Intze'go zalecają się nadto mniejszą średnicą obwodu podparcia, co znów umożliwia zmniejszyć średnicę całej dolnej części baszty.

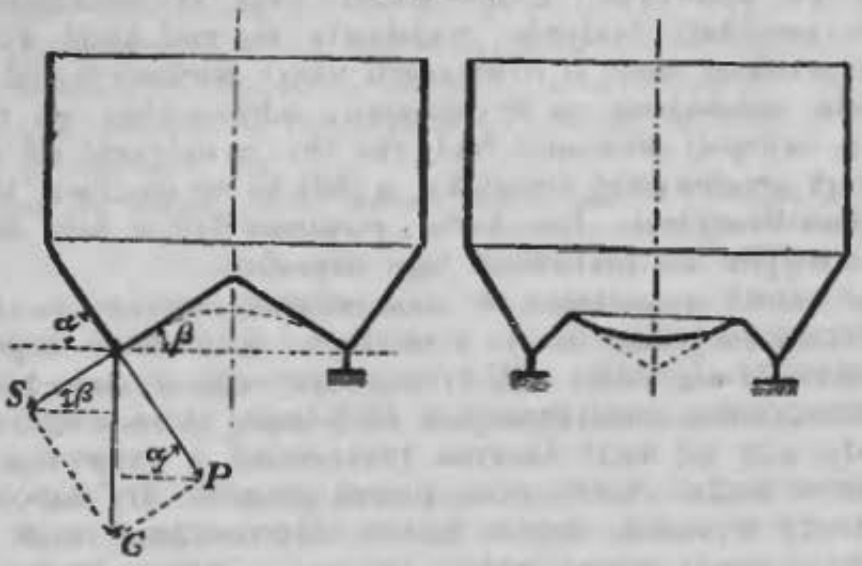
---

*) Schillings Journal f. Gasbeleuchtung, 1884, str. 705; Reuleaux, Der Konstrukteur, IV wyd., str. 1064, Brunszwig, 1882 do 1889, u Vieweg'a i syna.

Kadzie wspierają się bądź to całym obwodem, bądź też tylko w kilku jego punktach, a natenczas na oddzielnych poduszkach, które znów spoczywać mogą na ścianach baszty, na domurowanych występach, wreszcie na słupach żelaznych lub żeliwnych, przy owych ścianach stojących lub w nie zamurowanych. W klimacie ciepłym baszty wodne zastępują słupami murowanymi, żelaznymi lub żeliwnymi, bez ścian.

**Przewody rurowe** układają przeważnie z rur żeliwnych kielichowych, zewnątrz i wewnątrz smołowanych, w baszcie jednak i pompowni zakładają ponajczęciej rury kołnierzowe. Krótkie przewody ssawne i tłoczne miewają prześwit równy $^2/_3$ średnicy tłoka pom-

Rys. 989.




powego. Dłuższe przewody wypada obliczać z uwzględnieniem istotnych oporów od tarcia wody podług danych ze str. 247 i nast. tomu I-go. Wszelkie rury, a więc: ssawna, prowadząca do pompy; tłoczna, od niej do zbiornika; spływowa od zbiornika w dół wiodąca; wreszcie rury rozprowadzające wodę do miejsc zapotrzebowania; wszystkie te rury należy układać ze spadkiem nieprzerwanym, aby powietrze swobodny znajdowało odlot z przewodów i nie wytwarzało w nich zatorów powietrznych. Gdy to niemożliwe, należy w załomach górnych dawać odpowietrzenia, np. małe powietrzniki z kurkami lub zaworami odpowietrzającymi, nastawnymi od ręki, albo też samoczynnie, od pływaka i t. p. Kolanka, ostrzej wygięte, lepiej zastąpić łagodnemi krzywkami, a również należy unikać rozczepek bez łagodnego zakrzywienia odnogi. Przewody samych żórawi, oraz ich dopływów, miewają prześwity 180, 200 mm i więcej. W naszym klimacie, dla zabezpieczenia od zamarzania, trzeba rury w ziemi układać na głębokości 1,2 do 1,8 m. Z powodu konieczności odkopywania rur dla naprawy, wypada unikać ich zakładania pod torami, wsiadami i t. p.

**Pompy** otrzymują napęd od silników, a na małych stacyach, oraz pompy zapasowe, nieraz i od ręki. Na wypadek zepsucia się pomp i t. p.

stosują też napełnianie tendra wprost ze studni, rzeki, stawu i t. p. parą z kotła samego parowozu, za pośrednictwem tętników (pulsometrów) lub smoczków (strumienic) parowych. Por. też W. T. § 110 i Z. K. d. § 72, oraz tom I str. 760 i nast.

Moc silnika i wydajność pompy należy tak obliczyć, aby przy zwykłem zużyciu wody praca dziesięciogodzinna starczyła na dobę, a jednocześnie aby przy największem zapotrzebowaniu, np. dla pociągów wojskowych, wystarczała praca dwudziestogodzinna.

Między dwiema sąsiedniemi stacyami wodnemi zakładają niekiedy pośrednie stacye wodne, będące niejako pomocniczemi dla stacyi głównych, tak na wypadek ich zepsucia, jak i przy ruchu zwykłym dla dodatkowego zasilania parowozów. Wodownie takich pośrednich stacyi wodnych otrzymują pompy napędzane ręcznie, albo silnikami prostszego ustroju, dlatego też znajdują tu szersze zastosowanie koła wiatrakowe, jako silniki, a tętniki, smoczki i pompy odśrodkowe zamiast pomp tłokowych. W wielu przypadkach korzystniejszem jednak okaże się zastąpienie takich, pośrednich stacyi wodnych powiększeniem wydajności wodowni na stacyach głównych, oraz ich zaufności przez ustawienie pomp, silników i zbiorników zapasowych.

## 2. Żórawie wodne i podłazy.

Każdy **żóraw wodny** powinien dawać przynajmniej po 1 $m^3$ wody na minutę, lecz dla parowozów pospiesznych, o pojemności tendra do 18 $m^3$, wydajność taka byłaby o wiele zamała, a powinna być 3 do 4 razy większa. Wznios wylotu ponad wierzch szyn $\geqq 2{,}85$ m (Z. K. g. § 21; W. T. * § 61), tak na kolejach głównych, jako też na drugorzędnych, na które ma przechodzić tabor z głównych (Z. K. d. § 42). A że wylot na tej wysokości wchodzi w obrysie i nie dawałby swobodnego przejazdu, więc przestawia się on w to położenie tylko podczas brania wody, a w położenie, niewkraczające w obrysie na czas bezczynności żórawia. Dwa te położenia należy nocą uwydatnić sygnałami latarniowymi (P. R. g. § 47; P. S. § V; W. T. § 186). Gdy wylot żórawia stoi nad jednym z torów, odciążek wysięgnicy nie powinien wchodzić w obrysie toru sąsiedniego.

Żórawie samostoje, zwłaszcza międzytorowe, są dogodniejsze od żórawi przyściennych, zazwyczaj na ścianie baszty przytwierdzonych, o wysięgnicy sięgającej ponad tor najbliższy, albo sięgającej poprzez ten tor aż ponad tory następne (W. T. § 61). Wysięgnica bywa ponajczęściej pozioma, pokrętna około osi pionowej, rzadziej pochylna (około osi poziomej), albo zastąpywana kiszką. Również nieczęste znajduje zastosowanie żóraw samostój z kadzią podgrzewaną podczas mrozów, a o pojemności przynajmniej na jeden tender. Wszelakie ustroje powinny, przy bezczynności żórawia, dawać możność spuszczania z niego wody na czas mrozów.

**Rozstawienie żórawi** wodnych na stacyi powinno być przedewszystkiem takie, aby parowozy mogły brać wodę, bez ich odprzęgania od pociągów osobowych, które się zatrzymują na stacyi, nie

zmieniając parowozu. Dla pociągów towarowych, niezmieniających parowozu, o ile one przystawają w oddzielnych torach bocznych, należałoby i przy wyjazdach z tych torów bocznych ustawić żórawie wodne, aby parowozy takie mogły brać wodę, bez niepotrzebnego wałęsania się po torach. Na większych przerządniach trzeba nadto ustawić żóraw wodny przy ślepem przedłużeniu rdzennego toru rozjezdni. W samych parowozowniach żórawie wodne są zbędne, natomiast potrzebne przy jednym z torów wyjazdowych parowozowni, najdogodniej tuż przy naładowniach węgla. Żórawie należy tak rozstawiać, aby parowóz, biorący z nich wodę, nie zacieśniał przejazdu po torze sąsiednim, lub przez rozjazd.

Powyższe przepisy, obowiązujące na kolejach głównych, rozciągają się i na te koleje drugorzędne, których ruch podlega „Przepisom dla drugorzędnych kolei niemieckich", a które ponadto posiadają znaczenie strategiczne. Na pozostałych zaś kolejach drugorzędnych zaopatrywanie w wodę może się więcej przystosowywać do warunków miejscowych.

Przy żórawiach wodnych należy w śródtorzach torów przyległych urządzać **podłazy**, t. j. doły do wysypywania popiołu i żużla z pod palenisk parowozowych, a zarazem do zbadania od spodu parowozu biorącego wodę. Podłaz musi zatem sięgać aż na 13 do 16 m od żórawia, a mianowicie w kierunku jazdy. Podług W. T. § 46 i 62 podłazy mają być 1,2 m szerokie, przy głębokości 0,6 do 1,0 m. W nowszych czasach zaczyna przeważać przekonanie o zbędności podłazów w torach głównych wogóle, z których też usuwają je coraz to więcej, pozostawiając je tylko przy naładowniach węgla i w blizkości parowozowni, a przedewszystkiem w naprawniach.

Podłazy powinny być z tworzyw (materyałów) niepalnych, dlatego też drzewo może znaleźć zastosowanie chyba do podłazów czasowych, np. przy robotach ziemnych i t. p. Podłazy należy odwadniać prawidłowo, a dostęp do nich powinien być możliwie z obu końcy i dogodny, np. za pośrednictwem schodków lub pochylni. Rozumie się, że na składanie popiołu i żużla trzeba na stacyi przewidzieć stosowne miejsce.

W Rosyi dotyczą żórawi i stacyi wodnych przepisy następujące: a) „Ukazatjel" Min. Kom. 1891, Nr. 25: O malowaniu żórawi wodnych. Słupy powinny mieć barwę szarą, wysięgnice czerwoną, a sygnały nocne: światło czerwone, gdy wysięgnica stoi wpoprzek toru, a zielone, gdy stoi równolegle do osi toru.

b) „Ukazatjel" Min. Kom. 1900, Nr. 19: O uchybieniach względem obrysia przy ustawianiu żórawi wodnych. Między żórawiem, a obrysiem taborowem, ma pozostawać odstęp przynajmniej 0,32 m (0,15 saż.).

c) „Ukazatjel" Min. Kom. 1903, Nr. 10: O rozstawianiu żórawi wodnych na stacyach. Zaleca się stawianie żorawi w obu końcach stacyi pośrednich, a mianowicie takie, aby jeden żóraw obsługiwał jeden tor główny i jeden boczny, drugi zaś żóraw ma obsługiwać drugi tor główny i bądź to inny boczny, bądź też pierwszy tor główny, obsługiwany już w drugim końcu stacyi przez żóraw pierwszy. Jeżeli stacya leży w poziomej, przerywającej ustawiczne wzniesienie szlaku, to można obydwa żórawie wodne stawiać w końcu

stacyi, zwróconym ku wznoszącemu się szlakowi, a mianowicie tak, aby dwa parowozy mogły brać wodę jednocześnie. Gdzie i pociągi pospieszne wodę biorą, należy ustawić dwa żórawie dodatkowe, dozwalające brać wodę, bez odprzęgania parowozu. Na stacyach, gdzie wszystkie pociągi towarowe zmieniają parowozy, stanowisko żórawi wodnych ma być przedewszystkiem dogodne dla pociągów osobowych. Wreszcie na stacyach, na których wszystkie pociągi zmieniają parowozy, niepotrzeba wcale stawiać żórawi wodnych przy torach głównych.

## g. Parowozownie i wagonownie *).

(W. T. § 62 i 63).

### 1. Parowozownie.

**Położenie** parowozowni ma być takie, aby parowozy mogły z niej dogodnie przechodzić do miejsc postoju pociągów osobowych, a gdy to nie da się osiągnąć, należy urządzić oddzielne, krótkie odnogi poczekalne dla parowozów, żeberkami zwane, tuż przy owych miejscach postoju.

Przy parowozowniach należałoby budować: pokoje noclegowe, poczekalnie i kąpiele dla służby parowozowej; składy na narzędzia i zapasy; wreszcie i chociażby małe naprawnie.

**Ilość stanowisk** w parowozowniach danej kolei powinna być taka, aby można było pomieścić wszystkie parowozy na kolejach bez ruchu nocnego, a przynajmniej 75% na kolejach o ruchu bez przerw nocnych.

**Układ w planie** parowozowni o wielkiej ilości stanowisk bywa: a) prostokątny, z przesuwnicą wewnętrzną; jest on tani, bo nie wymaga znaczniejszej wysokości budynku, ogrzewa się łatwo, bo nie ma licznych bram wjazdowych; b) okrągły, z obrotnicą wewnętrzną; wymaga on i większej wysokości, a więc i silniejszego ogrzewania; c) wachlarzowaty, z obrotnicą zewnętrzną; taki ogrzewa się najtrudniej z powodu licznych bram i wielkiej, ochładzającej powierzchni ścian, mimo to znajduje najszersze zastosowanie, gdyż powiększenie ilości stanowisk jest równie łatwe jak w układzie prostokątnym, a dojazd na poszczególne stanowiska dogodniejszy. W parowozowniach wachlarzowatych każde stanowisko ma zazwyczaj swą oddzielną bramę, chociaż budowano i bramy na dwa tory. Układ, w końcu wspomniany, wymaga nietylko szerokich bram (7,4 m), lecz i powiększenia głębokości budynku (o 4 do 5-iu m ponad niezbędną dla samych stanowisk, co niepotrzebnie zwiększa tylko koszta **).

**Długość stanowiska**, mierzona między ścianami budynku lub innemi stałemi przeszkodami obejścia, ma być przynajmniej o 4 m

*) Eisenbahn-Verordnungsblatt, 1901, str. 237 i nast.: „Zasady i postanowienia, dotyczące projektowania i budowy parowozowni i towarowni w Prusach". Organ für Fortschr. d. Eisenbahnw. 1881.

**) Parowozownie takie pobudowano, np. na stacyach: Sommerfeld, Suhl, Berlin (Potsdamski), Frankfurt n M. i t. p. Opis ich w Zeitschr. f. Bauwesen, 1882, str. 136; Goering, w Encyklopädie des Eisenbahnwesens, art. „Lokomotivschuppen".

większa od długości samego parowozu; jeżeli się zaś kilka parowozów stawia za sobą, to na każde następne stanowisko doliczać wypada długość parowozu, zwiększoną o 0,6 m. Stawiając więcej niż dwa parowozy na jednym torze, należy dawać dojazdy obustronne.

Na przesuwnice i obrotnice wewnętrzne trzeba pozostawić prześwit niezacieśniony (słupami i t. p.) przynajmniej 18,5 m, a od tej miary dopiero liczy się długość stanowiska.

**Szerokość stanowisk**, mierzona między osiami torów w miejscu najwęższem, ma być 5 do 5,5 m, a jeżeli nie ma słupów między stanowiskami, to starczy 4,7 m, wreszcie odstęp ściany od osi toru sąsiedniego ma być nie mniejszy niż 3,5 m. Wogóle stanowisko powinno być tak przestronne, aby ze wszystkich stron dawało dogodny dostęp do parowozu, dla dokonywania napraw.

**Bramy** powinny mieć wysokość w prześwicie przynajmniej 4,8 m ponad wierzchem szyn, szerokość zaś 3,35 w parowozowniach wachlarzowatych. a 3,8 w okrągłych i prostokątnych (Z. K. d. § 5). W parowozowniach wachlarzowatych bramy 3,35 m szerokie wymagają odstępu międzytorowego, mierzonego na zewnątrz samej bramy, przynajmniej 3,65 m, gdy słupy międzybramowe są żelazne, a 4,15 m, gdy są murowane.

**Oddymnice**, t. j. rury pionowe, z kapturem i oddymnikiem, odprowadzające dym z kominów parowozowych, kończą się spodem oddymnikami rozszerzonymi, dla łatwiejszego wchwytywania dymu. Oddymnice stawiają się w odstępie około 4-ech m od końca stanowiska, aby komin parowozowy stawał możliwie pod środkiem oddymnika, którego spód wznosi się przynajmniej na 4,3 m ponad wierzch szyn, gdy oddymnik jest bez części ruchomych. Spód oddymnika może sięgać nieco niżej, a mianowicie do 4,15 m ponad wierzch szyn, gdy ścianki jego (poprzeczne względem toru) są w taki sposób wahliwe. że komin przystającego parowozu jedną z nich odchyla i wsuwa się między nie. Dobre są też oddymniki, przesuwne po rurze oddymniczej, które po zesunięciu wdół i przyczepieniu, obejmują wierzch komina parowozowego, a po odczepieniu, samoczynnie się unoszą z powrotem pod wpływem odciążków. Wyjątkowo tylko stosują zespolone odprowadzanie dymu z parowozowni, np. za pośrednictwem wywietrzników. Drzewo w ustrojach parowozowni powinnoby nie sięgać niżej niż 5,8 m ponad wierzch szyn, a dla oddymnic należy pod względem przeciwpożarnym zachowywać te same ostrożności, co dla kominów żelaznych, a więc nie zbliżać do nich drzewa ustrojowego. Oddymnice i oddymniki bywają przeważnie żelazne lub żeliwne, rzadziej kamionkowe.

Dla odprowadzenia czadu należy urządzać wywiewniki w najwyższej części strzechy (dachu), licząc po 10 do 15 $m^2$ kratki wywieniczej na każde stanowisko parowozowe. Wywiewniki takie mogą być znacznie mniejsze, a nawet zupełnie zbędne, gdy oddymniki obejmują wierzch kominów parowozowych.

Pod każdem stanowiskiem, na całej jego długości, niezbędne są **podłazy**, 0,85 do 1,0 m pod poziom podeszwy szyn zagłębione, 1,1 do 1,2 m szerokie, a dostępne z obydwóch końcy za pośrednic-

twem schodków. Dno podłazów powinno otrzymać spadki podłużne, lepiej i poprzeczne do rowka. z boku leżącego, odprowadzającego wodę do spólnego kanału, który ma być również dostępny, a mieści się najdogodniej wewnątrz budynku, w poprzek do stanowisk, w jednym z ich końcy. W bocznych ściankach podłazu pozostawiają też odsadzki, 10 do 15 cm szerokie, na głębokości 0,4 m poniżej podeszwy szynowej, a to w celu układania czasowych pokładów z bali w tej części podłazu, gdzie wypadnie naprawiać wyżej położone części pod parowozem.

**Wodociągi**, o dostatecznem ciśnieniu, doprowadzają się najdogodniej przez kanał odwadniający, a stąd wiodą odnogi (6 do 7 cm śr.) do poszczególnych hydrantów. stawianych przynajmniej po jednym na każdą parę stanowisk, między torami tejże pary stanowisk.

**Oświetlenie** parowozowni musi być dostatnie ze względu na wykonywane w niej roboty, a więc okna sięgają prawie do posadzki, a w parowozowniach o większej głębokości budynku urządzają i oświetlenie górne, o ile okna dodatkowe ponad bramami nie oświetlą dostatecznie budynku. Najlepsze oświetlenie dają okna, leżące między osiami stanowisk. Nocą oświetla się parowozownie elektrycznością, przeważnie lampami łukowemi, albo gazem, a natenczas ponajczęściej palnikami żarowymi. Niezależnie od tego oświetlenia ogólnego, poszczególne miejsca roboty oświetlają się przenośnemi żarówkami elektrycznemi, albo takimiż gazowymi palnikami motylkowymi.

**Ogrzewanie** większych parowozowni bywa ponajczęściej zespolone, mniejsze zaś parowozownie ogrzewają się zwykłymi piecami, niekiedy nawet przenośnymi

Posadzka leży równo z wierzchem szyn, lecz ze spadkiem od stanowisk, albo też ku nim. Gdy się spadek kieruje ku stanowiskom, należy odprowadzić wodę do podłazu, popod szyną, przez szczelinę między nią a kątownikiem, który stanowi obramowanie posadzki. Ponieważ w parowozowniach rozżarzone przedmioty częściej padają na posadzkę, więc się na nią asfalt niebardzo nadaje; mimo to bruk drewniany znajduje szersze zastosowanie; najczęściej posadzki te układają z bruku klinkierowego, kamiennego lub z betonu cementowego.

2. **Wagonownie**.

Wagony towarowe stoją w czasie bezruchu pod otwartem niebem, podobnie i większość wagonów osobowych. Jedynie na kosztowniejsze wagony stawiają oddzielne wagonownie, zwłaszcza na stacyach krańcowych i węzłowych. Pożądanem jest dogodne połączenie torowe wagonowni z torami głównymi, do czego służą często przesuwnice bezdołowe. Bramy muszą być przynajmniej 4,8 m wysokie w prześwicie, ponad wierzch szyny, a 3,35 m szerokie. Dla szerszych wagonów nowszego ustroju korytarzowego potrzebna jednakże szerokość przynajmniej 3,8 m. Odstępy między torami nie mniejsze niż 4,4 m, lepiej większe do 5 m, a odstęp toru od ściany przynajmniej 3 m; wreszcie długość stanowiska do 2,5 m większa od długości samego wagonu, dla następnych zaś stanowisk na tym

samym torze dodaje się tylko po 0,5 m. Ogrzewanie i zaopatrzenie w wodę jest ze wszech miar pożądane.

W Rosyi (podług „Zbioru rozporządzeń Min. Kom" 1900, zeszyt I. str. 66 do 68) podłogi parowozowni i naprawni mogą być drewniane, z cegły na stoic, albo asfaltowe. Pod podłogami drewnianemi podłoże powinno być przesączalne. Gdy posadzka nie jest drewniana, to należy wyłożyć drzewem te miejsca, na których stoi pracujący przy imadle (szrubsztaku). W parowozowniach na parowozy, wycofane z ruchu na dłuższe okresy czasu, podłogi mogą być z bruku zwykłego, albo klepiskami z żużla, gliny lub zwykłej ziemi, albo brukowane. Przy każdej parowozowni lub naprawni mają być oddzielne lampiarnie.

## h. Węglownie.

Na składy węgla i do jego ładowania na parowozy przeznaczają się na stacyach oddzielne węglownie ogrodzone, które przy większem zużyciu węgla otrzymują po kilka nawet ślepych torów dowozowych. Ze zasieków węglowych na naładownię dowozi się węgiel szeregiem równoległych torów wązkich, która to naładownia na węgiel miewa 3 m szerokości, przy wzniosie 2 do 2,5 m ponad wierzch szyn. Wzdłuż naładowni przechodzi tor węglowniczy (do brania węgla, czyli węglowania), nieobjęty zazwyczaj ogrodzeniem węglowni.

W węglowniach o mniejszym ruchu przenoszenie węgla z zasieków na naładownię i z niej na tender odbywa się jeszcze często ręcznie, w koszach, przyczem do ich podnoszenia ze zasieków na naładownię posiłkują się nieraz dźwigniami, a z naładowni na tender zesypują węgiel korytami zesuwczemi. Na naładowniach o ruchu większym stawiają natomiast żórawie obrotne, które podnoszą całe wagoniki z węglem, nadchodzące ze zasieków, i stawiają je szeregiem na naładowni, albo też wysypują ich zawartość wprost na tendry. Jeżeli żórawie te mają napęd od silnika, to można nimi ładować tak szybko (np. 5 t przez 10 min.), że starczy bezpośrednie ładowanie ze zasieków na tender, przyczem naładownia staje się zupełnie zbędną. Można też z toru wyżej leżącego napełniać bezpośrednio stałe koryta zesuwcze, zaopatrzone w odmykane klapy, a węgiel trzymany w ten sposób na zapas w korytach, zesypywać wprost do niżej stojących tendrów. Urządzenie takie wykonano np. w Hanowerze, a w Stanach Zjednoczonych stosują też wysoko położony tor dowozowy, z obustronnemi korytami zesuwczemi, pod spólną strzechą (dachem), albo też podnośniki kubełkowe, w które się zesypuje węgiel dowożony i które podnoszą go do zbiorników wysoko leżących, a z nich zesuwa się węgiel już wprost do tendrów. Urządzenie w końcu wspomniane naśladowano i w Niemczech, np. na stacyi Saarbrücken, gdzie załatwienie każdego tendra wymaga tylko 5 minut czasu.

Wszystkie podobne węglownie mechaniczne wypada zaopatrzyć we wagi samoczynne, a albo samozapisujące, albo samoliczące, albo wreszcie tylko samowskazujące; nadto potrzebne będą niekiedy i przyrządy mieszające samoczynnie różne gatunki węgla *).

*) Eisenbahnbau der Gegenwart, artykuł o stacyach, Wiesbaden 1899, str. 726 i n.

## i. Stacye oporządcze.

W pobliżu ważniejszych stacyi osobowych zwłaszcza kresowych, urządzają w nowszych czasach oddzielne stacye oporządcze, na które przechodzą całe pociągi, przybyłe do kresu swej jazdy, a to w celu postoju aż do chwili ponownego wyruszenia w drogę powrotną, oraz w celu oczyszczenia wagonów, zaopatrzenia ich w niezbędne potrzeby jak gaz, elektryczność, wodę dla wagonów zwykłych, a żywność dla restauracyjnych, lub świeżą bieliznę dla sypialnych i t. p. Stacye takie, w celu niehamowania ruchu pozostałego, najdogodniej rozmieszczać między głównym torem przyjazdowym, a wyjazdowym (W. Pr. St. § 9).

Stacya oporządcza, oprócz torów postojowych, powinna mieć tory rozstawcze, zestawcze i zborne dla przerządzania pociągów osobowych. Nadto stacya taka ma posiadać parowozownię na parowozy osobowe, z małą naprawnią, węglownią i wodownią, nadto wagonownię, poczekalnie i izby noclegowe dla służby i t. p. budowle gospodarcze. Wreszcie stacya oporządcza powinna posiadać dogodne połączenie ze stacyą towarową dla wzajemnej wymiany wagonów, a ponajczęściej urządzają na niej również towarownie pospieszne, oraz pocztowe *).

## k. Przerządnie.

1. **Odstawiania i przystawiania** wagonów do pociągów towarowych na małych stacyach dokonywa sam parowóz pociągu podczas jego postoju. Tory wyciągowe i boczne takiej stacyi należy tak ułożyć, aby parowóz, który przybył z pociągiem na stacyę, mając wagony za sobą, przystawiał je na przodzie pociągu, a odstawiał z końca. Na większych stacyach, zwłaszcza końcowych, rozjezdnych, krzyżnych i wogóle węzłowych, potrzebne są oddzielne przerządnie, łączące się dogodnie z torami głównymi i ze stacyą towarową, a służące do przerządzania całych pociągów towarowych, a więc do ich rozstawiania i zestawiania. O układzie ogólnym stacyi p. str. 331.

2. **Przerządzanie** odbywa się w sposób poniższy: Pociąg przyjeżdżający zatrzymują w torze przyjazdowym, oddzielnym dla każdego kierunku, poczem jego parowóz odjeżdża niezwłocznie do parowozowni. Parowóz przerządczy rozstawia pociąg najpierw na grupy zasadnicze, t. j. przejściową, przekaźną i przybyłą do kresu swej drogi, a w grupie tej mieszczą się i wagony przechodzące z danej stacyi na jej zbocznice prywatne. Każdą z grup powyższych rozstawia się na części podług ostatecznego kresu ich drogi a mianowicie: grupa przejściowa, wraz z wagonami wysyłanymi w tymże kierunku z samej stacyi, przerządza się podług kolejności stacyi następnej. Grupa przekaźna rozstawia się na części przeznaczone do przekazania poszczególnym traktom obcym, łączącym się z daną stacyą. Grupa przybyła do kresu roz-

*) Oder u. Blum, Abstellbahnhöfe, Berlin, 1904, oraz ich rozprawa w Zeitschr. f. Bauw. 1902, str. 68.

stawia się wreszcie na części przeznaczone do poszczególnych punktów danej stacyi, a więc np. do towarowni, do ładowni bydlęcych, do wyładowni pod otwartym niebem, na poszczególne zbocznice prywatne i t. p. Zazwyczaj wszystkie te rozstawione części pociągu dostawia na właściwe miejsca, nie sam parowóz przerządczy, lecz oddzielny parowóz stacyjny.

Tenże sam parowóz za powrotem zabiera z poszczególnych punktów stacyi wagony gotowe do odjazdu, stawiając je przy wagonach przybyłych i przekazanych, a przeznaczonych do dalszej wysyłki. Wszystkie te wagony przerządzają się najsampierw na poszczególne pociągi podług kierunku odjazdu, a każdy taki pociąg przerządza się jeszcze ponownie podług kolejności stacyi w danym kierunku, lecz tylko ze ścisłem uwzględnieniem kolejności stacyi, leżących przed następną większą stacyą przerządczą, na której przerządzenie pozostałych wagonów i tak jest niezbędne. Gotowe zaś pociągi ustawiają się na torach wyjazdowych, oddzielnych dla każdego kierunku.

3. **Niezbędne tory przerządcze** są: Dla przyjazdu i dla każdego kierunku przynajmniej jeden tor przyjazdowy, a przy ożywionym ruchu towarowym więcej. Dla każdej z grup oddzielny tor rozstawczy, o długości wystarczającej na przewidywaną największą ilość wagonów danej grupy, a jeżeli się długość taka okaże niemożliwą lub niedogodną, to zamiast jednego takiego toru należy urządzić ich kilka, o dostatecznej długości ogólnej. Dla każdej części grup urządza się oddzielny lecz krótki tor rozstawczy. Cały układ torów, przeznaczony dla danego kierunku, o ile sam tor przyjazdowy nie może spełnić tego zadania, otrzymuje oddzielny tor wyciągowy, lub pochylnię, długości na cały lub pół pociągu najdłuższego, lecz nie ponad 300 m, gdyż przerządzanie zbyt długich pociągów powoduje mitręgę. Dla odjazdu na każdy kierunek niezbędnym jest przynajmniej jeden tor odjazdowy na długość pociągu, a przy ruchu ożywionym potrzeba ich więcej. Wagony przybyłe, a idące w dalszą drogę, wagony przekazane i z samej stacyi wysyłane, bez szczegółowego porządku i bez względu na kierunek, zbierają się na spólnym torze zbornym. Gdy stacya posiada wielki ruch towarowy, to ilość takich torów musi być większa, a natenczas niektóre z nich otrzymują swoiste przeznaczenie torów odbiorczych pod wagony przybywające z traktów cudzych. Do ustawiania pociągów potrzeba dla każdego kierunku oddzielnego toru zestawczego, o długości pociągu, a dla każdego z nich stosowną ilość krótszych torów porządkowych dla przerządzania pociągu podług kolejności stacyi. Pozatem, o ile sam tor odjazdowy nie może spełnić tego celu dodatkowego, potrzebne są tory wyciągowe, a przy mniejszym ruchu i stosownym układzie jeden taki tor wyciągowy starczyć może na kilka kierunków. Poza właściwą przerządnią przyjazdową i odjazdową niezbędnym jeszcze jest tor przebiegowy, pozostający swobodnym od ruchu przerządczego, dający zatem swobodny przebieg parowozom, podążającym na tory wyciągowe, oraz do innych części stacyi, poza przerządniami leżących.

Ożywiony ruch towarowy wymaga rozdziału przerządni na przyjazdową i odjazdową, a w każdej z nich dobrze będzie dodać jeszcze po kilka torów na zapas, a przynajmniej pozostawić miejsce swobodne pod takie tory na przyszłość. Przy ruchu słabszym można się obyć jedną spólną przerządnią, na której odbywa się kolejno przerządzanie pociągów z przyjazdu i na odjazd. Również można się obyć bez torów wyciągowych, zastępując je, przy stosownym układzie przerządni, torami przyjazdowymi, względnie odjazdowymi. Na pierwszorzędnych węzłach ruchu towarowego, na wielkich stacyach kopalnianych i t. p. urządzają niekiedy przerządnie zdwojone, obok siebie leżące, a rozdzielone torami na przebieg wagonów powracających. Jedna z takich przerządni zrzeszonych obsługuje wszystkie kierunki, wybiegające ze stacyi, np. na wschód, druga na zachód, a każda z nich zawiera w sobie wszelkie powyżej wspomniane rodzaje torów przerządczych i stanowi sama w sobie zaokrągloną całość.

4. **Środki przerządcze.** a) Parowóz (poza siłą ludzi i koni), jest najogólniej stosowanym środkiem przerządczym, gdy jednakże musi on sam (bez posługiwania się siłą ciężkości) spełniać całe zadanie, przerządzanie wymagać będzie przebiegania przez parowóz i wagony znacznych długości drogi. Albowiem parowóz musi w takim razie wielokrotnie wyciągać cały pociąg i odpychać z niego poszczególne wagony we właściwe tory przerządcze, które mogą się natenczas kończyć ślepo, otrzymując w owych ślepych końcach zapory torowe. b) Posiłkując się nie samym parowozem, lecz łącznie z nim i siłą ciężkości, skutkiem której wagony ustawione na pochylni staczają się same po spadku w poszczególne tory przerządcze, oszczędzimy i wiele pracy parowozu i wiele drogi przebieganej przez wagony (W. Pr St. § 11). c) Sama siła ciężkości bez parowozu starczy do całkowitego przerządzenia, gdy cała przerządnia leży w spadku. d) Zastosowanie obrotnic i przesuwnic do przerządu pociągów zmniejsza znakomicie obszar niezbędny na przerządnię, znajduje zatem szersze zastosowanie w krajach, w których ziemia jest drogą, np. w Anglii, albo gdzie stacye są zacieśnione, np. we Włoszech. Jeśli zwłaszcza poruszanie obrotnic i przesuwnic, a również ruch wagonów dokonywa się za pośrednictwem urządzeń mechanicznych, to taki sposób przerządzania jest wielce dogodny *).

W przerządniach, pracujących siłą ciężkości, tor wyciągowy otrzymuje spadek 10 do 18‰. Na ową ślepo zakończoną pochylnię parowóz wpycha wagony, które należy zahamować, poczem parowóz odjeżdża. Po odprzęgnięciu jednego lub kilku wagonów, luzuje się ich hamulce, a wagony staczają się siłą ciężkości we właściwe tory przerządcze. Wadą tego urządzenia jest nadmierny nieraz, a niejednakowy rozpęd wagonów, zależny od przebieżonego spadu, co znów wymaga przyhamowywania wagonów się staczają-

*) S. Schwabe, Engl. Eisenbahnwesen 1877 str. 91; Berlin, Wilh. Ernst i syn.

cych. By temu zapobiedz zmniejszają spadek pochylni, lecz natenczas parowóz musi współpracować w przerządzaniu. Wciąga on pociąg na pochylnią i odpycha kolejno wagony odprzęgnięte, samo jednak odprzęganie staje się mozolnem wobec wyprężonych sprzęgów wagonowych. By i temu zapobiedz stosują pochylnie dwuspadkowe, których spadki odwrotne wytwarzają poniekąd grzbiet i które też zwać będziemy grzbietniami. Parowóz przeciąga pociąg aż poza grzbiet takiej grzbietni, poczem odprzęganie wagonów spierających się ze sobą nie przedstawia żadnej trudności, a parowóz przepycha aż poprzez grzbiet wagony odprzęgnięte, które, będąc już w ruchu, toczą się dalej po względnie krótkiej pochylni, a przebiegając zawsze spad jednakowy, zbiegają też w przybliżeniu z jednakową prędkością. Druga pochylnia grzbietni miewa spadek odwrotny, lecz mniejszy, bywa nawet pozioma, a długość jej równa się długości całego lub połowy pociągu. Ta pochylnia grzbietni może zatem w swym końcu zejść z powrotem do poziomu torów stacyjnych i łączyć się tu z nimi bezpośrednio, co dozwoli wpychanie pociągu na grzbietnię z tego końca.

Celowym będzie układ przerządni, w której tor przyjazdowy jest zarazem wyciągowym, a w której odnogi tego toru nie są ślepe, lecz łączą się w sposób właściwy z następnemi pochylniami lub torami wyciągowymi, a dalej z torami zbornymi i odnogami przerządni odjazdowej, zbiegającymi się znów w tory odjazdowe. Jeżeli tego rodzaju przerządnia leży nadto w spadku dostatecznym, to cała czynność przerządzania obyć się może bez parowozów przerządczych. Pociąg przyjeżdżający staje odrazu na pochylni, parowóz jedzie do parowozowni, wagony przerządzają się siłą spadku i zestawiają w gotowe pociągi, zabierane z przerządni przez parowozy odjazdowe. Parowóz stacyjny zabiera z przerządni tylko wagony, które dobiegły swego kresu na danym trakcie, oraz przywozi na przerządnię wagony, wysełane z danej stacyi lub jej przekazane z innych traktów. Układy podobne zastosowano np. w Tierre-Noire pod St. Etienne, w Edgehill pod Liwerpolem *), w Dreźnie na stacyi Friedrichstadt, w Norymberdze **) i t. p.

## I. Sposób opracowania projektów stacyi.

(W. Pr. St. § 14 do 17 i 42 do 44).

**Plany stacyi** opracowujemy ponajczęściej w wymiarce 1 : 1000, dla większych stacyi 1 : 2000. Wrysowanie warstwic jest bardzo pożądane, a w planie wypada oznaczyć możliwie wszelkie szczegóły istniejące i projektowane na stacyi, oraz jej otoczenie, a więc: drogi dojazdowe, stoki, odwodnienie, granice posiadłości, pochyłości

*) Org. f. Fortschr. 1884 str. 42; Ziviling. 1890, tabl. 23.

**) Dalsze szczegóły o przerządniach p. Eisenbahn. Techn. d. Gegenw. II, 3, Stacye, str. 492 do 505. A. Blum. Org. f. Fortschr. 1884, str. 42; Zeitschr. d. han. Arch. u. Ing. Ver. 1883, str. 49. Klette, Ziwiling. 1895; Köpcke, Zeitschr. d. Ver. d. Ing. 1898; Oder, Arch. f. Eisenb. Wes. 1905.

i krzywości (z wpisaniem długości łuków przejściowych), kierunki traktów, określone mianem stacyi wybitnych, wsiady, budowle, tory, rozjazdy, żórawie wodne i dźwignicowe, wagi, zdroje i t. p., niezapominając wrysować kierunku północy oraz wymiarkę.

Dla stacyi łączących się z innemi, w pobliżu leżącemi, należy dołączyć jeszcze streszczony plan całości w wymiarce nie mniejszej niż 1 : 5000. Do wytykania torów i ich połączeń wypada dodać tak zwany plan rozjazdów w wymiarce 1 : 500, z wpisaniem wszystkich wymiarów obliczonych. Mosty, przejazdy nad i podtorowe przedstawiają się w widoku z góry, lecz z wrysowaniem poziomych przekrojów przyczółkowych i filarowych, pozostałe zaś przedmioty (tory, zwrotnice i t. p.) zasłonięte wyżej leżącymi przedmiotami, należy wrysować kreskami przerywanemi. Pożądanem jest wreszcie dla większych stacyi dodanie szkicu, skurczonego w kierunku poosiowym stacyi. Format planu ma się równać połowie arkusza papieru Whatman'a, t. j. 64 · 46 cm, a plany większe wypada łamać na tenże format.

**Oś stacyi** należy wrysować cienką linią przerywaną, z oznaczeniem podziału na km i dziesiętne ich części, z wpisaniem promieni krzywości przy końcach łuków, a położenie osi na planie obrać możliwie równolegle do górnego kraju arkusza, przyczem liczby kilometrowe powinny wzrastać od strony lewej ku prawej.

**Tory i rozjazdy.** Tory rysują się jedną kreską, a rozjazdy kreskami prostemi, przyczem główne tory osobowe oznaczają się kreskami przynajmniej dwa razy grubszemi od torów pozostałych (około 1 mm gr.). Obwiedzenie ważnych punktów kółkiem umożliwia dokładniejsze odmierzanie cyrklem, aniżeli oznaczenie położenia tych punktów kreskami poprzecznemi, chociaż W. Pr. St. pozwalają i na takie oznaczanie. Początki i końce rozjazdów, krzyżni i t. p. (p. str. 311 i n.) należy oznaczyć na planie. W. Pr. St. w § 16 wymagają, aby trójkąciki rozjazdów niezespolonych zakreskować czarno lub barwnie, zespolonych zaś zamalować. Jeżeli skos wszystkich rozjazdów i t. p. jest jednakowy, to starczy podać go w objaśnieniach poza planem, w przeciwnym zaś razie trzeba wpisać skosy we wszystkie rozjazdy i t. p. Promienie krzywości poszczególnych torów wpisują się wzdłuż łuku, a jego początek i koniec oznacza się kreskami poprzecznemi w kierunku promieni.

Liczby porządkowe rozjazdów zwykłych wpisują się przy złączu przedśpicowem, w krzyżnych i półkrzyżnych natomiast przy punkcie skrzyżowania. Rozjazdy podwójne i niedokrzyżne oznaczają się liczbami jako dwa oddzielne rozjazdy. Obok śpiców iglicowych w rozjazdach półkrzyżnych wypada wpisać litery *a* i *b*, a w rozjazdach krzyżnych litery *a b c* i *d*, a to w celu oznaczenia poszczególnych zwrotnic. Rozjazdy oznaczają się cyframi arabskiemi, postępującemi wedle możności od strony lewej planu ku prawej.

**Tory** główne, mijankowe i przeczekalne oznaczają się cyframi rzymskiemi, pozostałe zaś tory boczne cyframi arabskiemi, rozpoczynającemi się od liczby następującej po ostatniej cyfrze rzymskiej. Na stacyach półwyspowatych i wyspowatych (p. str. 330) tory każdej strony oznaczają się liczbami w porządku liczonym od wsiadu

głównego, a te same cyfry obu stron wyróżniają się od siebie przez dodanie liter, np. liter początkowych nazwy kierunku świata. Tory leżące między obu stronami zaliczają się do tej, dla której są więcej potrzebne. Tory przewidziane na przyszłość, a oznaczane na planie kreskami przerywanemi, otrzymują również odrazu swe liczby porządkowe. Cyfry torów wpisują się w nie tak, aby tworzyły szeregi pionowe lub ukośne, a w plany stacyi większych wypada wpisać takie szeregi cyfr kilkakrotnie w pewnych wzajemnych odstępach. W pobliżu tych szeregów cyfrowych należy powpisywać odstępy międzytorowe wzdłuż linii poprzecznej. Wreszcie trzeba też powpisywać przeznaczenie poszczególnych torów nietylko osobowych, lecz i towarowych, a nawet przerządczych, oraz użytkową długość tychże torów między ukresami, wskazując zarazem największe długości pociągów i t. p. (W. P. St. § 15).

**Pozostałe urządzenia**, jako to: żórawie wodne, wagi, obryśnice, ogrodzenia, rozmaite zapory torowe, obrotnice, przesuwnice i t. p. należy oznaczać na planach podług wskazówek § 17 W. Pr. St.

**Oznaczenia barwami**. Wszystko istniejące kreskami czarnemi, tory jednak niebieskiemi; wszystko projektowane należy rysować lub obwieść kreskami cynobrowemi. Wsiady, ładownie, obrotnice, nowe drogi oznaczają się podmalowaniem soczysto żółtem, nowe budynki zaś blado czerwonem (karminowem). Wszystko projektowane na przyszłość oznacza się cynobrowemi kreskami przerywanemi. Granice posiadłości odznaczają się żółtym paskiem. Na planach stacyi węzłowych zaleca się wyróżniać jasnem podmalowaniem w barwach odmiennych tory przynależne do poszczególnych traktów. Gdy chodzi o wyróżnienie jednego takiego samotnie między innotraktowemi leżącego toru, to starczy wązki pasek barwny obok linii torowej. Wodociągi należy wrysować niebiesko, przewody gazowe żółto, odwadniające ciemno-brunatno. Urządzenia przeznaczone do usunięcia przekreśla się na krzyż cynobrem. Cyfry i nazwy, dotyczące przedmiotów, wpisują się takiemi samymi barwami, jakiemi oznaczono owe przedmioty. W celu wyróżnienia traktów obcych wraz z ich przynależytościami, dozwala się używać barw odmiennych (W. Pr. St. § 14).

**Oznaczenie wysokości**. W projektach stacyi nowych, mających się budować na terenie nierównym, należy wrysować warstwice blado-brunatne, z cyfrowem oznaczeniem ich wzniosu ponad N. N. (p. str. 145), a to w celu umożliwienia oceny robót ziemnych. Do projektów wielkich stacyi, w zamian tego można dołączyć oddzielny plan z warstwicami, w który należy wrysować granice posiadłości i poziomy obrys samej stacyi. W przełożenia drogi wypada powpisywać spadki i promienie krzywości. Wzniosy ponad N. N. trzeba powpisywać we wsiady, dziedzińce, ulice ładunkowe, ładownie, tunele, przejazdy nad- i podtorowe, punkty najniższe i najwyższe dróg, rowów i t. p. Wskaźniki pochyłości toru należy wrysować w punktach załomowych, wysuwając je jednakże poza właściwy plan stacyi, przyczem na ramionach wskaźnikowych wypada oznaczyć cyfrowo stromość i długość pochyłej. Wskaźniki te są potrzebne

nawet wtenczas, gdy ponad planem wrysowano podłużny obrys kolei, zwłaszcza jeżeli poszczególne tory posiadają pochyłości odmienne. Kreska pionowa wskaźnika przedłuża się aż do toru, do którego wskaźnik przynależy, a u podnóża tegoż wskaźnika wpisuje się wznios wierzchu szyny ponad N. N. Gdy załom pochyłości leży poza stacyą, tak że nie mieściłby się na rysunku, mimo to należy na planie określić jego położenie przez podanie kilometra porządkowego, oraz dalszej pochyłości szlaku. Bez względu na to, czy wskaźniki owe rysujemy ponad planem właściwym, czy też pod nim, ramiona wskazujące pochyłość mają co do pochylenia być zgodne z pochyłością istotną, a nie jej obrazem zwierciadlanym.

Oznaczenie **sygnałów, przyrządów zdalanastawnych, tablic nastawczych** i t. p. ma być zgodne ze wskazówkami § 21 P. K. d., §§ 13, 42 i 43, oraz części II W. Pr. St.

## m. Oznaczenia poszczególnych gatunków torów i rozjazdów.

1. Kierunek jazdy, na każdym torze, o ile jest dla niego ustalony, oznacza się strzałkami, wrysowanemi w kreskę oznaczającą tor, a nie obok niej. Dla wyróżnienia torów osobowych od towarowych, tory osobowe oznacza się strzałkami pojedyńczemi, towarowe zaś podwójnemi, leżącemi tuż za sobą. Strzałki te powtarzają się w dość małych odstępach na linii torowej, a to w celu zwiększenia przejrzystości planu. Stosują też oddzielne oznaczenia dla torów o przeznaczeniu swoistem, np. dla pociągów podmiejskich.

2. Ważniejsze zwrotnice otrzymują oznaczenia podług pierwszych liter swej nazwy niemieckiej, a mianowicie:

Rozjazdy odłączny i złączny, służące do przejścia z toru głównego w boczne, oznaczają się przez *S* (Spaltungs-Weiche), względnie *V* (Vereinigungs Weiche) p. rys. 990 i 991.

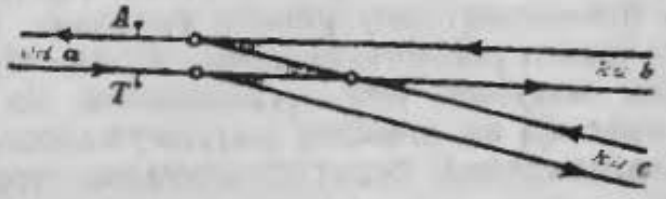
Rozjazdy oddawczy i przejemczy, służące do oddawania, względnie przyjmowania wagonów z traktów obcych, oraz rozjazdy rozstajne, w których trakt rozszczepia się na dwie odnogi, a więc i na odwrót, w którym owe odnogi się łączą w spólny trakt, oznaczają się przez *T* (Trennungs Weiche), względnie *A* (Anschluss-Weiche) p. rys. 992.

O ile dwa przynależne rozjazdy powyższych rodzai leżą obok siebie (a nie zdala od siebie), miejsce ich położenia zwiemy punktem złącza rys. 990 i 991,

Rys. 990.

Rys. 991.

Rys. 992.

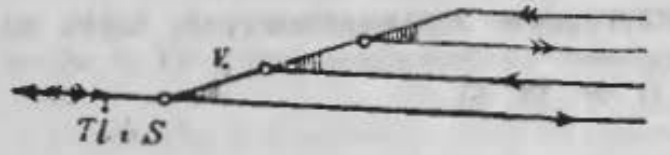


względnie punktem przejmu, albo punktem rozstajnym rys. 992.

Rozjazd zdwójczy, który rozdwaja tor szlaku jednotorowego na dwa główne tory stacyjne, oznacza się przez *Tl* (Teilungs-Weiche (p. rys. 993.

Rys. 993.

Rys. 994.




Gdy się kilka traktów zbiega, rozjazdy powyżej wspomnianych gatunków pojawią się na planie stacyi w większej liczbie, a natenczas dogodnem będzie wyróżniać oznaczenia tych rozjazdów przez dodanie wyróżników, wskazujących kierunek przynależny, np. $S_a$, $V_a$; $S_c$, $V_c$ i t. p. Zwłaszcza na traktach jednotorowych jeden rozjazd spełnia nieraz jednocześnie czynności różnego rodzaju, a natenczas przy rozjeździe takim wypada wpisać równocześnie litery, znamionujące owe czynności, np. *Tl* i *S* w rys. 994.

**Opis techniczny**, przynależny do projektu stacyi, sporządzonego zgodnie z wskazówkami powyższemi, można skrócić znacznie, gdyż ścisłe przeprowadzenie owych oznaczeń w projekcie czyni go zrozumiałym prawie bez wszelakich objaśnień. Opis może się natenczas ograniczyć do objaśnienia myśli przewodniej projektu, oraz do jego części bardziej złożonych, jako to zespolenia sygnałów i zwrotnic (W. Pr. St. § 18).

## n. Przepisy, dotyczące stacyi na kolejach rosyjskich,

p. str. 209, 210, 211 i 214, a nadto:

1) Przepisy ozysku (eksploatacyi) technicznego; § 98 dotyczy podziału i rozjazdów torów stacyjnych.

2) Zbiór rozporządzeń Min. Kom., dotyczących służby drogowej, wydanie z r. 1900, a mianowicie:

a) O wyborze miejsca pod stacye kolejowe w blizkości miast. Zeszyt I, str. 5.

b) O wykonaniu robót ziemnych w granicach stacyi. Zeszyt I, str. 61 i 62 oraz zesz. III, str. 12.

c) O projektach torów na stacyach nowych i rozszerzanych. Zesz. I, str. 5, 6 i 7.

Plan stacyi na kolejach nowo się budujących w wymiarce 1 : 1000, a większych stacyi 1 : 2000; wszystkie tory należy w nim pomianować i barwnie podmalować, stosownie do ich przeznaczenia, a mianowicie: tory główne karminem, osobowe zielono, towarowe fioletowo, parowozowe żółto, wiodące do naprawni bez podmalowania; wszystkie tory, przeznaczone do niezwłocznego wykonania, oznaczają się kreskami nieprzerywanemi, projektowane na przyszłość kropkowanemi, bez podmalowania, wreszcie istniejące tory traktu

kolejowego, z którym się nowa kolej łączy, niebiesko. Długości torów należy przy nich popisać, a z boku dać wykaz torów. Budynki murowane trzeba podmalować karminem, drewniane sieną paloną, wszystkie pooznaczać literami, objaśniając z boku ich przeznaczenie.

W planach rozszerzenia stacyi (w wymiarce 1:2000) wszystko istniejące rysuje się czarno, a barwnie tylko tory i budynki nowe lub do przebudowy przeznaczone, wszystko to kreskami nieprzerywanemi, a rozszerzenia przewidywane na przyszłość, liniami kropkowanemi.

Tory, ich grupy, oraz rozjazdy należy ponumerować, a do planów dołączyć: podłużny przekrój stacyi, wraz z przyległymi szlakami, po dwie wiorsty z każdej strony; przekroje poprzeczne w odstępach co 50 saż.; wykreślny rozkład jazdy największej liczby pociągów; opis techniczny z objaśnieniem przyczyn rozszerzenia, rocznego obiegu pociągów, ich długości i składu, dziennego obiegu wagonów, pracy poszczególnych grup torowych, zamierzonego zespolenia zwrotnic i sygnałów, wreszcie zamierzonego rozszerzenia na przyszłość.

d) O długości poziomych i torów na stacyach. Zesz. III, str. 73: Długość poziomej na stacyach pierwszorzędnych przynajmniej 858,4 m (400 saż.), w razach wyjątkowych do 778,7 m (365 saż.), lecz tylko za oddzielnem pozwoleniem Ministra Kom. Użytkowa długość toru do wymijania się pociągów nie mniejsza niż 672 m (315 saż.) dla toru głównego, a 501,4 m (235 saż.) dla dalszych.

e) O przedstawianiu projektów stacyi Radzie Inżynierskiej. Zeszyt I, str. 6 i 7.

3) „Ukazatjel" Min. Kom.

a) R. 1878, Nr. 36: O zmianach nazw stacyi.

b) R. 1885, Nr. 27: O przystankach, zwłaszcza urządzanych staraniem osób postronnych.

c) R. 1894, Nr. 10: O odstępach torów, między którymi leżą wsiady. Na kolejach szerokotorowych przynajmniej 5,33 m (2,5 saż.).

d) R. 1896, Nr. 37, oraz r. 1899, Nr. 45: Zakaz mianowania nowych stacyi i przystanków nazwami stacyi już istniejących.

e) R. 1900, Nr. 51: O przystosowaniu długości użytkowej torów przyjazdowych do długości pociągów.

f) R. 1901, Nr. 33: O przedstawianiu projektów stacyi Radzie Inżynierskiej (rozporządzenia uzupełniające w Nr. 29 r. 1902, oraz w Nr. 16, r. 1904).

g) R. 1902, Nr. 25: O wsiadach (peronach osobowych), urządzanych na rachunek osób postronnych.

h) R. 1902, Nr. 11, 29 i 39: O projektach stacyi węzłowych łączących nowy trakt kolejowy z istniejącym.

# II. TABOR KOLEJOWY.

Wszelkie dane poniższe dotyczą średniotorowych niemieckich kolei głównych, o ile w poszczególnych ustępach nie zaznaczono wyraźnie, że dotyczą innego toru lub rodzaju kolei.

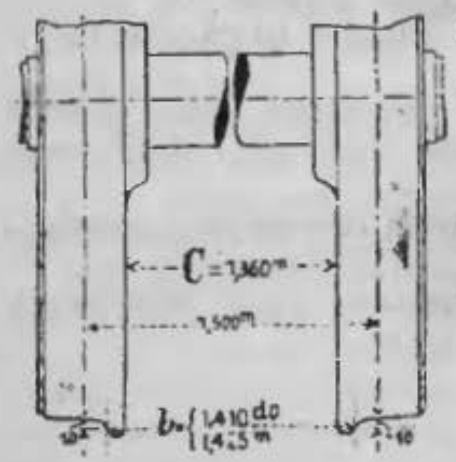
## A. Część ogólna.

### a. Zestawy kół (osie wraz z kołami).

**1. Nacisk koła na szyny** podczas postoju i przy pełnem wyzyskaniu nośności taboru nie ma przekraczać: na średniotorowych głównych kolejach niemieckich 7 t, a gdy tor i mosty są bardziej wytrzymałe 8 t, w Rosyi 7,5 t, w Anglii do 10 t, w Stanach Zjednoczonych nawet 12,5 t. Podczas jazdy naciski te stają się większymi, a to wskutek uderzeń, kołysania się, cwałowania i wężykowania taboru, zwłaszcza parowozu, w którym, wskutek przesuwania się mas naprzód i wstecz, środek ciężkości zmienia swe położenie względem parowozu, co powoduje właśnie owe ruchy uboczne. Nacisk ten zwiększa się również pod wpływem siły odśrodkowej, działającej na odciążek, jaki się mieści na kołach napędnych parowozu w celu zrównoważenia mas poruszających się w parowozie (p. str. 362 i 402). O nacisku kół na kolejach drugorzędnych p. str. 231.

**2. Obrzeża kół.** Wszystkie koła taboru powinny posiadać obrzeża *) od strony tylnej koła, t. j. od wewnętrznej strony zestawu, a więc i toru. Obrzeża te mają być nie niższe niż 25 mm, a po największem starciu się obręczy nie wyższe niż 36 mm, przyczem wysokość obrzeża mierzy się zawsze od tocznego okręgu **) koła, który znów leży dla toru średniego w oddaleniu 750 mm od środka zestawu (W. T. § 71). Koleje pruskie stosują najmniejszą wysokość obrzeży 28 mm (p. rys. 996).

Rys. 995.




Grubość obrzeża, mierzona w oddaleniu od osi o 10 mm większym, niż promień okręgu tocznego, nawet po najsilniejszem starciu, nie ma być mniejsza niż 20 mm (W. T. § 71).

W torach o prześwicie 1435 mm, gdy zestaw kół przesuniemy tak, aby jedno obrzeże dotknęło szyny, luz pozostały przy drugim toku między obrzeżem a szyną powinien być przynajmniej 10 mm, a po największem starciu się obrzeży niema on przekraczać 25 mm. W miejscu

*) O wpływie obrzeża na umocowanie obręczy i na prześwit toru p. Centralbl. d. Bauv. 1894, str. 63, 169 i 271.

zatem, określonem powyżej dla mierzenia grubości obrzeża, wzajemny odstęp wewnętrznych powierzchni obrzeża może się wahać w granicach od $b = 1410$ mm do $b = 1425$ mm (p. rys. 995 i W. T. § 72). J. T. w § 4 i 5 określa powyżej wspomniany luz na torach o prześwicie $s = 1440$ mm na 15 do 35 mm, czyli $b = 1425$ do 1405 mm. Dla pośrednich zestawów kołowych wozaka kilkoosiowego lub parowozu, luz ten może być większy, nie przekraczając jednak 40 mm, gdy prześwit $c$ między kołami równa się 1360 mm. (W. T. § 72).

W Rosyi luz powyższy ma być 10 do 25 mm, $c = 1440$ mm, przy prześwicie torowym $s = 1524$ mm.

W wozakach kilkoosiowych, zwłaszcza też w parowozach, gdy osie pośrednie są nieprzesuwne, mogą koła osi pośrednich być i bez obrzeży, z warunkiem jednakże, aby obręcze spierały się na szynach nawet w najniedogodniejszych okolicznościach, a więc podczas przejazdu przez łuki o najmniejszym promieniu krzywości (P. K. d. § 31). Obręcze takich kół miewają powierzchnie t o c z n e nie stożkowate lecz walcowate, a ustroj ten znajduje przedewszystkiem zastosowanie na wązkotorowych kolejach drugorzędnych, o małych promieniach krzywości toru, w Anglii zaś i Stanach Zjednoczonych nawet na kolejach głównych, zwłaszcza pod parowozy kilkoosiowe.

**3. Obręcze** wyrabiają ze stali zlewnej dla kół wagonowych, a dla parowozowych ze stali tyglowej (p. str. 50).

S z e r o k o ś ć obręczy, podług W. T. § 70, ma być 130 do 150 mm, J. T. w § 3 dozwala jednak i 125 mm pod istniejącymi już wagonami towarowymi, przyczem jednak prześwit między kołami zestawu $c$ musi być 1360 mm.

Na drugorzędnych kolejach średniotorowych luz ma być 5 do 25 mm, a szerokość obręczy nie mniejsza od 120 mm, gdy $c = 1360$ mm, a 100 mm gdy $c = 1390$ mm, np. w tramwajach parowych, a to by zwęzić wedle możności żłobek w torze. Dla kolei wązkotorowych szerokość obręczy ma być przynajmniej: 110 mm dla $s = 1000$ mm, 100 mm dla $s = 750$ mm, wreszcie 90 mm dla $s = 600$ mm, luz zaś 5 do 20 mm.

P r z e ś w i t n y o d s t ę p $c$ między kołami zestawu ma być 1360 mm, z dozwolonem uchybieniem $\pm 3$ mm, J. T. w § 2 dozwala jednak szersze granice, a mianowicie $c = 1357$ do 1366 mm. Na szerokotorowych kolejach rosyjskich $c = 1440$ mm. Po za tylną, t. j. ku osi toru zwróconą powierzchnią koła nic nie ma wystawać, na kolejach rosyjskich na wysokości ponad wierzch szyny 100 mm (p. rys. 883 b i c str. 219 i 220), a na kolejach niemieckich 50 mm (p. rys. 884 i 885 str. 227).

G r u b o ś ć obręczy przy okręgu tocznym powinna być, podług J. T. § 7, przynajmniej $i = 20$ mm dla wagonów, W. T. w § 70 wymagają jednakże ogólnie $i \geqq 25$ mm, rozumie się po największem starciu się obręczy. Przy ostatniem przetaczaniu powinno pozostać $i \geqq 30$ mm. Gdy się obręcz osłabia przez wpustkę na zacisk przytwierdzający, to grubość pozostająca w tem miejscu, po największem starciu się obręczy ma pozostać nie mniejsza niż 20 mm.

W Rosyi grubość obręczy, pozostała po największem jej starciu, ma być: pod parowozami 35 mm zimą, a 30 mm latem, pod parowozami przerządczymi 25 mm, bez względu na porę roku; pod tendrami 30 mm zimą, a 28 mm latem; pod wagonami osobowemi 27 mm, a pod towarowymi 22 mm.

Na niemieckich kolejach drugorzędnych średniotorowych pod parowozami i tendrami $i = 20$ mm, pod wagonami $i = 16$ mm; na wązkotorowych o prześwicie $s = 1000$ mm

lub 750 mm: pod parowozami i tendrami $s = 12$ mm, pod wagonami $s = 10$ mm. Na rosyjskich kolejach wązkotorowych ma być przynajmniej: $s = 25$ mm pod parowozami, $s = 22$ mm pod wagonami osobowymi, a $s = 17$ mm pod towarowymi.

W. T. w § 70 i 71 wymagają, aby toczne powierzchnie obręczy z obrzeżami były stożkowate, a zalecają pochyłość 1 : 20, obręcze bez obrzeży natomiast mają być bez tej pochyłości, a więc walcowate. Pochyłość powyżej wspomniana dla kolei rosyjskich jest 1 : 17. Ostrych zatoczeń w obręczach wypadałoby unikać.

**4. Bose koła** sprychowe pod wagony bywają z żelaza skowalnego lub zlewnego, tarczowate zaś mogą być bądź to wykuwane ze stali skowalnej lub zlewnej, albo z żelaza zlewnego, bądź też odlewane nawet wraz z obręczą ze zlewnej stali lub żelaza, albo z żeliwa utwardzonego. Koła odlewane wraz z obręczą otrzymują na kolejach pruskich 1000 mm średnicy w okręgu tocznym, a to w celu, aby po ich nadmiernem starciu się można było stoczyć obrzeża i otoczyć takie koła na bose. W Anglii są jeszcze w użyciu koła o tarczach drewnianych, a nadto nawet i koła z papierowca (papier „maché"), które jednak zawiodły pokładane w nich nadzieje.

W. T. w § 67 wymagają, aby koła hamowne miały obręcze nasadzane, a były z tworzyw (materyałów) powyżej podanych; koła niehamowne mogą mieć natomiast tarcze drewniane, albo być bez obręczy nasadzanej, lecz natenczas trzeba je odlewać ze stali zlewnej i w postaci kół tarczowatych. Koła tarczowate z żeliwa utwardzonego można stosować li tylko pod bezhamulcowe wagony towarowe z warunkiem, aby ich prędkość jazdy nie przekraczała 45 km/godz. (J. T. § 8), na kolejach drugorzędnych zaś można takie koła stosować i do hamulcowych wagonów towarowych, o ile ich prędkość jazdy nie przekracza 20 km/godz. (Z. K. t. § 45).

W. T. w § 68 określają 840 mm jako najmniejszą, dozwoloną średnicę kół wraz obręczą pod wagony i tendry; koleje pruskie przepisują 850 mm.

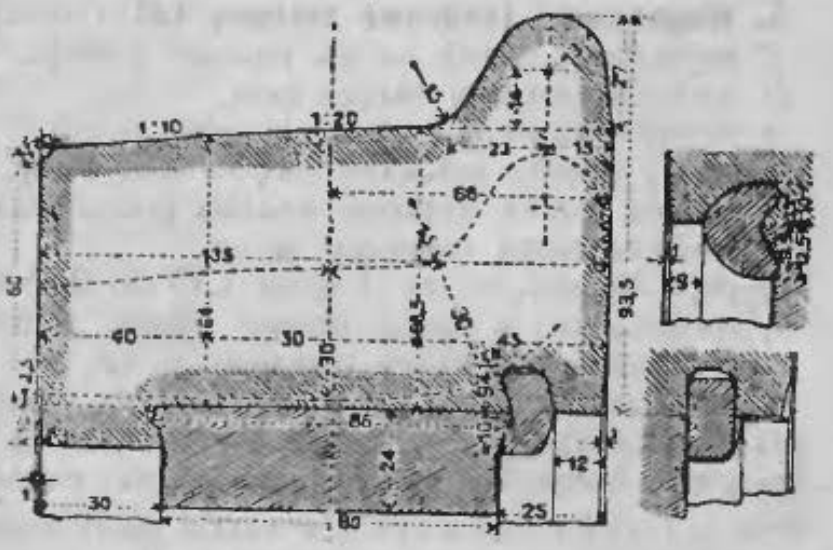
Przytwierdzanie obręczy do koła bosego ma być tego rodzaju, aby w razie pęknięcia obręczy poszczególne jej kawałki nie odpadały od koła (W. T. § 70). Zaufnemi okazały się przytwierdzenia przechodzące wzdłuż całego obwodu, a zwłaszcza zaciskami wpustowymi lub ochwytczymi i t. p.

Prześwit obręczy wytacza się na średnicę o $^1/_{1000}$ mniejszą niż koło bose. Obręcz, zagrzaną nad paleniskiem gazowem, nasadzamy na koło bose tak, aby jej wypust przylegał do wieńca koła, a gdy obręcz ostygnie, wytaczamy w niej wpustkę, osadzamy zaciski wpustne, które potem na zimno, podobnie jak i wypust obręczy dobijamy młotkami zwyczajnymi, a nieraz pneumatycznymi.

W rys. 996 podano przekrój obręczy z miarami ustalonemi na kolejach pruskich, które obecnie jednak stosują obręcze o 10 mm grubsze. Zacisk wpustowy, zazwyczaj zaoblany, składa się z czterech dzwon, rozpłaszczonych na stykach, a rozpłaszczenia te mieszczą się w zagłębieniach wpustki, uprzednio wyrobionych w obręczy. Zamiast czterech dzwon oddzielnych, stosuje się też na zaciski cały pierścień przecięty, który, po włożeniu we wpustkę, rozpłaszczamy

również w czterech miejscach na długości około 45 mm, miejsce jednak rozcięcia owego pierścienia pozostaje niespłaszczone *). Pod tendry, koło bose ma wieniec 98 mm szeroki (zamiast 80). Pod parowozy obręcze kół napędnych mają 140 mm szerokości. kół pozostałych 135 mm, a wieniec koła bosego 103 mm.

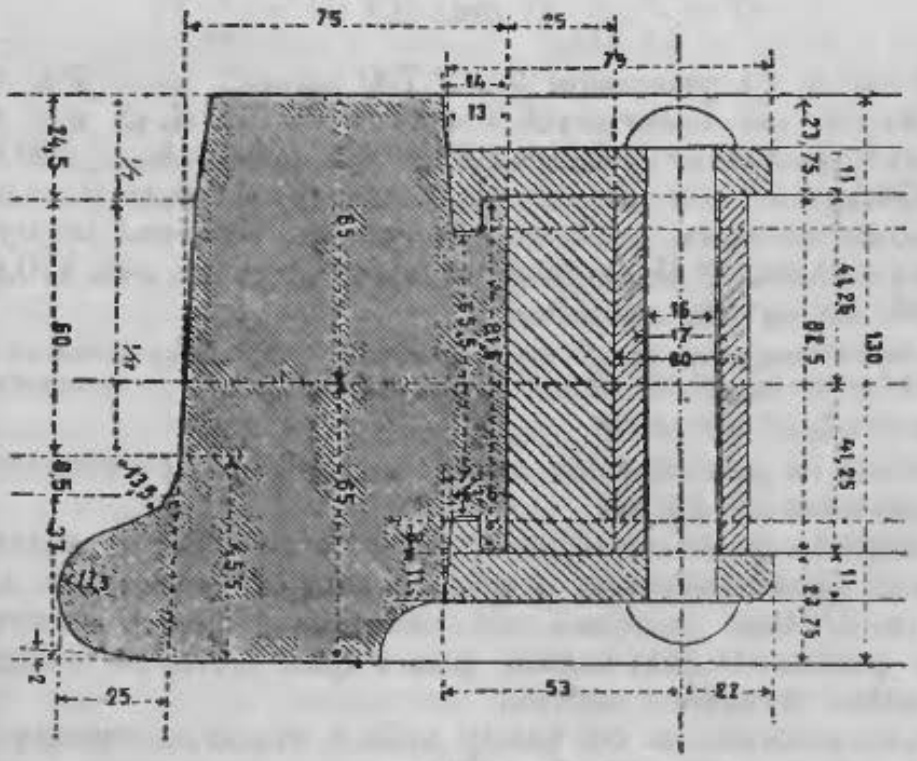
Rys. 996.




Wymiary obręczy, oraz sposób jej umocowania na kole bosem, stosowane na kolejach rosyjskich przedstawiono w rys. 997.

Koła nasadzamy na oś za pomocą tłoczarki hydraulicznej pod naciskiem 50 do 80 t. Osadzenie kół na osi ma być bezwzględnie zaufne, t. j. niedozwalające na żadne wzajemne przesunięcia (W. T. § 73). Powierzchnie toczne kół obtaczają się w całym ze-

Rys. 997.




stawie, t. j. dopiero po ostatecznem nasadzeniu kół na osi. Pruskie koleje pozostawiają w kołach tarczowatych po dwie dziury zabiercze, (do otaczania kół) 35 mm średnicy, w odstępie wzajemnym 570 mm.

*) E. Büte, Radreifenbefestigungen 1890, odbitka z Glasers. Annalen.

Koła sprychowe należy tak nasadzić na oś, aby poszczególne sprychy przynależnych kół zestawu leżały w spólnych płaszczyznach przechodzących przez oś, a to w celu dogodnego przesunięcia między sprychami zespór tłoczarki wodnej podczas nasadzania lub zdejmowania kół z osi.

**5. Wagonowe i tendrowe zestawy kół.** Oznaczymy przez:

$P$ największy nacisk na oś, podczas postoju, w kg,
$D$ średnicę tocznego okręgu koła, w cm,
$a$ odstęp wzajemny tychże okręgów, w cm,
$e$ odstęp między środkami czopów osi, w cm,
$h$ wznios środka ciężkości wozidła ponad wierzch szyn, w cm,
$d$ średnicę czopa osiowego, w cm,
$l$ jego długość, w cm ($l$ bywa 1,75 do 2,25 $d$),
$d_1$ średnicę osi w części, objętej piastą, a mianowicie mierzoną w płaszczyźnie okęgu tocznego, w cm,
$l_1$ odległość środka czopa od płaszczyzny okręgu tocznego, w cm,
$k_{bs}$ gięcie bezpieczne w czopie osiowym, w kg/cm$^2$,
$k_{bn}$ gięcie bezpieczne w części osi objętej piastą, w kg/cm$^2$.

Siłę uderzeń bocznych w czasie jazdy liczą do $0{,}4\,P$, a zwiększa ona nacisk na jeden z czopów o $P_1$, nacisk zaś przynależnego koła o $P_2$, określone wzorami:

$$P_1 = 0{,}4\,\frac{h - 0{,}5\,D}{e}\,P, \text{ oraz } P_2 = 0{,}4\,\frac{h}{a}\,P.$$

Średnicę osi, w czopie i w piaście oznaczamy ze wzorów:

$$d^3 = \frac{8}{\pi}\,\frac{l}{k_{bs}}\,P, \text{ oraz } d_1{}^3 = \frac{16}{\pi}\,\frac{l_1}{k_{bn}}\,P,$$

a W. T. w § 74 przepisują $k_{bs} \leqq 700$ kg/cm$^2$, $k_{bn} \leqq 560$ kg/cm$^2$, dla zlewnych osi towarowych i tendrowych (Z. K. d. w § 47 rozciągają cyfry powyższe na wszelakie osie wagonowe); $k_{bs} \leqq 590$ kg/cm$^2$, $k_{bn} \leqq 470$ kg/cm$^2$, dla takichże osi żelaznych, skowalnych, natomiast pod wagony osobowe, pocztowe, tłomokowe, oraz pod tendry $k_{bs} \leqq 560$ kg/cm$^2$, $k_{bn} \leqq 450$ kg/cm$^2$ dla żelaza zlewnego, a $k_{bs}$ 470 kg/cm$^2$, $k_{bn} \leqq 380$ kg/cm$^2$ dla skowalnego.

Na kolejach rosyjskich stosują dla stali zlewnej pod wagony towarowe i tendry $k_{bs} \leqq 680$ kg/cm$^2$, $k_{bn} \leqq 550$ kg/cm$^2$, a pod wagony osobowe i tłomokowe $k_{bs} \leqq 550$ kg/cm$^2$, $k_{bn} \leqq 440$ kg/cm$^2$.

Ciśnienie na powierzchnię czopa w pociągach pospiesznych nie ma przekraczać 20 kg/cm$^2$.

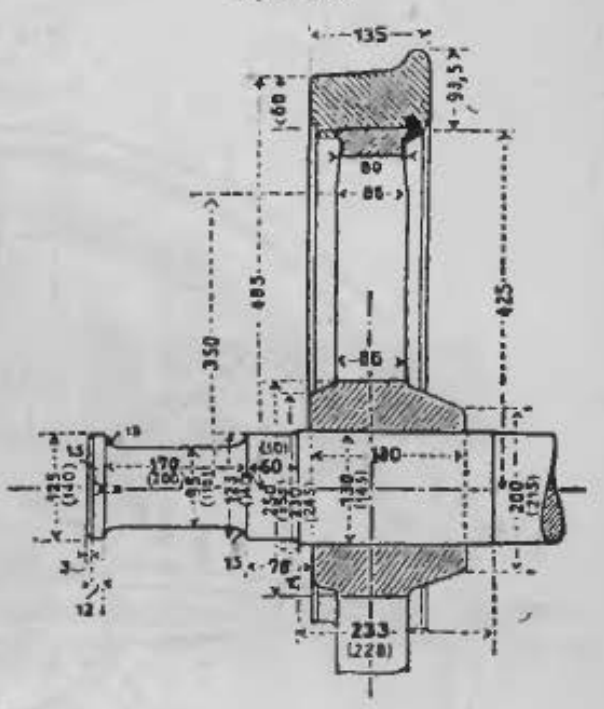
Ze względu na ścieranie się czopów zwiększają ich średnice o 5 do 10 mm ponad obliczone, a gdy się chociaż jeden czop zestawu zetrze na średnicę mniejszą niż obliczona z danych powyższych, wypada przestawić taki zestaw pod wagon mniej go obciążający, albo zupełnie wycofać z obiegu.

Ostrych zatoczeń na osi należy unikać wogóle, a zwłaszcza przy piaście lub wśród niej (W. T. § 74).

Rys. 998 przedstawia przekrój przez część zestawu kolei pruskich, o kołach 980 mm średnicy w okręgu tocznym. Pod nowe wagony pruskie, o nośności 15 t, ważnemi są miary podane w nawiasach, a koła tych wagonów mają średnicę 1000 mm w okręgu tocz-

nym, które to zwiększenie średnicy osiągnięto przez pogrubienie obręczy o 10 mm. Oś pod tendry kolei pruskich posiada większe z wpisanych w rysunek wymiary; pod nowe tendry pociągów pospiesznych zgrubiono jednak oś, a mianowicie o 5 mm w czopie i o 25 mm w piaście. Osie wagonowe miewają w środkowej części średnice o 10 mm mniejszą, tendrowe natomiast bywają w tej części cylindryczne. Na osiach pozostawia się w obu końcach nakła (kernery) dla zakładania osi na kły tokarki przy ponownem przetaczaniu.

Rys. 998.




**Waga zestawu** kół wagonowych pruskich jest 1025, względnie 1105 kg.

Rys. 999 i 1000 przedstawiają widok i przekrój koła sprychowego z osią pod rosyjskie wagony towarowe.

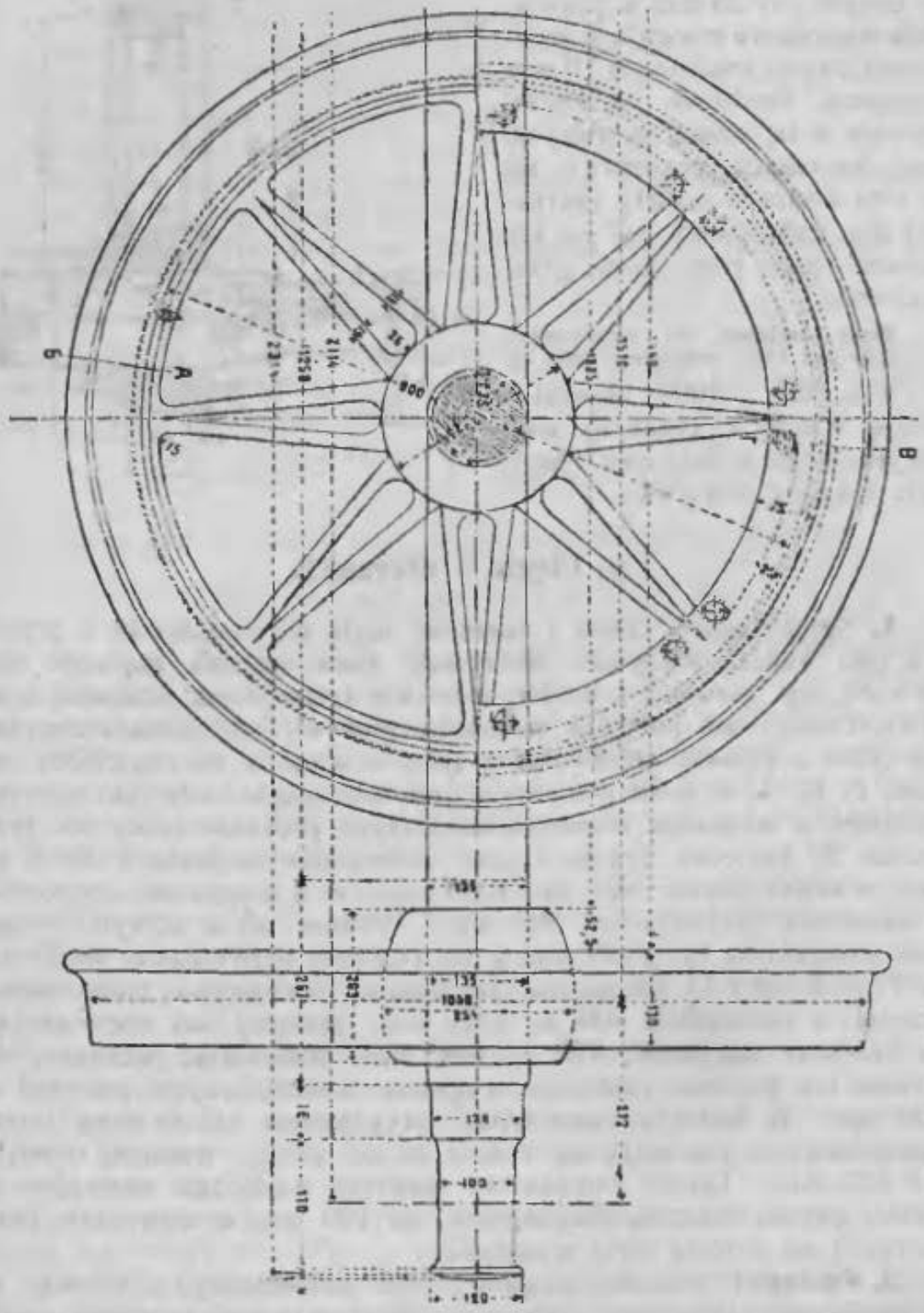
## b. Cięgła i zderzaki.

**1.** Sprężynujące cięgła i zderzaki mają się znajdować z przodu i z tyłu każdej jednostki taborowej. Dwa wozidła złączone stale ze sobą, np. parowóz i tender, stanowią tylko jedną jednostkę taborową. Dlatego też parowóz otrzymuje powyżej wspomniane urządzenie tylko z przodu, tender zaś z tyłu, a wagony na obydwóch czołach. Z. K. d. w § 48 dozwalają urządzać cięgła i zderzaki nie sprężynujące u wagonów towarowych, których prędkość jazdy nie przekracza 20 km/godz. Środki cięgieł i zderzaków mają się wznosić ponad wierzch szyny 940 do 1065 mm, a u wagonów osobowych z mostkami przynajmniej 980 mm. Wznios ten u nowych wagonów pustych ma być 1040 mm, z dozwolonem uchybieniem $\pm$ 25 mm. J. T. w § 10 i 11 ustanawia dla taboru istniejącego nieco szersze granice, a mianowicie 900 do 1070 mm, przepisy zaś obowiązujące na kolejach rosyjskich: 970 do 1085 mm dozwalając jednakże, aby wznios ten podczas postoju u wagonów naładowanych schodził do 920 mm. W każdym razie środki stykających się ze sobą tarczy zderzakowych nie mają się różnić co do swego wzniosu o więcej niż 125 mm. Tarcze zderzakowe powinny zachodzić nawzajem na siebie, gdy są żelazne, przynajmniej na 190 mm, a drewniane, przynajmniej na połowę swej wysokości

**2. Pociągiel** wagonu powinien być nawskrośny, a mieścić się w środkowej płaszczyznie pionowej wagonu, i taki posiadać ustrój, aby sprężyny cięgła znosiły tylko opór danego wagonu (W. T. § 137). Pociągiel o średnicy 42 mm, składa się z dwóch części,

łączących się ze sobą na złączkę gwintowaną, a lepiej na złączkę o dwóch klinach. Rys. 1001 przedstawia taką złączkę kolei pruskich o zaklinianych końcach okrągłych, a o wytrzymałości około 43 t.

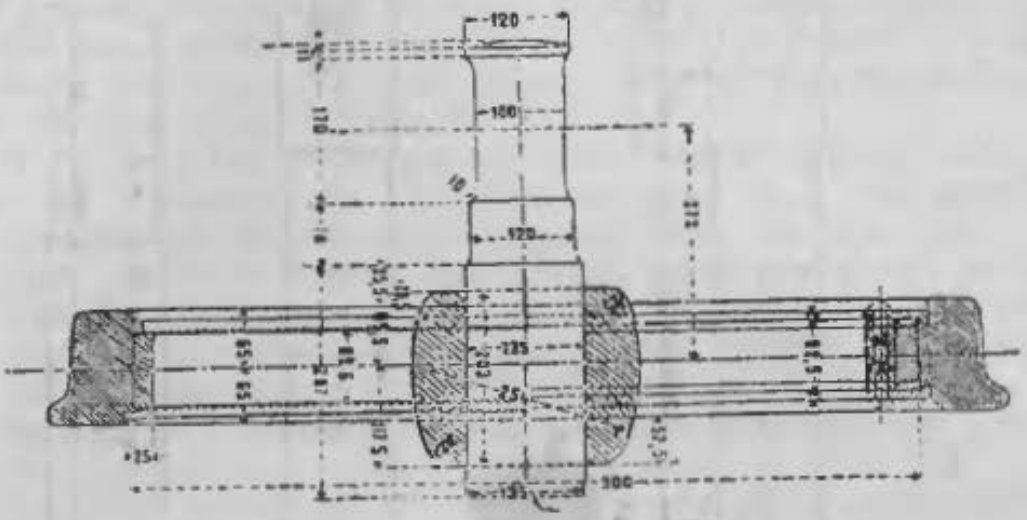
Rys. 999.



Dla wagonów rosyjskich ustalono miary: prześwit złączki 47 mm, długość jej 260 mm, grubość jej ścianek 13 mm, przekrój klinów

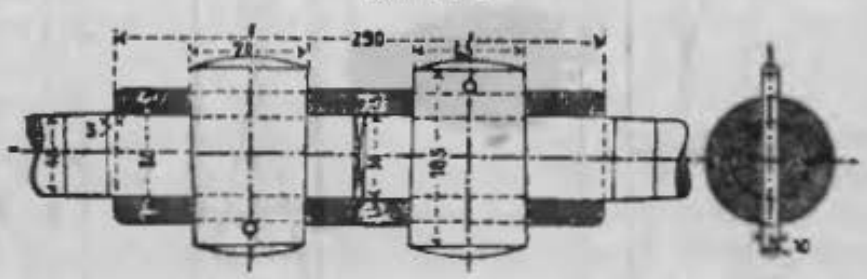
stalowych 50 na 10 mm, odstęp między brzegiem dziury na klin, a końcem złączki, względnie pociągla, 40 mm, średnica pociągla poza złączką zmniejsza się do 44 mm.

Rys. 1000.



W Anglii i Stanach Zjednoczonych niesprężynujące pociągle nawskroś ne zastąpiono nienawskroś nymi a sprężynującymi. Pruskie koleje państwowe wprowadzają również podobny ustrój, lecz na razie tylko na próbę *).

Rys. 1001.

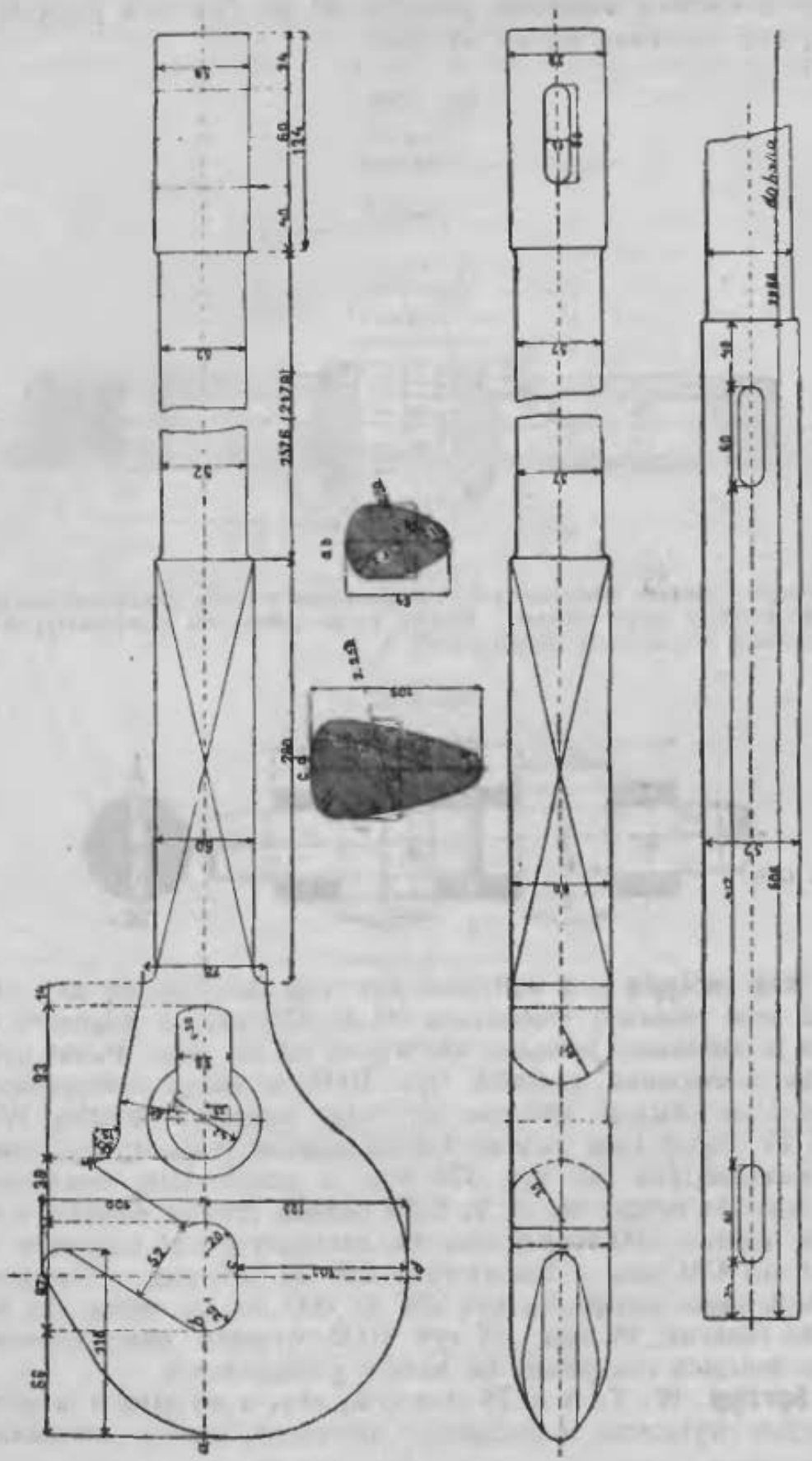


**3. Hak pociągla** pod wpływem siły ciągnącej ma się dać odciągać od belki czołowej wagonu na 50 do 150 mm, u wagonów osobowych z mostkami jednakże nie więcej niż 65 mm. Punkt uczepny haka u wagonów pruskich (rys. 1003) w stanie nienapręż onym ma leżeć w odstępie 280 mm od belki czołowej. Podług W. T. § 76 i 77 odstęp tejże powierzchni od zderznej płaszczyzny, zderzaków nieściśniętych ma być 370 mm, z uchybieniem dozwolonem ± 25 mm. Na odstęp ten J. T. § 15 określa granice szersze, a mianowicie: ogólnie 300 do 400 mm, dla istniejących zaś wagonów osobowych do 430 mm, a towarowych 223 do 430 mm. U wagonów rosyjskich tenże odstęp ma być 280 do 360 mm, a odstęp łba haka od belki czołowej 50 mm. W rys. 1002 wpisano miary obowiązujące na kolejach rosyjskich dla haków pociągielnych.

**4. Sprzęgi.** W. T. w § 78 stanowią, aby, z wyjątkiem wagonów jeżdżących wyłącznie w pociągach roboczych, każda jednostka ta-

*) Glasers Ann. 1898, I, str. 21 i 109. Organ f. Fortschr. 1904, str. 10.

Rys. 1002.



borowa posiadała na każdem czole **sprzęg śrubowy** (rys. 1003), § 141 wymaga nadto (podobnie jak i J. T. w § 18), aby w razie zerwania się głównego sprzęgła śrubowego przejmował jego czynność **sprzęg dodatkowy** (rys. 1004). Zwieszające się sprzęgi niesprzęgnięte u wagonu przy największem ugięciu się resorów, mają pozostawać jeszcze przynajmniej 75 mm *) ponad wierzchem szyn, u parowozów zaś i tendrów 60 mm (W. T. § 88, 121 i 114). U wagonu pożądana jest uchwytka, za którąby mógł się przytrzymać sprzęgacz podczas swego zajęcia (W. T. § 82).

W. T. w § 141 dozwalają na zastosowanie spólnego sworznia złącznego i pociągla dla obydwóch sprzęgów, t. j. dla głównego śrubowego i dla dodatkowego, jednakże tylko pod warunkiem, aby sworzeń taki miał przynajmniej 45 mm średn., oraz aby pociągiel nie miał nigdzie przekroju mniejszego niż 20 $cm^2$, aby wreszcie jego część kwadratowa, pod wagonem lub tendrem, o przekroju 50 mm · 50 mm, była zaopatrzona w przyrząd bezpieczeństwa (np. w klin 70 mm · 10 mm), któryby, w razie zerwania się pociągla w części okrągłej, oparł się o belkę czołową.

Rys. 1005 przedstawia sprzęg kolei rosyjskich, o śrubie grubości w sworzniu 45 mm, a w rdzeniu 37 mm, ze skokiem gwintu 6,4 mm ($^1/_4$"). W najbardziej wysuniętem położeniu punkt uczepny pałąka ma wystawać poza przód zderzaków nieściśniętych 404 do 484 mm.

**5. Zderzaki.** W. T. § 79 wymagają, aby poziomy odstęp wzajemny zderzaków był 1750 mm z dozwolonem uchybieniem $\pm$ 10 mm; J. T. w § 12 określa szersze granice, a mianowicie 1710 do 1760 mm, dla istniejących zaś jednostek taboru nawet 1700 do 1800 mm. W zderzaku zupełnie ściśniętym odległość zderznego punktu tarczy od belki czołowej ma być przynajmniej 370 mm. Gdy patrzymy na czoło wagonu od zewnątrz, prawa tarcza zderzaka ma być płaska, lewa zaś wypuklona, a strzałka tego wypuklenia przynajmniej 25 mm. Tarcza zderzakowa nie powinna mieć mniej niż 340 mm średnicy, a u wagonów wspartych na półwozakach nie być mniejsza niż 400 mm, jednakże u wagonów osobowych z mostkami nie powinna ona przekraczać 450 mm. J. T. w § 13 dozwala stosować tabor istniejący z tarczami zderzakowemi o średnicy 300 mm.

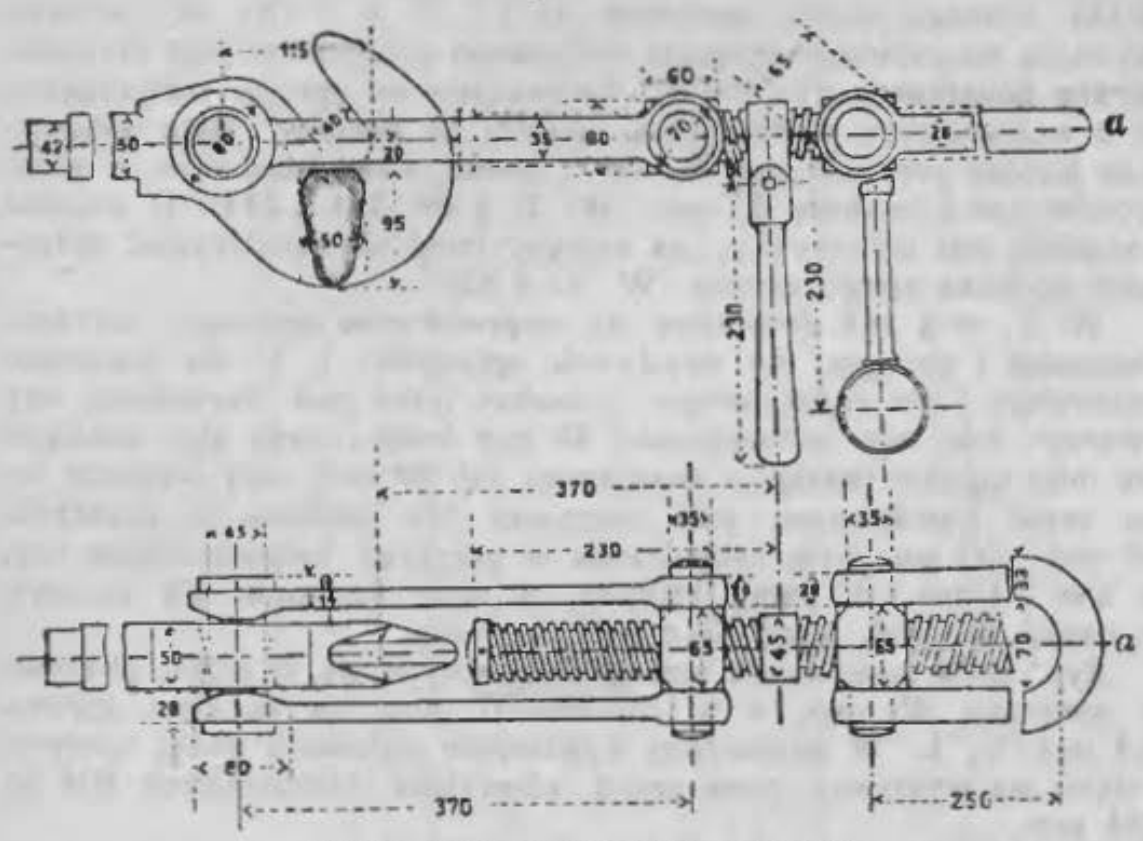
Rys. 1006 przedstawia zderzak o pochwie czwororamiennej kolei pruskich, którego tarcz przytwierdza się ponajczęściej nitami do tłuczka właściwego. Pochwę czwororamienną zlewną lub skowalną zastępują też pochwą całkowitą z żelaza skowalnego lub żeliwną.

Przestrzenie po obu stronach sprzęga głównego, między nim a zderzakami, mają być swobodne od części wystających, a mianowicie na szerokość po 400 mm, na wysokość 2000 mm ponad wierzch szyny, a w kierunku osi 300 mm, mierzonych między belką czo-

*) Obrysie kolei rosyjskich wznosi się ponad wierzch szyn o 50 mm wyżej, t. j. 100 mm zamiast 50 mm, wobec czego dla kolei rosyjskich miara ta powinna być stosownie większa.

(Ciąg dalszy na str. 371)

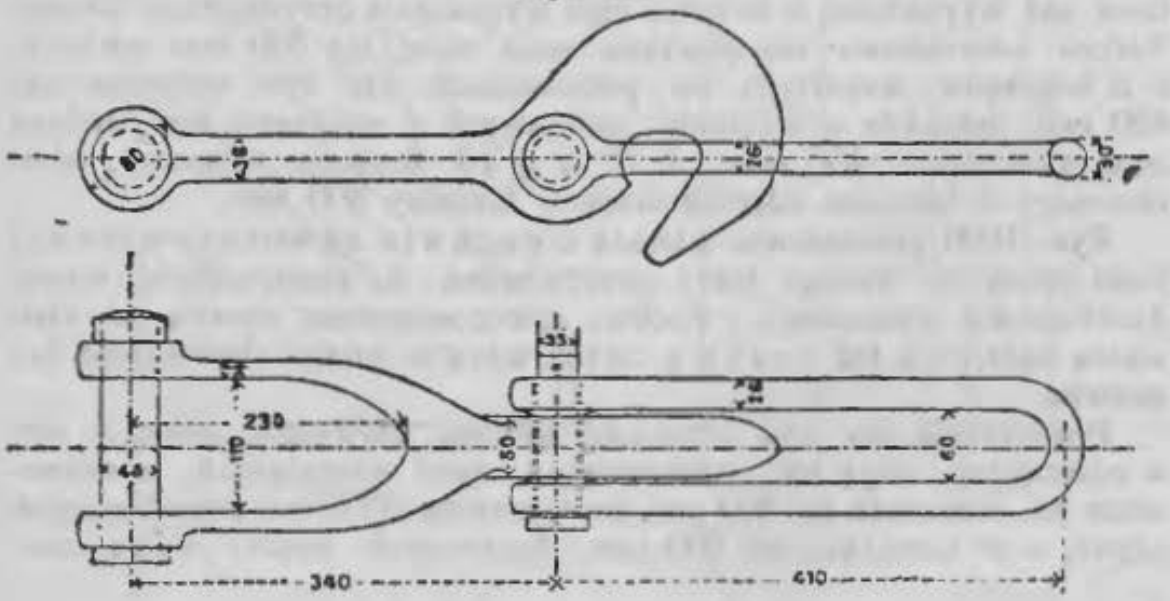
Rys. 1003.




**Sprzęg śrubowy** podług W. T. § 77 i 78.

Pałąk sprzęgowy przy *a* ma mieć średnicę 35 mm (J. T. § 17 od 30 do 35 mm). Śruba w rdzeniu 33 mm gruba, o skoku 7 mm. Przedstawione w rys. połączenie nasrubka z hakiem na sworzeń, można zastąpić przez drugi i pałąk. W. T. w § 77 przewidują wzmocnienie sprzęgów w przyszłości, a koleje pruskie wprowadzają już wzmocnione haki sprzęgowe, nadając im największy przekrój 50 mm · 110 mm, zamiast 50 mm · 95 mm, przez to zwiększono siłę zrywającą hak z 35 t do 45 t.

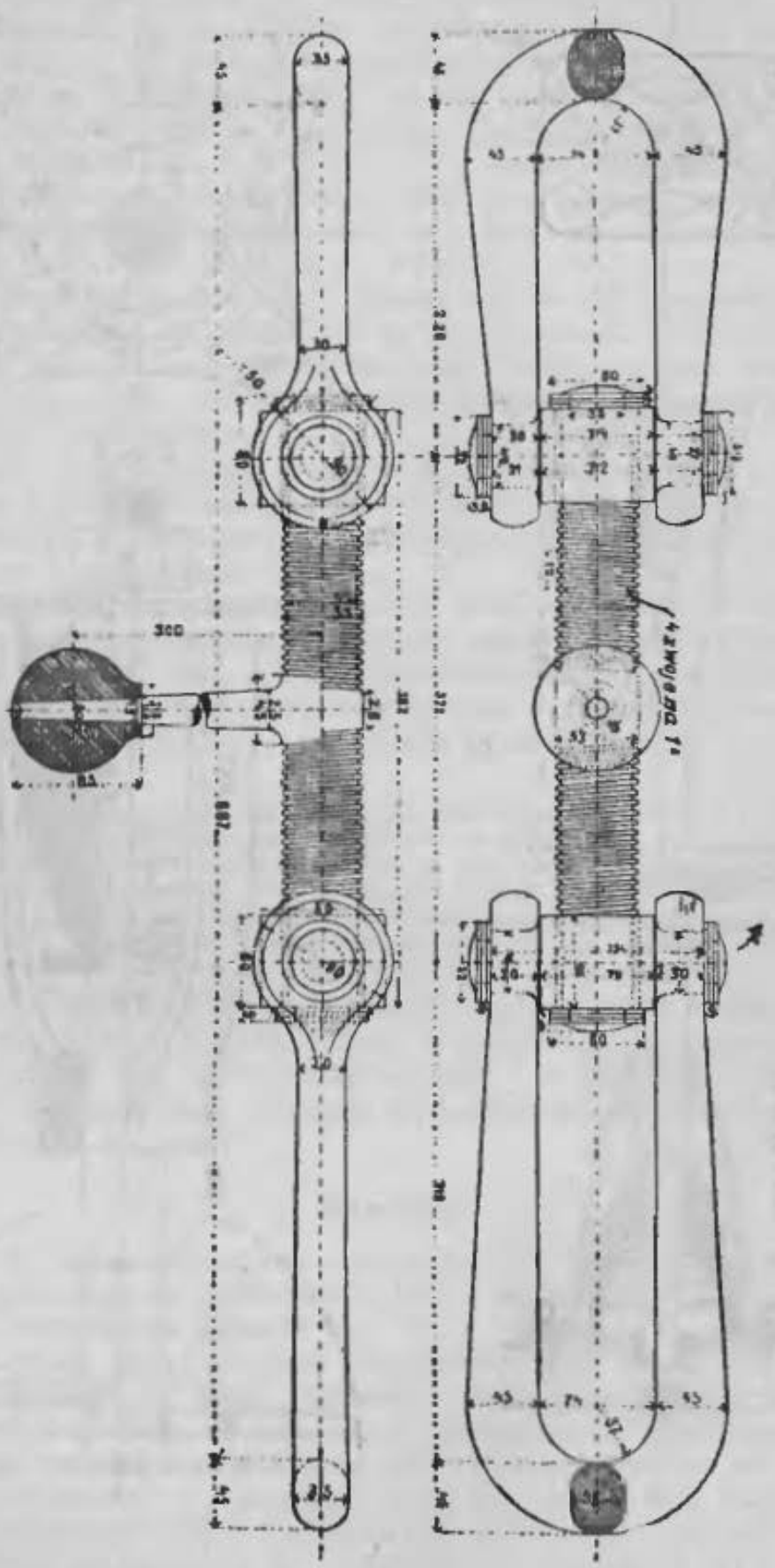
Rys. 1004.



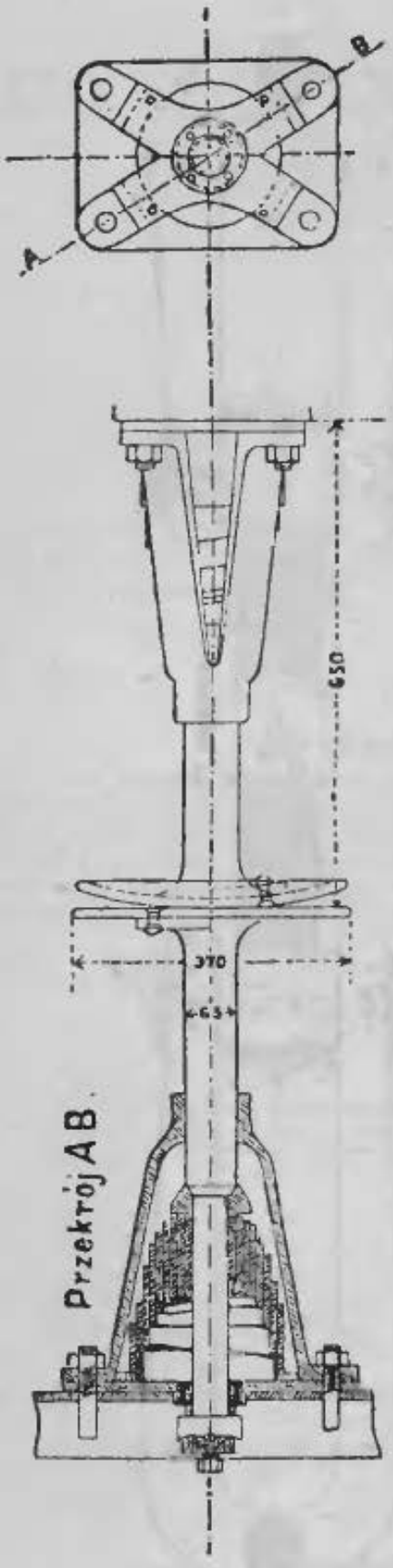

**Sprzęg dodatkowy** podług W. T. § 141.

Koleje pruskie dodają jeszcze zabezpieczenie, zapobiegające samoczynnemu rozprzęganiu się podczas pchania wagonów.

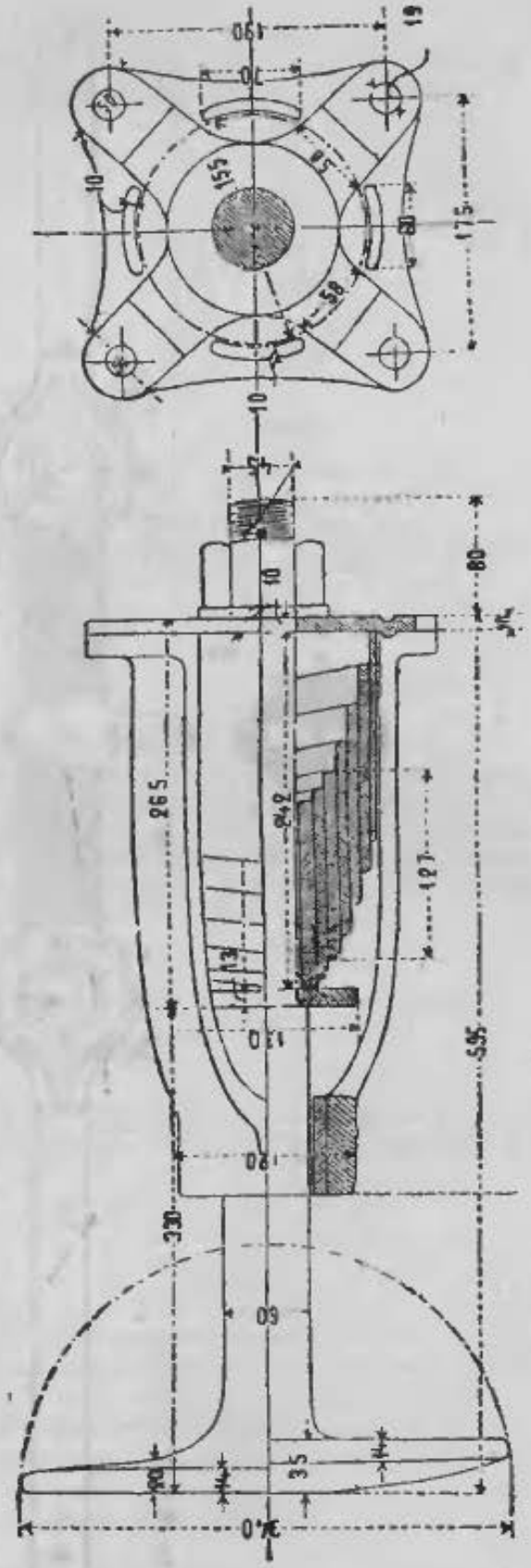
Rys. 1005.



Rys. 1006.




Rys. 1007.



łową, a płaszczyzną zderzną zderzaków zupełnie wciśniętych. Poza tą przestrzenią, swobodną na ruchy sprzęgacza, wystające części wagonu, jako to kozły, stopnie, poręcze, mostki i t. p. powinny swym wysięgiem nie zbliżać się bardziej niż na 40 mm do płaszczyzny zderznej, t. j. płaszczyzny pionowej, przełożonej przez zderzne punkty zderzaków zupełnie wciśniętych (jednakże wyjątki od tego przepisu podają W. T. w § 139 i 140). Końce bocznych chodnic i stopni wagonowych muszą jednak leżeć przynajmniej w odległości 300 mm od tejże płaszczyzny zderznej, lecz zderzaków wysuniętych (J. T. § 14 i 22; W. T. § 80 i 139).

W bardzo długich wagonach zaleca się (na ich przejazd przez ostre łuki) pozostawiać pewien luz na boczne przesunięcia się czwórgrani haka pociągielnego względem belki czołowej, oraz urządzać zderzaki, samoczynnie się nastawiające wzajemnie spętanym ruchem poszczególnych zderzaków.

Dla kolei drugorzędnych § 48 Z. K. d. uznaje za ustrój celowy zastąpienie dwóch zderzaków bocznych przez jeden zderzak środkowy, łączący się ze sprzęgiem samoczynnym, a przynajmniej ze sprzęgiem ustroju niezłożonego.

W rys. 1007 przedstawiono zderzak kolei rosyjskich, z wpisanemi miarami obowiązującemi. Wzajemny odstęp osi zderzaków spółczołowych jest 1782 mm, z dozwolonem uchybieniem na $\pm$ 10 mm.

**6. Sprężyny cięgieł i zderzaków** bywają ponajczęściej stożkowate, skrętne, zlewno-stalowe, o przekroju prostokątnym (p. rys. 1006 i 1007).

Koleje pruskie stosują dwa rodzaje sprężyn: mocniejsze na naciski 5 t do cięgieł wagonowych i zderzaków parowozowych i słabsze na naciski 3,5 t do zderzaków wagonowych. Cięgła parowozu i tendra posiadają po dwie sprężyny słabsze, pozatem stosują tylko sprężyny pojedyńcze. Przy wsadzaniu ściskają sprężynę słabszą o 10 mm, mocniejszą zaś o 25 mm. Sprężyna mocniejsza ma 6 zwojów o średnicy górnej 54 mm, a dolnej 163 mm w prześwicie, przekrój zaś 145 mm · 10 mm. Sprężyna słabsza ma 5 zwojów o średnicach 54 mm i 160 mm, a przekrój 145 mm · 7,5 mm.

Koleje rosyjskie stosują jeden tylko rodzaj sprężyn na nacisk 3,44 t, w końcu węższym o średnicy 50 mm w prześwicie, w szerszym zaś przynajmniej 155 mm średnicy zewnętrznej, a o przekroju 127 mm · 7 mm. Wysokość 255 mm sprężyny swobodnej zmniejsza się o 13 mm przy wsadzaniu w pochwę.

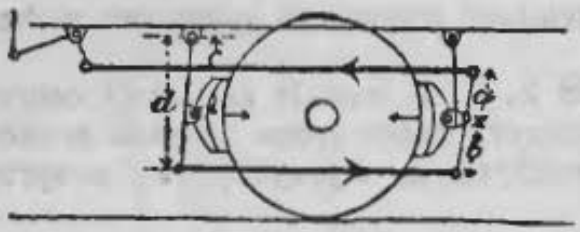
## c. Hamulce.

Ustrój hamulca ręcznego ma być taki, aby hamulce się dociągały, t. j. hamowały, za pokręcaniem korbą **na prawo**, t. j. w kierunku ruchu wskazówek zegarowych (W. T. § 81; J. T. § 21), oraz aby umożliwiały prawie zupełne zahamowanie kół nawet pod wagonem naładowanym do pełnej nośności. Przełożenie między dzierżakiem korby a klockami hamulcowymi określamy w sposób następujący: Jeżeli nacisk hamowanych kół wagonu wyrazimy w tonach i liczbę tę nazwiemy w skróceniu liczbą ton, to dla śrub jednozwojnych w wagonach dwu i trzyosiowych przełożenie ma być 40 do 60-cio krotną liczbą ton, a w wagonach czteroosiowych 30 do 50-io krotną. Dla śrub dwuzwojnych przełożenie może być o 25% mniej-

sze, nie ma jednak przekraczać 1 : 1200. Liczbę ton dla wagonów osobowych, pocztowych i tłómokowych oznaczamy podług nacisku wagonu pustego, dla wagonów towarowych zaś wraz z pełnym ładunkiem. Hamować trzeba przynajmniej dwie osie wagonu (W. T. § 135). Stosowany ogólnie w kolejnictwie gwint Whitworth'a nie używa się jednak ani do śrub hamulczych, ani do sprzęgowych, ani wreszcie do nastawczych śrub wieszaków resorowych (W. T. § 87).

**Hamulce klockowe**, stosowane w kolejnictwie prawie wyłącznie, mogą być albo naporcze, t. j. napierające na koło z jednej tylko strony, albo okleszczające, t. j. obejmujące koło obustronnie, jak gdyby w kleszcze. Wadą hamulca naporczego jest silny napór jednostronny na oś, jej czopy, maźnice i widły maźnicowe; czopy pod tym naporem mogą się nawet unieść z panewek. Natomiast hamulce te zalecają się mniejszą wagą, oraz mniejszymi kosztami tak urządzenia jak i utrzymania. Jeżeli w hamulcu okleszczającym nacisk każdego z jednej pary klocków ma być równy drugiemu, to należy dopełnić warunku (rys. 1008):

Rys. 1008.




$$\frac{a}{a+b} = \frac{c}{d}.$$

Nacisk łączny obydwóch klocków będzie:

$$P_1 + P_2 = Z\left(\frac{a+b}{b} + \frac{ad}{bc}\right).$$

Dla pruskich wagonów towarowych ustalono miary: $a = 350$, $b = 175$, $c = 400$, $d = 600$ mm.

Dawniej stosowano tylko klocki drewniane, obecnie zaś odlewają je z żeliwa z domieszką wiórów stalowych.

Po odhamowaniu zupełnem między klockiem a obwodem koła ma pozostawać luz 5 do 6 mm.

**Skuteczność hamulcy** *). Oznaczmy przez:

$Q$ wagę pociągu, wraz z parowozem i tendrem, w kg,
$g$ przyspieszenie ciężkości $= 9{,}81$ m/sk$^2$,
$v_1$ prędkość pociągu niehamowanego, w m/sek,
$v_2$ prędkość pociągu zahamowanego, w m/sek,
$w_0 = 2{,}5 + 0{,}003\,(v_1 + v_2)^2$, spółczynnik oporu pociągu, wyrażony $^0/_{00}$ (por. str. 234) dla średniej prędkości $^1/_2\,(v_1 + v_2)$ i prostego toru poziomego,
$P$ opór ruchu pociągu, spowodowany hamowaniem, w kg,
$l$ drogę hamowania, w m,
$1 : n$ stosunek pochyłości toru, a otrzymamy:

$$Pl = \frac{Q}{2g}\,(v_1^2 - v_2^2) - 0{,}001\,w_0\,Ql \pm \frac{1}{n}\,Ql,$$

*) Centralbl. d. Bauv. 1893, str. 311.

w którym to wzorze znak dodatny dotyczy spadków, odjemny zaś wzniesień toru. Pociąg przystaje, gdy $v_2 = 0$.

Od chwili dania sygnału na hamowanie pociąg przebywa najpierw pewną drogę niehamowany, t. j. aż do chwili przyciągnięcia hamulcy, potem zaś przebiega on właściwą drogę hamowania. Obydwie te drogi łącznie dają dopiero drogę, jaką pociąg przebiegnie od chwili sygnału do zatrzymania się. Od wydania sygnału do chwili przyciągnięcia hamulców ręcznych upływa zazwyczaj 5 do 6 sekund; hamulce zespolone rozpoczynają swą czynność wcześniej.

Największą skuteczność, a więc najkrótszą drogę hamowania, otrzymamy, jeżeli dociągniemy hamulce możliwie silnie, lecz nie więcej, jak aby koła właśnie się jeszcze tylko zdołały ślizgać po klockach hamulcowych. Zupełne zakleszczenie kół klockami byłoby nieprawidłowym sposobem hamowania, gdyż koło, w ten sposób niepokrętnie zakleszczone, ślizgałoby się po szynach, a mianowicie jednym tylko punktem okręgu tocznego, co z konieczności powodowałoby szybkie niszczenie obręczy. Aby klocki niezakleszczyły kół, nacisk $B$ na nie powinien być taki, iżby tarcie pozostawało w przybliżeniu stałe, t. j. możliwie wielkie, lecz jeszcze nie zakleszczające. A że (podług str. 218 i 219 T. I) spółczynnik tarcia $\mu$ zwiększa się w miarę zmniejszania się $V$, więc nacisk $B$ klocków hamulcowych powinien się stopniowo zmniejszać, w miarę jak pociąg zwalnia swój bieg, w ten bowiem tylko sposób możemy utrzymać wartość tarcia $\mu B$ w przybliżeniu w stałej wielkości.

Na kolejach niemieckich głównych obowiązkowo stosować trzeba **hamulce zespolone**, gdy prędkość pociągów osobowych przekracza 60 km/godz., na kolejach drugorzędnych już przy prędkości 50 km/godz., przyczem nawet koła napędne parowozu powinny być hamowane. W hamulcach zespolonych największy nacisk klocka na koło ma być: pod wagonami osobowymi, pocztowymi i tłómokowymi 75 do 85%, a pod towarowymi 90 do 100% nacisku koła hamowanego, gdy wagon pusty, wreszcie pod tendrami 70 do 80% nacisku koła, gdy tender ma połowę zapasu wody i paliwa. W wagonach dwu i czteroosiowych wszystkie osie mają być hamowane, w wagonach trzyosiowych natomiast, o ile ich prędkość nie ma przekraczać 80 km na godzinę można nie hamować osi pośredniej. Całkowity skok tłoków, dociągających hamulce, ma być przynajmniej równy kresie 25 mm, pomnożonej przez liczbę przełożenia (W. T. § 135).

Hamulce zespolone bywają prawie wyłącznie **powietrzne**, a mianowicie bądź to o powietrzu sprężonem, bądź też rozprężonem. Hamulce działające **powietrzem sprężonem**, np. ustroju Westinghouse'a, Carpenter'a, Schleifer'a, Tow. New York Air Brake Comp. i t. p., znalazły zastosowanie szczególniej w Stanach Zjednoczonych, w Niemczech, Rosyi, Francyi, Szwajcaryi, we Włoszech. Hamulce działające **powietrzem rozprężonem**, np. ustroju Smith-Hardy'ego, Sanders'a, Körtinga i t. p. stosują natomiast w Anglii, jej koloniach, Hiszpanii, Austryi i na kolei Warsz.-Wiedeńskiej, która, stosując ogólnie hamulec Hardy'ego, dla wagonów przechodzących na linie niemieckie dodaje nadto i urządzenie, przystosowane do hamulca Westinghous'a.

W razie przerwania przewodu powietrznego, np. przy rozerwaniu pociągu, hamulce powinny zahamować samoczynnie. Niezależnie od tego każdy z poszczególnych hamulców powinien dać się dociągać i korbą od ręki, a to z dwóch przyczyn, raz na wypadek zepsucia się urządzenia zespolonego, powtóre wówczas, gdy wagon taki idzie w pociągu, niezaopatrzonym w urządzenie do hamowania zespolonego. Omówione już powyżej miarkowanie nacisku $B$, w celu otrzymania możliwie jednostajnej wartości $\mu B$, da się łatwo osiągnąć w ustroju hamulców zespolonych, w których powietrze działa obustronnie na tłok.

W. T. w § 85 i 86 określają wymagania, jakim mają czynić zadość międzywagonowe przełącza kiszkami, oraz złączki tych kiszek.

W. T. w § 135 wymagają, aby w nowych wagonach i w wagonach, podlegających większej przeróbce, zabezpieczono od spadnięcia wszystkie te części hamulca, które mogłyby powodować niebezpieczeństwo w razie spadnięcia na tor, gdyby hamulce się połamały.

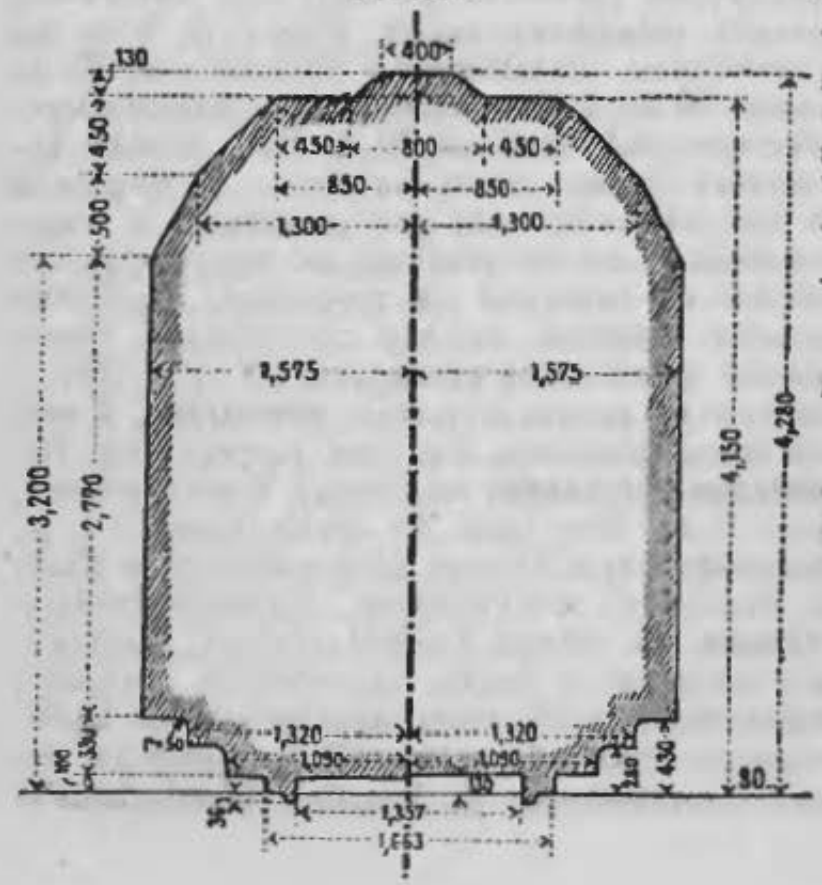
**Kozły**, na których siedzą hamulcowi, powinny być kryte, a nadto zasłonięte ściankami przynajmniej od przodu i tyłu, lepiej chociażby i z jednego boku, a na wagonach, jeżdżących w pociągach pospiesznych, kozły te mają być zasłonięte z wszystkich stron. Gdy kozioł nie jest wszechstronnie zasłonięty, powinien otrzymać przynajmniej poręcze, chroniące ludzi od spadnięcia.

## B. Parowozy i tendry.

### a. Wymiary szerokości i wysokości.

**1.** Rys. 1009 przedstawia **obrysie taborowe** kolei niemieckich, a mianowicie po prawej stronie dla wagonów, po lewej dla parowozów i tendrów. Z lewej strony jednakże wznios najwyższego, dolnego stopnia obrysia ponadwierzch szyny zmieniono obecnie z 430 mm na 420 mm, pozostawiając dawną miarę 430 mm po prawej stronie, a więc dla wagonów. Tabor powinien o tyle jeszcze niedosięgać w torze prostym boków obrysia taborowego, aby dosięgnął go conajwyżej w łukach o 180 m promienia krzywości, przy uwzględnieniu długości danej jednostki taborowej.

Rys. 1009.



Kominy parowozowe, wznoszące się więcej niż 4280 mm ponad wierzch szyny (dozwolony wznios największy = 4570 mm), trzeba tak urządzić, aby je módz czasowo obniżać do owej miary, gdyż np. bramy wjazdowe parowozowni nieposiadają nieraz większej wysokości prześwitnej.

§ 23 Z. K. g. określa dla kolei niemieckich najmniejsze odstępy między wierzchem szyn, a niektóremi częściami taboru przy najniższem położeniu zderzaków, a więc i przy największem starciu się obręczy kół, a mianowicie:

odstępu 50 mm mogą dosięgać części, zasłonięte obręczami kół (w kierunku osi szyn), jako to: odgarniacze, piasecznice i klocki hamulcowe;

75 mm: zwieszone sprzęgi główne i dodatkowe, oraz ruchome części parowozu, niezależne od sprężynowania resorów, jako to: łby goleni korbowych i wiązeł;

100 mm: wszelkie inne części parowozów i tendrów, a 130 mm części wagonów.

Podług W. T. § 88 i 114 obecnie jeszcze obowiązuje lewa strona obrysia przedstawionego w rys. 1009, w przyszłości jednak dolne stopnie obrysia dla parowozów i tendrów mają być zastąpione prostą linią pochyłą, idącą równolegle do takiejże linii obrysia torowego w odstępie 50 mm (p. str. 227). Będzie to zatem kresa prosta, której końce leżą: a) 100 mm ponad wierzchem szyn, w odległości 1190 mm od osi toru, b) 430 mm ponad w. sz., w odległości 1495 mm od osi toru. W. T. ujednostajniają wierzchnią część obrysia taborowego z obrysiem ładunkowem II (podanem na końcu rozdz. III, działu niniejszego), które obowiązuje na wszystkich traktach kolejowych, należących do Związku. Ponad poziom, leżący 4300 mm nad wierzchem szyn, mogą się wznosić jedynie kominy parowozowe, lecz i one tylko do wysokości 4570 mm ponad wierzch szyn, zajmując ponad środkową częścią obrysia taborowego na szerokość nie więcej niż 1510 mm. Dla ruchomych części parowozu, niezależnych od sprężynowania resorów, W. T. określają najmniejszy wznios ponad szynę na 60 mm, zamiast powyżej podanego 75 mm, obowiązującego na kolejach niemieckich, pozostałe zaś podane powyżej miary w granicach aż do 100 mm ponad wierzch szyny są jednobrzmiące z wymaganiami W. T. Parowozy i tendry, mające przechodzić na koleje zębnicowe, powinny w pasie 300 mm po obu stronach osi toru nieposiadać niezależnych od sprężynowania resorów części, zbliżających się do poziomu wierzchu szyn więcej niż na 110 mm; tak daleko też mogą zwisać sprzęgi; wszystkie inne części nie powinny dosięgać poziomu, wzniesionego 150 mm ponad wierzchem szyn.

**2.** Dane powyższe obowiązują i na **drugorzędnych kolejach** niemieckich, średniotorowych. Na kolejach wązkotorowych obrysie parowozów i tendrów między poziomami, wzniesionymi na 100 mm i 1000 mm nad wierzchem szyn, może się zbliżać do obrysia torowego nie więcej niż na 30 mm, w wyżej zaś położonych częściach nie więcej niż na 100 mm (por. obrysia torowe rys. 887 i 888

(dalszy ciąg str. 378).

## Główne wymiary pa

| № bieżący | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Oznaczenia | Parowozy pruskich kolei państwowych | | | | | | | |
| | 2/3 wiązany, osobowy (silnik sprzężony) | 2/4 wiązany, pospieszny [1] [2] | 2/5 wiązany, pospieszny, (silnik 4 cylindr.), ustrój hanowerski | 3/3 wiązany, towarowy [3] | 3/4 wiązany, towarowy [4] | 4/4 wiązany, towarowy [6] | 2/3 wiązany, osobowy tendrzak | 2/4 wiązany, tendrzak podmiejski |
| Dozwolona prędkość jazdy, największa, $V_{max}$ km godz. | 90 | 100 | 100 | 45 | 60—65 | 45 | 75 | 75 |
| Średnica kół napędnych . . . mm | 1750 | 1980 | 1980 | 1340 | 1350 | 1250 | 1600 | 1600 |
| Średnica kół tocznych . . . mm | 1150 | 1000 | 1000 | . | 1000 [4] | . | 1150 | 1000 [5] [7] |
| Odstępy osi . mm | 2700<br>+2300 | 2000<br>+2800<br>+2600 | 2000<br>+1900<br>+2100<br>+2950 | 2000<br>+1400 | 2300<br>+2000<br>+2000 | 1550<br>+1350<br>+1600 | 1800<br>+2400 | 2300<br>+2000<br>+2500 |
| Średnica tłoka mm | 420/600 | 460/680 | 360/560 | 450 | 480/680 | 530/750 | 420 | 420 |
| Skok tłoka. . mm | 580 | 600 | 600 | 630 | 630 | 630 | 600 | 600 |
| Pole powierzchni rusztów . . $m^2$ | 1.87 | 2,27 | 2,7 | 1,53 | 2,3 | 2,25 | 1,6 | 1,6 |
| Opłomieniona pow. ogrzew. . . $m^2$ | 6,80 | 8,98 | 10,0 | 7,78 | 10,68 | 10,56 | 5,82 | 6,65 |
| Całkowita pow. ogrzew. . . $m^2$ | 103,23 | 118,92 | 162,9 | 124,79 | 137,9 | 144,15 | 89,75 | 94,75 |
| Waga parowozu próżnego. . . t | 35,4 | 44,3 | 54,0 | 33,1 | 45,2 | 46,6 | 31,9 | 41,3 |
| Waga p. w stanie roboczym . . t | 39,0 | 49,6 | 59,8 | 38,5 | 52,0 | 51,8 | 41,9 | 53,2 |
| Waga napędna . t | 26,8 | 31,0 | 30,4 | 38,5 | 41,8 | 51,8 | 28,0 | 31,4 |
| Płomieniówki: ilość/średn. zewnętrzna . mm | 197/46 | 219/46 | 243/50 | 186/50 | 221/50 | 210/50 | 181/46 | 171/46 |
| Odstęp między ściankami sitowat. mm | 3800 | 3900 | 4450 | 4450 | 4124 | 4500 | 3000 | 4000 |
| Wznios osi walczaka nad wierzchszyn . . . mm | 1885 | 2260 | 2500 | 1985 | 2170 | 2210 | 1900 | 2200 |
| Średnica walczaka w prześwicie mm | 1280 | 1400 | 1440 | 1400 | 1532 | 1530 | 1194 | 1216 |
| Prężność pary at | 12 | 12 | 14 | 10 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| Całkowita długość bez zderzaków mm | 7750 | 9418 | 10950 | 8163 | 8990 | 9598 | 8540 | 9960 |

[1]) Ten sam parowóz jako osobowy ma koła napędne średnicy 1750 mm i silnik bliźniaczy o średnicy tłoka 460 mm.

[2]) Ten sam parowóz o silniku sprzężonym ma 2 cylindry wysokoprężne 330 mm średn., leżące w środku i 2 cylindry nizkoprężne, 530 mm średnicy, leżące na zewnątrz kół, wszystkie cztery napędzają tę samą oś. Waga w stanie roboczym 52,75 t. Ten sam parowóz o silniku bliźniaczym posiada 4 cylindry średn. 520 mm. oraz przegrzewacz pary.

[3]) Ten sam parowóz o silniku sprzężonym, ma cylindry 460/650 mm, prężność pary 12 at. a waży w stanie roboczym 40,3 t.

[4]) Na przedzie zwrotna oś prowadząca, ustroju Adam'a.

**rowozów wykonanych.**

| 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3/4 wiązany tendrzak (półwozaki ustroju Krauss'a [6]) | 3/3 wiązany tendrzak kolei drugorzędnych | 3/5 wiązany, pospieszny (silnik 4-cylindrowy) kolej Badeńska państ. | 4/6 wiązany towarowy, włoska Sieć Śródziemna | 5/5 wiązany towarowy, austryj. kol. państ. | 2/6 wiązany tendrzak, francus. kol. północ. | 3/3 wiązany towarowy, rosyjsk. kol. państ. | 4/4 wiązany towarowy, rosyjsk. kol. państ. | 3/6 wiązany, pospieszny. Kol. Chicago-Alton | 4/5 wiązany, towarowy. Kol. Pensylwańska |
| 60 | 40 | 80 | 60 | . | . | . | . | . | . |
| 1350 | 1100 | 1600 | 1400 | 1300 | 1664 | 1220 | 1150 | 2032 | 1422 |
| 1000 | . | 850 | 840 | . | 900 | . | . | . | . |
| 2700<br>+1650<br>+1650 | 1700<br>+1300 | 1900<br>+1950<br>+1750<br>+1850 | 2000<br>+1400<br>+1520<br>+1520<br>+1520 | 1400<br>+1400<br>+1400<br>+1400 | 1800<br>+2020<br>+1780<br>+1350<br>+1800 | 3388[10] | 3890[10] | . | 2502<br>1664<br>1549<br>1829 |
| 450<br>630 | 350<br>550 | 350/550<br>640 | 540/800<br>680 | 560/850<br>632 | 430<br>600 | 456<br>610 | 500/730<br>650 | 559<br>711 | 559<br>71 |
| 1,53 | 1,3 | 2,1 | 4,4 | 3,0 | 1,7 | 1,57 | 1,85 | 5,0 | 4,5 |
| 8,7 | 4,8 | 11,2 | 13,7 | . | . | . | . | 18,0 | . |
| 111,8 | 60,3 | 128,4 | 161,7 | 185,0 | 120,3 [9]) | 126,5 | 167,3 | 340,0 | 264,0 |
| 47,2 | 23,5 | . | 70,0 | 59,0 | . | . | . | . | 77,8 |
| 60,2<br>45,0 | 30,0<br>30,0 | 55,5<br>40,2 | 76,0<br>55,7 | 65,7<br>65,7 | 63,0<br>32 | 36,9<br>36,9 | 50,7<br>50,7 | 107,1<br>65,3 | 87,5<br>78,5 |
| 117/46 | 133/46 | 191/52 | 280/50 | 264/51 | 93/70 [9]) | 175/— | 210/— | 330/57 | 373/51 |
| 3700 | 3240 | 4250 | 3900 | 4510 | . | 4216 | 4660 | 6096 | 4180 |
| 2500 | 1870 | . | 2450 | 2615 | 2600 | . | . | 2870 | 2794 |
| 1372<br>12 | 1080<br>12 | 1430<br>13 | 1560<br>14 | 1532<br>14 | 1292<br>12 | .<br>9 | .<br>11 | <br>15,5 | 1828<br>14,4 |
| 10450 | 7000 | . | 10670 | 10250 | 10884 | . | . | 14046 | 11323 |

[5]) Ten sam parowóz i na półwozakach ustroju Krauss'a, a natenczas odstępy międzyosiowe 2700 + 1650 + 1650 mm. Z silnikiem sprzężonym o cylindrach 500/750 mm średnicy, albo z bliźniaczym o cylindrach 490 mm średnicy.

[6]) Parowóz ten budują obecnie z silnikiem bliźniaczym, o cylindrach 520 mm średnicy.

[7]) W tyle toczna oś zwrotna ustroju Adam'a.

[8]) Ten sam parowóz jako osobowy posiada koła napędne średnicy 1500 mm, a średnicę cylindrów 480 mm, nadto przegrzewacz pary ustroju Schmidt'a.

[9]) Płomieniówki ustroju Serve'go, t. j. wewnątrz wzdłuż użebrowane; podano powierzchnię stykającą się ze spalinami.

[10]) Zamiast poszczególnych odstępów osiowych podano rozstęp osi skrajnych.

str. 228). Między poziomami, wzniesionymi na 50 i 100 mm ponad wierzch szyn, obowiązują i na kolejach wązkotorowych miary, podane powyżej dla kolei głównych. Na kolejach wyłącznie zębnicowych zębnik może sięgać i poniżej wierzchu szyn, natomiast na kolejach mieszanych, t. j. z ruchem zwykłym i zębnicowym, zębnik nie może sięgać niżej niż 15 mm ponad wierzch szyn.

Koleje rosyjskie mają większe obrysia taborowe, a koleje angielskie, belgijskie, francuskie i włoskie mniejsze niż niemieckie.

**3. Główne wymiary** parowozów wykonanych zestawiono w tabl. str. 376 i 377.

## b. Kocioł parowozowy.

Ogólne dane dotyczące kotłów p. T. I str. 951 i nast.

### 1. Pole rusztów i powierzchnia ogrzewana.

Oznaczmy przez:
$R$ pole całkowitej powierzchni rusztu, w m²,
$H$ całkowitą powierzchnię ogrzewaną, t. j. stykającą się ze spalinami, w m²,
$V$ prędkość jazdy, w km/godz.,
$v = V : 3{,}6$ prędkość jazdy. w m/sek.,
$B$ spalaną ilość węgla, w kg/godz.,
$N$ moc parowozu, w $MK$,
a otrzymamy:

**Pole rusztu:** $R = \frac{B}{300}$ do $\frac{B}{500}$, albo $R = \frac{N}{130}$ do $\frac{N}{300}$,

we wzorach tych mniejszy mianownik dotyczy miału węglowego, a większy węgla grubego.

**Wydajność powierzchni ogrzewanej**, wyrażona stosunkiem $N : H$:

| | w parowozach osobowych | w parowozach towarowych |
|---|---|---|
| podług Frank'a *) . . . | $1{,}17 \sqrt{v}$ | $0{,}6 + \sqrt{v}$ |
| „ Meyer'a . . . | $1{,}75 + 0{,}18\, v$ | $2{,}0 + 0{,}18\, v$ |

Nie bez znaczenia będzie też stosunek powierzchni ogrzewanej do ilości obrotów korby, na który znów wpływają: stosunek $H : R$, prężność pary, wreszcie stosunek objętości $C$ cylindra wysokoprężnego, wyrażony w l, do powierzchni ogrzewanej wyrażonej w m² (p. str. 379). Stosunek w końcu wspomniany, ściśle biorąc, nie jest stosunkiem, czyli nie jest liczbą oderwaną, lecz wielkością, wyrażającą się w mm. Podobnie i niektóre inne z podanych tu stosunków nie są liczbami.

*) Frank, Wydajność parowozu i t. d. Org. f. Fortschr. 1887, str. 106.

*N : H.*

| Rodzaj parowozu | Stosunki i dane znamienne | | | $N : H$ przy poszczególnych ilościach obrotów kół napędnych na sek. | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $\frac{H}{R}$ | $p$ at | $\frac{C}{H}$ | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 | 3,5 | 4 |
| 1) **Parowozy osobowe i pospieszne:** | | | | | | | | | | |
| bliźniacze . . . . . | 55 | 12 | 0,80 | 3,5 | 4,2 | 4,5 | 4,8 | 5,0 | 5,2 | 5,3 |
| sprzężone 2 cylindrowe . . | 55 | 12 | 0,85 | 3,7 | 4,5 | 5,1 | 5,6 | 6,0 | 6,4 | 6,7 |
| „ 4 „ . . . | 55 | 14 | 0,85 | · | 5,9 | 6,3 | 6,7 | 7,0 | 7,2 | 7,4 |
| 2) **Parowozy towarowe:** | | | | | | | | | | |
| bliźniacze o małym ruszcie. | 80 | 10 | 0,80 | 2,6 | 3,1 | 3,6 | 4,0 | 4,2 | · | · |
| „ o wielkim „ . | 60 | 10 | 0,90 | 3,0 | 3,6 | 4,1 | 4,5 | 4,8 | · | · |
| sprzężone o małym ruszcie. | 75 | 12 | 1,00 | | | | | | | |
| „ o wielkim „ . | 60 | 12 | 1,00 | 3,3 | 4,0 | 4,6 | 5,1 | 5,5 | · | · |
| 3) **Tendrzaki** . . . . . | 50 | 12 | 0,88 | 3,4 | 3,8 | 4,1 | 4,3 | 4,5 | · | · |

Stosunek powierzchni ogrzewanej do powierzchni rusztów $H : R$ bywa:

w parowozach osobowych 50 do 70 (kol. prusk. 52 do 55)
„ towarowych 60 do 90 „ „ 64 do 82).

Dane powyższe dotyczą węgla kamiennego; przy zastosowaniu innego paliwa $H : R$ bywa:

na węgiel brunatny = 45 do 50 (Węgry)
„ miał węglany = 23 do 26 (Belgia)
„ antracyt = 30 do 40 (Stany Zjednocz.).

Mniejsza ilość długich płomieniówek wyzyskuje lepiej ciepło spalin, aniżeli większa ilość płomieniówek krótkich, które znów dozwalają na szybsze wytwarzanie pary; długość płomieniówek jednak nie przekracza zazwyczaj 4,5 do 6 m, a zastosowanie płomieniówek stosunkowo długich zwiększa wagę kotła.

Sprawność paleniska bywa: $\eta_1 = 0{,}7$ do $0{,}8$;
Sprawność powierzchni ogrzewanej bywa:
$\eta_2 = 0.60$ do $0{,}70$ w parowozach pospiesznych osobowych,
$\eta_2 = 0{,}65$ do $0{,}75$ „ towarowych.
Całkowita sprawność kotła: $\eta = \eta_1 \eta_2$.

## 2. Skrzynia i płaszcz paleniskowy.

### a) Palenisko na węgiel.

**Palenisko** miewa długość 1 do 3 m, szerokość zaś 0,95 do 1,15 m, gdy się mieści między kołami, względnie wśród ostoi (ramy) parowozu. W przeciwnym zaś razie, gdy palenisko leży powyżej tej ostoi, szerokość jego można powiększyć do 2,8 m, co zwłaszcza znajduje zastosowanie na opał miałem węglowym (np. w belgijskim ustroju Belpaire'go) lub antracytem (np. w amerykańskim ustroju

Wootten'a). Ścianki skrzyni paleniskowej bywają przeważnie miedziane, 16 mm grube, ścianka sitowata jednak 26 mm gr.

W Stanach Zjednocz. robią ścianki skrzyni paleniskowej prawie wyłącznie z miękkiego żelaza zlewnego, dając im grubość 8 do 10 mm, a ściance sitowatej 13 mm. Próby, z tymże tworzywem (materyałem) w Prusach dokonane, były nieudatne, podobnie jak i z paleniskami w płomienicy falowanej. Z paleniskiem w końcu wspomnianem robią jeszcze dalsze doświadczenia, a mianowicie z ustrojami Vanderbilt'a (Stany Zjednoczone), Hoy'a (kolej Lancashire i Yorkshire), oraz Schulz-Knaudt'a (kol. pruskie).

Podniebienie paleniska wraz ze ściankami bocznemi wyrabiamy zazwyczaj z jednego arkusza blachy, a łączą się one na nity z obłuczyną ścianki sitowatej i tylnej *). Promień zaobleń przynajmniej 20 mm lepiej 50 mm, jednak zaoblenie między podniebieniem a ściankami bocznemi powinno otrzymać promień większy, t. j. przynajmniej 50 mm, lepiej 200 mm. Przy rozbieraniu wysuwają skrzynię paleniskową w dół, a gdy jest za szeroka, w tył, rozumie się po uprzedniem odjęciu tylnej ścianki płaszcza paleniskowego.

By polepszyć spalanie zakładamy w palenisku sklepienie ogniotrwałe, zastępujące poniekąd przewał zwykłego paleniska kotłowego. We Francyi próbowano zastąpić takie sklepienie szeregiem opłomek Tenbrink'a; ustrój ten jednak znów zarzucono. Do obezdymienia palenisk parowozowych stosujemy swoiste obezdymiaki, niezbędne zwłaszcza przy opale węglem gazownym. Koleje pruskie stosują obezdymiaki ustrojów Langer-Marcotty'ego **), oraz Staby'ego.

Bezdymnemi bywają też paleniska ropowe. Stosują je szeroko na południu Rosyi ***), w Pensylwanii, gdzie ropa lub odpadki naftowe (mazut) są tanie, dlatego też starają się wprowadzić takie paleniska i w Galicyi. Ze względu na bezdymność wprowadzają je i na traktach o licznych tunelach, np. na kolei Arlbergskiej i Moselskiej. W Anglii kolej Great Eastern zaprowadziła podobne paleniska, opalane jednakże odpadkami mazi pogazowej.

Płaszcz paleniskowy wyrabiają z blachy żelaznej o grubości: 15 do 16 mm w ściankach bocznych, a 18 do 22 mm w ściance wierzchniej, a to ze względu na zwiększenie szczelności przy zespórkach. Zaleca się jednakże wierzch i ścianki boczne wyrabiać z jednego arkusza blachy. Zaoblenie w krawędziach powinnoby mieć promień nie mniejszy niż 50 mm. Lepiej jednakże będzie nadać wierzchowi płaszcza kształt połowy walca o tym samym promieniu jak w walczaku kotłowym, co znakomicie ułatwi złączenie tych części ze sobą. Gdy na odwrót wierzch płaszcza jest płaski, połączenie to będzie dość złożone, a uskuteczniają je za pośrednictwem t. zw. płyty podkowiastej.

W Stanach Zjednocz. stosują przeważnie płaszcze, wierzchem walcowate, lecz o promieniu większym od promienia walczakowego. Połączenie walczaka z płaszczem wykonywują tam dwojakim sposobem: za wyłącznem pośrednictwem oddzielnego pierścionа stożkowatego (wagon top boiler), albo też przez nadanie kształtu stożka jeszcze i najbliższemu pierścionu samego walczaka (extended wagon top boiler). Ustroje te zalecają się tak wielkością przestrzeni parowej, jakoteż wyniosłością poziomu wody w kotle.

---

*) W kotłach parowozowych nazywamy przodem część przy kominie, tyłem zaś część od stanowiska silniczego (maszynisty), a to zgodnie ze zwykłym kierunkiem jazdy, podczas gdy w kotłach nieruchomych (T. I str. 951 i nast.) przodem nazywaliśmy stronę od stanowiska palacza, a więc wprost odwrotnie.

**) Glasers Annal. 1898, II, str. 165.

***) Zeitschr. d. Ver. d. Ing. 1896. str. 1357.

Płaskie podniebienia paleniskowe i wierzchy płaszczowe należy usztywniać belkami podniebiennemi lub zespórkami (W. T. § 94).

**Belki podniebienne** układamy zazwyczaj w kierunku poosiowym parowozu, rzadziej w poprzecznym, a z wyjątkiem Anglii, wychodzą one obecnie już prawie z użycia.

**Zespórki podniebienne**, łączące podniebienie z wierzchem płaszcza, przyczyniają się do znakomitego zmniejszenia wagi, a są one żelazne. Zespórki stawiają się w odstępach wzajemnych 100 do 110 mm, przednie ich szeregi bywają ponajczęściej przegibne; zewnętrzna średnica gwintu bywa 32 mm.

**Boczne ścianki** paleniska i płaszcza zespierają się nawzajem również zespórkami, lecz miedzianemi, w odstępach 90 do 115 mm, przy zewnętrznej średnicy gwintu śruby 26 do 30 mm. Naprężenie w zespórkach parowozowych bywa większe od ustalonego w prawidłach hamburskich (p T. I str. 1008), a mianowicie do 400 kg/cm². By snadniej dostrzedz pęknięcie zespórki, nawiercają ją z końcy na głębokość około 13 mm poza ściankę zespieraną (W. T. § 94). Nawierty takie miewają 3 do 6,5 mm prześwitu. Ponieważ górne szeregi zespórek, zwłaszcza ich zespórki skrajne, znosić muszą znaczne gięcia, więc zespórki owe wyrabiają z materyału większej wytrzymałości, np. ze spiżu namanganionego, albo też nadają im większe średnice; w Danii stosują zespórki przegibne ustroju Busse'go; w Anglii zespórki z wycięciem podłużnem Ston'a. Przednią ściankę skrzyni paleniskowej łączymy z walczakiem poniżej płomieniówek bądź to usztywniakami, bądź też ściągami narożnymi. Zesztywnienie między tylną ścianką płaszcza, a jego ściankami bocznemi, wykonywa się z kawałków blachy poziomej. Same zaś ścianki boczne płaszcza, o ile są jeszcze pionowe ponad skrzynią paleniskową, zesztywniają się nawzajem szeregiem w poprzek idących ściągów, z krągowników o średnicy 40 do 50 mm.

Połączenie między dolną częścią skrzyni i płaszcza paleniskowego stanowi **spodni wieniec** paleniska o przekroju prostokątnym, 60 do 80 mm szeroki, przy wysokości 80 do 100 mm, przenitowany na wskroś dwurzędnie. W samych narożnikach wysokość wieńca bywa o tyle większa, aby się w niej mógł mieścić jeszcze trzeci rzęd nitów.

**Drzwiczki paleniskowe** ponajczęściej owalne, rzadziej prostokątne lub okrągłe, otwierają się na zawiasach, albo też bywają rozsuwne, a od strony wewnętrznej są one osłonięte płytą odżarową. Szerokość ich bywa 370 do 450 mm, wysokość zaś 280 do 320 mm

Na przydrzwiczkowe połączenie między skrzynią paleniskową a płaszczem stosowano dawniej przeważnie wieniec żelazny, wsunięty między ścianki i na wskroś przenitowany. Obecnie wieniec ten zastępują wytłoczeniem obydwóch ścianek ku stronie tylnej tak, aby się ze sobą zetknęły i umożliwiły bezpośrednie znitowanie. We wytworzony w ten sposób otwór stożkowaty wsuwa się od wewnętrznej strony paleniska żeliwna oprawa drzwiczkowa, która osłania zarazem od żaru cały szew nitowy (ustrój Webb'a, kol. prus.).

Gdy ruszt jest bardzo szeroki, urządzają dwoje drzwiczek paleniskowych, np. dla opału antracytem lub miałem.

**Ruszt** układamy przeważnie poziomo, pochyło zaś, gdy się pod nim mieści jedna oś parowozu, a to w celu większego pogłębienia chociaż części rusztu; spalanie bowiem będzie na ogół tem lepsze, im niżej leży ruszt. Szerokość przewiewi w rusztach na węgiel zależy od jego gatunku i waha się między 3 a 18 mm, na koks 6 do 8 mm, na drwa 5 mm, na torf 15 mm. Rusztowiny bywają żeliwne, zlewno żelazne lub zlewno stalowe.

Koleje pruskie stosują przeważnie bądź to rusztowiny żeliwne, zdwojone, t. j. o dwóch przekrojach po 15 mm · 105 mm, z przewiewiem 12 mm szerokiem, bądź też z płaskowników zlewnych, o przekroju 18 mm · 100 mm, a z przewiewiem 18 mm szerokiem.

Jeżeli postoje, dozwalające na gruntowne oczyszczenie rusztu, następują po sobie w długich odstępach czasu, to, by ułatwić czyszczenie rusztów w czasie jazdy, stosujemy ruszty ruchome (pochylne lub drgawkowe), a na opał antracytowy, z powodu silnego żaru, nawet ruszty z opłomek *).

**Popielnik**, z blachy żelaznej, 6 do 8 mm grubej, odejmowany, otrzymuje z przodu, a nieraz i z tyłu klapy, dające się nastawiać ze stanowiska silniczego (maszynisty), służące do miarkowania ciągu, a więc i do miarkowania ilości pary wytwarzanej. Podług § 102 W. T. żarzące kawałki węgla nie mają wypadać z popielnika, nawet gdy obydwie klapy są otwarte. By uczynić zadość temu warunkowi, ustawiamy poza klapami na zewnątrz siatki odiskierne, a nadto zakrapiacze w popielniku. Stosują też klapy dwudzielne, ustroju Schubert'a *), a dno popielnika otrzymuje po środku właz.

### β) Palenisko na ropę i na odpadki naftowe (mazut).

W parowozach, opalanych odpadkami nafty rosyjskiej, suma wszystkich dopływów powietrza do paleniska ma być 0,6 do 0,7 sumy przekrojów płomieniówek.

Paliwo ciekłe najlepiej spalać po jego rozpyleniu przez swoiste rozpylacze parowe (forsunki), stawiane poziomo lub pionowo w palenisku. Aby wytryskający strumień rozpylonego paliwa ciekłego, zmieszanego z parą, nie przygasał, a w razie przygaśnięcia niezwłocznie się zapalał ponownie, dalej aby ścianek kotłowych nie wystawiać na bezpośredni żar płomienia żgącego, wreszcie w celu ogólnego polepszenia przebiegu spalania, niezbędnem jest wstawienie do paleniska sporej ilości cegły ogniotrwałej, niechłodzonej bezpośrednio wodą, a więc mogącej się rozżarzyć, a mianowicie cegły w postaci pełnych lub dziurowatych przegródek, jak również w postaci wykładzin ścianek kotłowych.

**Rozpylacze** poziome (np. ustroju Urquard'a, Danclin'a) wstawiają się w tylną ścianę paleniska, pionowe zaś bądźto w pośrodku dna paleniskowego na nóżkach (np. ustrój Brandt'a, kolei Zakaspijskiej), bądź też w samych drzwiczkach paleniskowych (ustrój Szczęs-

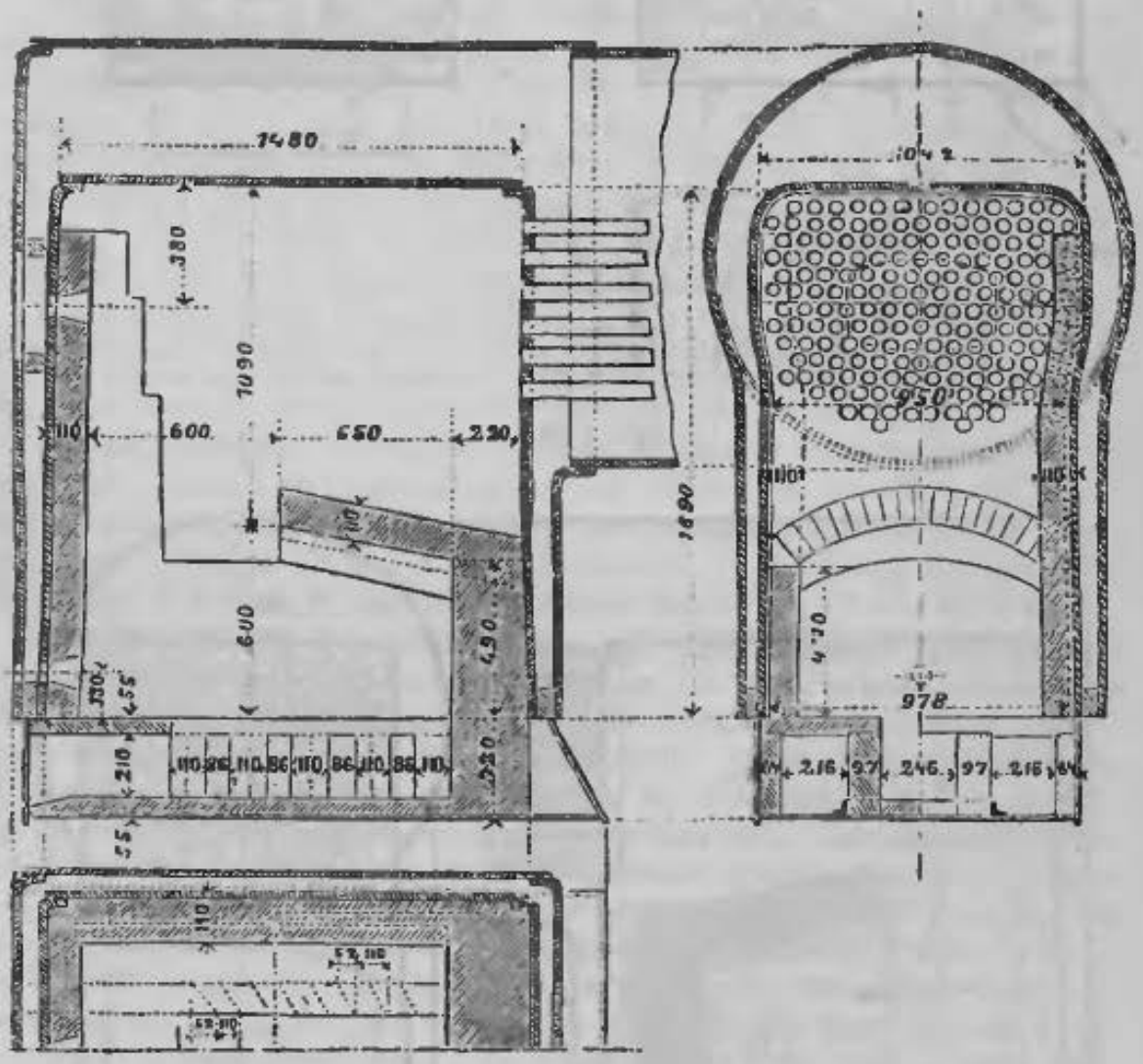
*) Eisenb. Techn. d. Gegenw. 157 i nast.

nowicza i Pietraszewskiego). Miarkując dowoli dopływ pary i ropy do rozpylacza, miarkujemy jednocześnie i natężenie ognia.

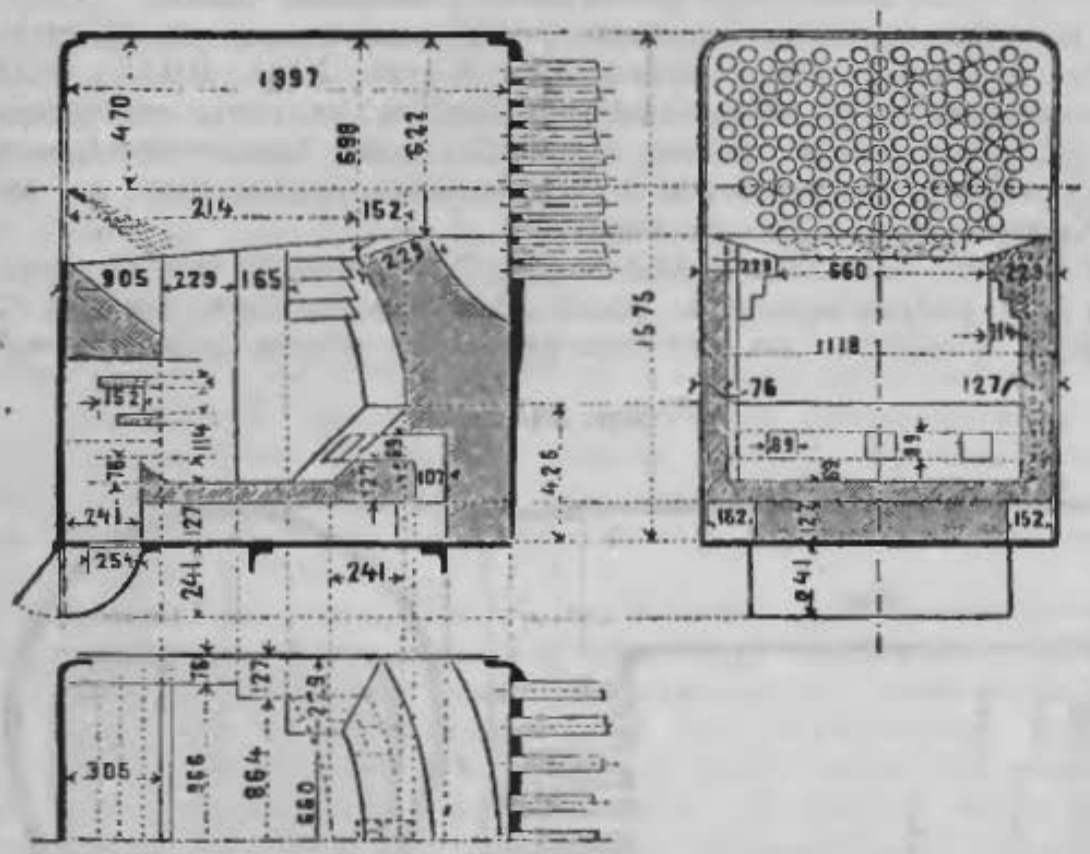
Od należytego rozmieszczenia cegły ogniotrwałej w palenisku zależy przeważnie i jego sprawność. W rys. 1010, 1011 i 1012 przedstawiono trzy wymurowania paleniska na ropę, rozmaitego ustroju, a mianowicie: podług Urquard'a, kolei Moskiewsko-Kazańskiej, wreszcie Szczęsnowicza i Pietraszewskiego, stosowane na kolei Kijowsko-Woroneżsko-Rostowskiej.

Palenisko kolei Zakaspijskiej: rozpylacz pionowy stoi na żelaznem dnie podpaleniskowem, ponad którem w pewnym odstępie od niego, a mianowicie na poziomie spodniego wieńca paleniskowego

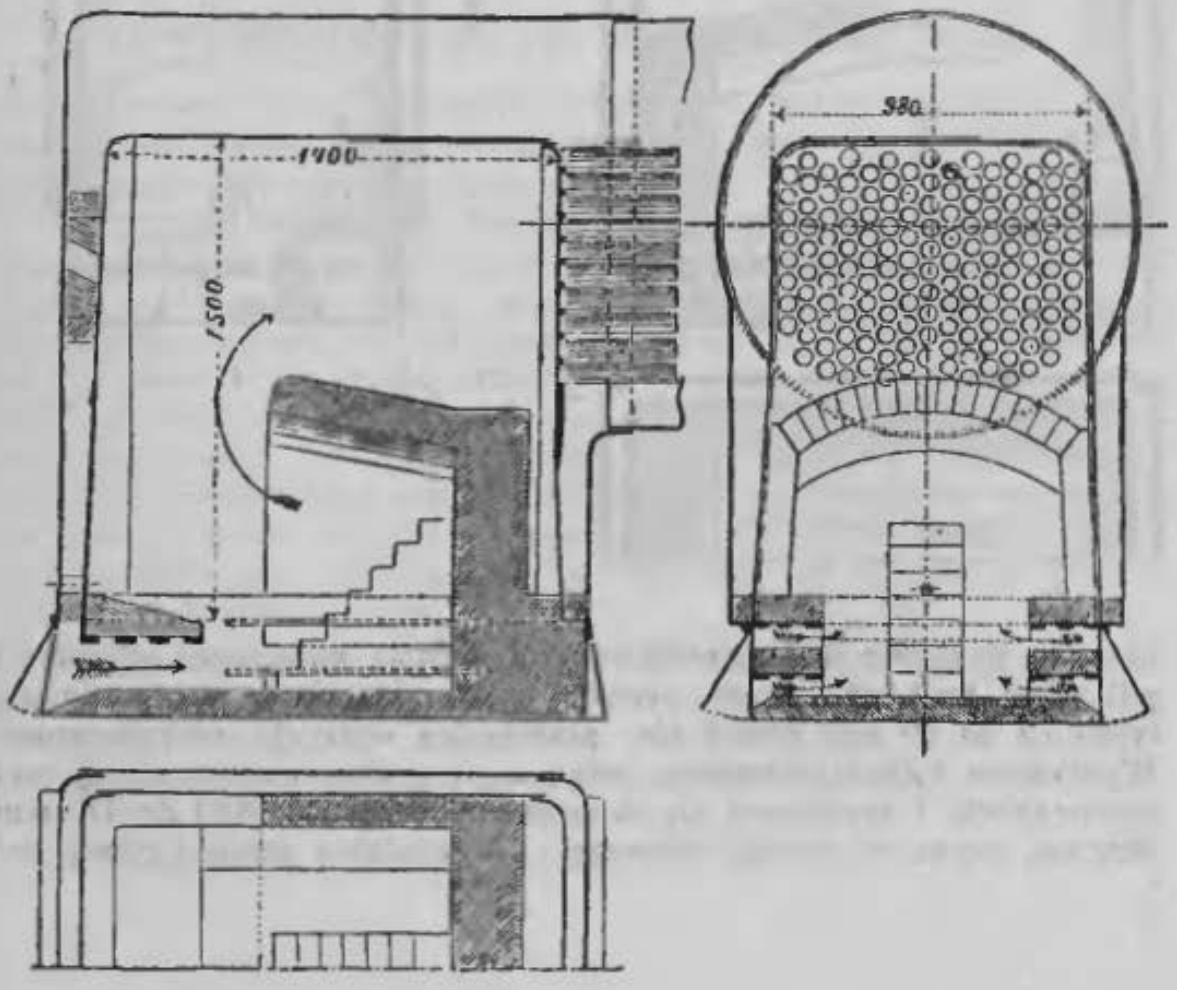
Rys. 1010.


1480
380
1090
600
650
220
110
600
490
1690
1042
950
970
978
110
110
110

Rys. 1011.




Rys. 1012.



350 do 400 mm wysoka, reszta ścianek skrzyni paleniskowej pozostaje bez wykładziny. Średnica otworu na dolot powietrza w dnie podpaleniskowem jest 560 mm w parowozach osobowych i zwykłych towarowych, a 635 mm w towarowych o czterech osiach. Dopływ ropy i dolot pary można miarkować ze stanowiska silniczego (maszynisty) za pośrednictwem drążków.

Paleniska powyższe wykazały ilokrotność odparowania 12 do 12,85 przy zasilaniu kotła wodą 19° C.

**Kominy** na opał ropą lub odpadkami naftowymi (mazutem) należy zaopatrzyć w klapę, nastawianą ze stanowiska silniczego (maszynisty).

### 3. Walczak.

Podług W. T. § 93 przekrój walczaka ma być kołowy. Dawniej wyrabiano walczaki wyłącznie z żelaza skowalnego, obecnie zaś przeważnie ze zlewnego, o $K_z = 34$ do 41 kg, a $\varphi \geqq 25\%$. Aby pierścion nie było więcej niż trzy, arkusze blachy bywają dość szerokie, mianowicie 1600 do 2200 mm, a długość ich ma być taka, aby starczyć jednym szwem podłużnym. Szew ten, nitowany dwurzędnie, powinien leżeć w przestrzeni parowej. Pierściona zwijają się z arkuszy tak, aby kierunek walcowania leżał poobwodowo.

Koleje pruskie stosują dwurzędne nicenie w łubki, na szew podłużny, biorąc łubkę wewnętrzną szerszą, a zewnętrzną możliwie wązką, dla lepszego doszczelnienia. Łubki są nieco cieńsze niż blacha kotłowa, a mianowicie łubka wewnętrzna o 3 mm, zewnętrzna o 1 mm. W Stanach Zjednocz. nitują szew podłużny trójrzędnie.

**Grubość ścianek** obliczamy podług prawideł hamburskich (T. I, str. 1006 i nast.), ścianka sitowata zaś miewa 26 do 28 mm. W. T. w § 95 zalecają **nadprężność pary** w parowozach wyższą niż 10 atm.; kol. prus. stosują 12 at, a w parowozach o silnikach sprzężonych 14 at, we Francyi, Włoszech i Stanach Zjednocz. 15 do 16 at.

**Dzwon parowy**, w parowozach też **zbieralnikiem** zwany, stoi przeważnie na przedniej części walczaka, o ile rozdział obciążenia na osie i t. p. nie wymaga odmiennego położenia, co jednak powodowałoby szkodliwe zwiększenie długości przewodów parowych. Zbieralnik (dzwon) miewa średnicę 600 do 700 mm, przy wysokości około 900 mm. Wycięcie płaszcza walczakowego usztywniamy wieńcem o przekroju równym połowie przekroju blachy wyciętej. Parowozy przeznaczone na trakty o małych pochyłościach budują się i bez zbieralników (dzwonów), a do kolei górskich naodwrót i z dwoma zbieralnikami (dzwonami), ponajczęściej ze sobą złączonymi, albo zastępują je większym, poziomym zbiornikiem pary, np. na kolejach austryackich, badeńskich, palatynackich i t. p. Aby z pary wydzielić krople wody porywanej, zakładają w zbieralnik (dzwon) przyrządy odkraplające, a więc przetaki lub czapkę odkraplającą.

**Płomieniówki** bywają w Niemczech gładkie, przeważnie żelazne, skowalne lub zlewne, wyciągane bez szwu, a niekiedy zaopatrzone w końcówki miedziane; w Anglii i we Włoszech zazwyczaj mosiężne; we Francyi znajdują szerokie zastosowanie płomieniówki ustroju Serve'go, t. j. od strony wewnętrznej wzdłuż żeberkowane. Żeberka

te, nietylko zwiększają powierzchnię, stykającą się ze spalinami, lecz nadto część, bliżej grzbietu żeberka leżąca, jako bardziej odległa od wody kotła, zagrzewa się do wyższej temperatury, skutkiem czego stykający się z nią płomień nie przygasa tak, jak przy zetknięciu z płomieniówką gładką, o powierzchniach mniej gorących. Wynikiem ostatecznym będzie i lepsze spalanie i lepsza sprawność cieplikowa. Średnice zewnętrzne i wewnętrzne płomieniówek gładkich bywają w parowozach zazwyczaj $^{40}/_{45}$, $^{41}/_{46}$ i $^{45}/_{50}$ mm (średnice zewnętrzne płomieniówek Serve'go 65 do 70 mm), a ilość 150 do 260, lecz w Stanach Zjedn. do 500. Szerokość przesmyku między dziurami w ściance sitowatej 16 do 23 mm, a środki dziur leżą na przecięciach szeregu linij pionowych z dwoma szeregami linij odchylonych o 60° od pionu (p. T. I, str. 974, rys. 740).

Aby ułatwić wsuwanie i wysuwanie płomieniówek od przodu, nawet gdy się powierzchnie ich pokryją kamieniem kotłowym, dziury w ściance od dymnicy wiercimy na średnicę o 2 do 3 mm większą, a od paleniska o 3 do 10 mm mniejszą niż zewnętrzna średnica płomieniówki, której przedni koniec roztłaczamy, tylny zaś zdławiamy do średnicy owych dziur. Osadzania płomieniówek w dziurach dokonywamy przez roztłoczenie ich końcy za pomocą roztłaczarki, przyczem od strony paleniska wyoblamy krawędzie płomieniówek, pozostawiając natomiast w dymnicy końce bez wyoblania. Stosując płomieniówki mosiężne osadzamy ich końce od strony paleniska przy pomocy tulei, wsadzanych w te końce. Płomieniówki układamy ze spadkiem do tyłu, a spad ten na całą długość płomieniówki bywa 30 do 50 mm.

**Położenie walczaka** względem skrzyni paleniskowej ma być takie, aby, gdy podniebienie paleniskowe pokryte będzie warstwą wody, 150 mm grubą, w walczaku pozostawała jeszcze przestrzeń parowa wysokości $^1/_5$ do $^1/_4$ jego średnicy, a to stosownie do tego, czy dodano zbieralnik (dzwon) parowy, czy też nie.

### 4. Dymnica i komin (p. rys. 1013).

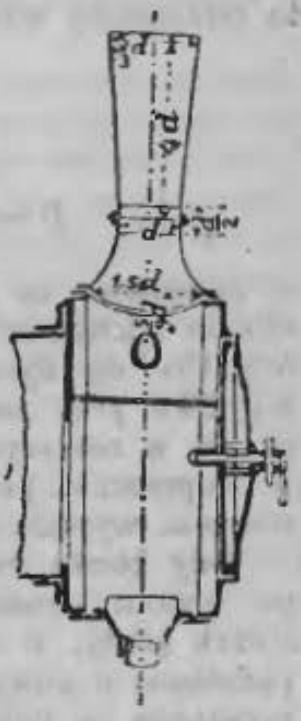
**Dymnicy** nadajemy zazwyczaj tę samą średnicę co walczakowi, a dennica sitowata, wstawiona w pierwsze pierścieno walczaka, zwraca się swą obłuczyną w stronę dymnicy. W Anglii zastępują dennicę tę dnem sitowatem, łączącem się z pierwszem pierścionem na wieniec kątownikowy. Dawniej robiono dymnice małe, bo tylko 600 do 800 mm długie, obecnie zaś zwiększają długość tę na 1000 do 2300 mm, ponieważ okazało się, iż wielka przestrzeń dymnicy przyczynia się znakomicie do ujednostajnienia próżni. Ścianki dymnicy są około 10 mm grube, z przodu zaopatrzone w wielkie drzwiczki szczelne, dające swobodny dostęp do płomieniówek. W dnie dymnicy mieści się lej z rurą spustową i szczelną klapą na osadzający się węgiel porywany ciągiem, a do przygaszenia rozpalonego jeszcze węgla służą zakrapiacze.

Parowe rury dolotowe, a gdy silnik jest sprzężony, i rury przelotowe prowadzimy przez dymnicę, aby się para w nich nie skraplała, lecz raczej suszyła. Rury odlotowe prowadzimy do dymnicy, łącząc je na jej dnie, a spólna rura wylotowa wznosi się pionowo wprost do dyszy, albo też prowadzimy obydwie rury odlotowe prawie aż pod dyszę, łącząc je dopiero w tem miejscu w rozkraczkę lub rozczepkę, na której końcu siedzi owa dysza wylotowa.

Komin wraz z dyszą wylotową mają tworzyć strumienicę, t. j. rodzaj smoczka parowego, ciągnącego spaliny i wyrzucającego je przez komin na zewnątrz. Dlatego też komin powinienby otrzymać kształt gardzieli zwykłego smoczka, a więc zwężenie w dolnej swej części, a dysza dla pary wylotowej kształt stożka o pochyłości ścianek 1 : 10 względem pionu, wreszcie dysza musi stać poosiowo względem komina i poniżej jego zwężenia. Aby rozszerzyć przekrój strumienia pary, wylatującego z dyszy, stawiają ponad nią niekiedy poprzeczkę czworograniną, której powierzchnie tworzą kąty 45° z pionem, a o te powierzchnie i o krawędź spodnią rozbija się strumień pary. Wskazanem byłoby jednakże poprzeczkę tę zastąpić raczej stożkiem, poosiowo ponad dyszą utwierdzonym, którego wierzchołek kierowałby się w dół. Wierzch dyszy leży zazwyczaj ponad poziomem górnych płomieniówek, w długich jednakże dymnicach ustawiają go i niżej. Gdy ogień na przedniej części rusztu jest zbyt żwawy, należy dyszę opuścić niżej, a naodwrót wznieść ją wyżej, gdy ogień jest żwawy na tylnej, oddrzwiczkowej części rusztu. Dysze nastawne znajdują naogół dość szerokie zastosowanie, w Niemczech małe, a w Stanach Zjedn. zamiast dysz nastawnych (które tam zupełnie nie są w użyciu) stosują bardzo często dysze wielokrotne, ponad sobą ustawiane.

**Kominy** walcowate wyrabiamy przeważnie z blachy 4 do 7 mm grubej, stożkowate natomiast z żeliwa o grubości ścianek 8 do 10 mm. Jak już wspomniano, stożkowatość komina jest pożądaną ze względów teoretycznych, w rzeczywistości jednak można i w kominach walcowatych osiągnąć wyniki prawie równie dobre.

Rys. 1013.



W rys 1013 wpisano najważniejsze wymiary komina, wyrażone w średnicy $d$ prześwitu zwężenia kominowego. L. Troske *) podaje na opał węglowy dane poniższe, sprawdzone doświadczeniem. Oznaczając przez:

$R$ całkowitą powierzchnię rusztów, w m²,
$f_p$ sumę przekrojów płomieniówek, w m²,
$f_w$ przekrój komina walcowatego, w m²,
$f_s$ przekrój najmniejszy komina stożkowatego. o pochyłości ścianek 1 : 6, w m²,

otrzymamy wzory:

$$f_w = \varphi_w f_p, \text{ oraz } f_s = \varphi_s f_p,$$

a wartości spółczynników $\varphi_w$ i $\varphi_s$ dla danych wartości stosunku $R : f_p$, zestawiono w tablicy poniższej.

---

*) O najkorzystniejszych wymiarach komina i dyszy w parowozach Glasers Ann. 1895.

| Stosunek $R/f_p$ | Wartość spółczynników dla kominów | |
|---|---|---|
| | walcowatych $\varphi_w$ | stożkowatych $\varphi_s$ |
| 3,3 — 3,6 | 0,405 | 0,270 |
| 3,9 — 4,2 | 0,459 | 0,306 |
| 4,5 — 4,8 | 0,486 | 0,324 |
| 5,1 — 5,4 | 0,500 | 0,333 |
| 5,7 — 6,0 | 0,513 | 0,342 |
| 6,3 — 6,6 | 0,526 | 0,351 |
| 6,9 — 7,2 | 0,540 | 0,360 |
| 7,5 — 7,8 | 0,553 | 0,369 |
| 8,1 — 8,4 | 0,567 | 0,378 |
| 8,7 — 9,0 | 0,580 | 0,387 |

Średnica dyszy bywa trzy razy mniejsza od najmniejszej średnicy komina.

Borries natomiast podaje wzory osnute również na wynikach doświadczeń, a o tyle dogodniejsze w użyciu, że nie wymagają zaczerpywania danych liczbowych z tablicy. Jeżeli oznaczymy przez:

$R$ całkowitą powierzchnię rusztu, w $m^2$,
$S$ sumę przekrojów płomieniówek, w $m^2$,
$w$ średnicę wylotu dyszy, w m,
$D$ największą średnicę prześwitu komina, w m,
$h$ wysokość od wylotu dyszy do wierzchu komina, w m,

to otrzymamy wzory:

$$w = 0{,}115 \sqrt{\frac{S\,R}{S + 0{,}1\,R}}, \text{ oraz}$$

$$D = 0{,}14\,h + 1{,}8\,w = \left(0{,}14\,\frac{h}{w} + 1{,}8\right) w,$$

w założeniu, że komin rozszerza się w stosunku 1 : 10 (t. j. ma ścianki odchylone o $^1/_{20}$ od pionu), oraz że:
$h \geqq 15\,w$ dla dyszy osadzonej w rozkraczce,
$h \geqq 14\,w$ przy zastosowaniu poprzeczki ponad dyszą lub dyszy osadzonej w rozczepce.

Poprzeczka ponaddyszowa bywa $0{,}1\,w$ szeroka, a przy jej zastosowaniu wypada zwiększyć średnicę dyszy o 1%.

Gdy komin jest niższy, niż poprzednio założono, to wymiary jego wylotu oznaczamy w sposób następujący: wyobrażamy sobie stożek ścięty, o założonej powyżej wysokości $h$ i górnej (większej) podstawie o powyżej oznaczonej średnicy $D$, a o dolnej (mniejszej) podstawie (w poziomie wylotu dyszy) o średnicy $1{,}8\,w$. Płaszczyzna pozioma, przełożona przez wylot projektowanego niższego komina, przetnie powierzchnię owego stożka w kole, które powinno być krawędzią wylotu komina.

Kominy parowozowe otrzymują nieraz zawieradła nastawne dla czasowego przymknięcia lub zupełnego zamknięcia przelotu komina.

Oprócz dyszy, działającej parą odlotową, należy wstawić w dymnicę jeszcze dmuchawkę, przez którą puszczamy strumień pary świeżej, w celu zwiększenia ciągu w czasie bezruchu silnika parowozowego, a więc na postojach, albo na wypadek, gdy ilość pary odlotowej nie starczy na wywołanie ciągu prawidłowego.

**Urządzenia odiskierne** są niezbędne tylko wtedy, gdy tego wymaga właściwość paliwa (W. T. § 103). Gdy dysza leży nizko, stosują stożek odiskierny z siatki, którego wierzchołek leży tuż ponad dyszą, a podstawa u spodu komina. Zamiast tego stożka, zwłaszcza gdy dysza leży wyżej, zakładają poziomo płaskie odiskierne siatki lub przetaki (z blachy dziurkowanej) na oprawie z krągownika lub płaskownika. Wreszcie gdy paliwo jest lekkie, a więc łatwo porywne, stosują osadniki odiskierne, obejmujące pierścieniowato górną część komina. Zwiększając przestrzeń dymnicową i powierzchnię rusztu, przysłabiamy wyrzucanie iskier.

## 5. Osprzęt kotła.

Podług W. T. § 96 do 101 na każdym parowozie mają się znajdować:

1. **Dwa przyrządy zasilające**, nawzajem od siebie niezależne, z których każdy z osobna ma dostarczać największą ilość wody, jaka może być potrzebna podczas jazdy. Jeden z tych przyrządów ma być zdatny do zasilania kotła i w czasie postoju.

Koleje pruskie dla parowozów do 140 $m^2$ powierzchni ogrzewanej przepisują wydajność 125 l/min.

Do zasilania parowozów stosują przeważnie smoczki parowe, a bywają one: 1) niedossawcze, niezdolne do samoczynnego zassania wody, która powinna do nich dopływać pod pewnem ciśnieniem; 2) wssawcze, t. j. zdolne do ssania wody na pewną wysokość, lecz w ustroju zwykłym nieponawiające samoczynnie swego działania, gdy się ono przypadkowo przerwie (plucie smoczka); 3) samochwytne (restarting-injector), które samoczynnie ponawiają swe działanie w razie przypadkowej przerwy. Smoczki te służą nietylko do zasilania kotła, lecz i do zagrzewania wody w tendrze podczas mrozów.

Rury zasilające, zaopatrzone w zawory samoczynne, a zazwyczaj i w nastawne, łączą się z kotłem w przedniej jego części, a otrzymują nadto odnogi do polewania węgla, oraz odnogi ze śrubunkiem do kiszek przeciwpożarnych. Parowóz taki można każdej chwili użyć za sikwę pożarną.

Parę do obydwóch smoczków, a również na inne cele postronne, jako to do gwizdawki, dmuchawki i t. p., zaczerpujemy ponajczęściej z jednej spólnej przyłączki na kotle.

Parę do ogrzewania pociągu bierzemy zazwyczaj z oddzielnej przyłączki, stojącej na kotle na zewnątrz budki silniczego (maszynisty). To samo dotyczy i pary do tętnika, jeżeli parowóz z jego pomocą ma sam czerpać wodę.

2. **Dwa przyrządy wodoskażcze**, a więc albo dwa szkła wodoskazowe, albo jedno takie szkło i przynajmniej dwa kurki dozorcze (probiercze). Przy szkle wodoskazowem należy umieścić znak w najniższym dozwolonym poziomie wody. Parowozy, jeżdżące po szlakach bardziej pochyłych, powinnyby otrzymać kilka takich znaków, a mianowicie określających najniższy poziom wody na szlakach o rozmaitym spadku i wzniesieniu. Najniższy poziom wody powinien się wznosić ponad najwyższy punkt podniebienia skrzyni paleniskowej przynajmniej na 100 mm, i w tym poziomie też zakładają często dolny koniec widocznej części szkła wodoskazowego. Średni poziom wody leży 180 mm, najwyższy zaś 260 mm ponad owym najwyższym punktem skrzyni paleniskowej. Szkła wodoskazowe miewają prześwit 8 do 10 mm, ścianki 2,5 do 3,5 mm grube, a długość 300 do 400 mm. Na wypadek pęknięcia szkła, obsada jego powinna być zaopatrzona w kurki nastawne, o rączkach złączonych drążkiem, by je módz zamknąć bez narażania się na oparzenie. Lepiej spełniają tę czynność kulkowe zawory samoczynne, zamykające się same pod nadciśnieniem, jakie działa jednostronnie, t. j. z kotła, gdy szkło pęknie. Kurki te mają leżeć w poziomach, wznoszących się o 25 mm, względnie 375 mm ponad najwyższy punkt podniebienia paleniskowego. Tak kurki powyższe, jakoteż i dozorcze, otrzymują prześwity 8 do 10 mm, a mają one być w ten sposób urządzone, aby można je było przetykać drutem na wskroś, w celu oczyszczania. Aby ochronić służbę parowozową od skaleczenia odłamkami pękającego szkła wodoskazowego, należy je osłonić siatką drucianą lub dziurkowaną osłoną mosiężną, albo też stosować szkła wodoskazowe z siatką mosiężną, wtopioną w ich ścianki. Kurki lub zawory dozorcze ustawiamy w poziomach wody: najniższym, średnim i najwyższym, a wodę i parę, z przyrządów tych wytryskającą, odprowadzamy oddzielną rurką do popielnika lub paleniska. Należy rozróżniać istotny i pozorny poziom wody w kotle w zależności od tego, czy przepustnica jest zamknięta czy też otwarta. Obok wodoskazu ma się znajdować obsada na latarkę. Z. K. d. w § 62 zalecają umieszczać wodoskazy w połowie długości walczaka tych parowozów, które jeżdżą po szlakach z pochyłościami $60^0/_{00}$ lub jeszcze większemi (O wodoskazach por. T. I str. 1042 i n.).

3. **Dwa zawory bezpieczeństwa** (por. T. I str. 1040), z których jeden ma działać, gdy tylko prężność pary dosięgnie granicy dozwolonej. Zawory te naciążają się bezpośrednio, albo też za pośrednictwem dźwigni, a do naciążenia używają prawie wyłącznie sprężyn, wyjątkowo chyba tylko naciążków (ciężarków). Zawór ma się podnosić przynajmniej na 3 mm ze swego siodła, a musi tak być urządzony, aby nadmierna nawet prężność pary w kotle mogła go tylko podnieść ze siodła, lecz nie zdołała go nigdy z siodła wyrzucić. Przelot swobodny przez zawór bezpieczeńswa powinien mieć przekrój nie mniejszy niż 1 : 12500 całkowitej powierzchni ogrzewanej.

4. **Jeden manometr** przeponowy lub rurkoprężny ze znakiem na wskaźnicy, określającym największą, dozwoloną nadprężność pary.

Manometr stawia się na syfonie, a obok wypada urządzić przyłącze na manometr sprawdzający.

5 **Gwizdawka parowa** na kol. prusk. może wydawać dwa dźwięki odmienne, z których bardziej przytłumiony stosują podczas przerządzania. Na kolejach drugorzędnych, z przejazdami niestrzeżonymi, parowozy otrzymują przyrządy dzwoniące, napędzane parą.

6. Kotły parowozowe podlegają tym poszczególnym ustępom ogólnych praw i przepisów o kotłach parowych (p. T. I. str. 1049 i n.), jakie ich dotyczą.

Ponadto na parowozach (podł. W. T. § 108) należy wyraźnie oznaczyć największą dozwoloną prędkość jazdy, zależną od ich ustroju, nazwę zarządu, będącego właścicielem parowozu wraz z numerem porządkowym, nazwę wytwórcy i rok budowy wraz z numerem fabrycznym.

7. **Kurki spustowe** stawiają się bądź to jeden po prawej drugi po lewej stronie, bądź też zastępują je jednym spólnym poosiowo leżącym, a mianowicie w przedniej ściance paleniskowej, gdy ruszt jest pochyły, a w tylnej, gdy ruszt jest poziomy. Na kolejach pruskich kurki te otrzymują na zewnątrz końcówki z gwintem zaoblonym, 52,5 mm średnicy rdzenia, przy skoku 3,75 mm, a to dla możności przyłączania śrubunku kiszek przy napełnianiu kotła. Oprócz właściwych kurków spustowych przy dnie kotła, urządzają też w poziomie średnim wody kurki do spuszczania piany, tworzącej się na powierzchni wody wrzącej.

8. **Wyczystki** wypada urządzić: w najniższym punkcie walczaka, w płaszczu paleniskowym na poziomie podniebienia skrzyni paleniskowej, przy wszystkich czterech narożnikach dolnej części płaszcza paleniskowego, wreszcie w dnie sitowatem od strony dymnicy. Czasami dodają nadto małe włazy u spodu walczaka. We wieńcu paleniskowem, o ile popielnik nie czyni go niedostępnym, pożądane są wyczystne korki gwintowane.

9. **Przepustnica** *) posiada zazwyczaj zasuwę, leżącą możliwie wysoko w zbieralniku (dzwonie). Taką zasuwę odciążoną zastępują w Stanach Zjedn. zaworem dzwonowatym. Do odciążenia zasuwy służy otwór 7 mm długi, a 25 do 35 mm szeroki, wycięty w zasuwie, a zasłonięty dodatkową zasuweczką. Otwierając zasuwę, widełki przesuwnicze odsuwają naprzód ową zasuweczkę, skutkiem czego para przechodzi na drugą stronę zasuwy i odciąża ją, poczem dopiero zasuweczka zabiera swym ksiukiem zasuwę właściwą i przesuwa ją w stanie już odciążonym. Otwarta zasuwa daje przelot o przekroju równym 0,06 do 0,08 czynnej powierzchni tłoka. Oprócz pary dociska zasuwę sprężyna, dozwalająca unosić się zasuwie z jej gładzi pod naciskiem przeciwpary. Maźniczkę owej zasuwy umieszczają zazwyczaj na wierzchu zbieralnika (dzwonu). Zasuwa otrzymuje swój ruch za pośrednictwem widełek przesuwniczych, osadzonych na wałku poziomym, 40 do 45 mm średnicy, który jednym

*) Jest to właściwie zasuwa na przewodzie parowym, a nie przepustnica (pokrętna); zostawiamy jednak tę nazwę, używaną powszechnie w kolejnictwie.

końcem leży w łożysku, mieszczącym się we łbie przepustnicy, drugim zaś przechodzi na zewnątrz, przez dławnicę, na środek stanowiska silniczego (maszynisty), gdzie posiada korbę do pokręcania.

W małych parowozach stosują i zasuwy nieodciążane, a natenczas zazwyczaj o przelocie trójkątnym, przesuwane za pośrednictwem przesuwnika i z boku leżącej dźwigni. W Stanach Zjedn. zaopatrują korbę przepustnicy w wechwycik zatrzymujący się w międzyzębiach łuku uzębionego.

10. **Przewód dolotowy**, o średnicy 100 do 140 mm wychodzi z przepustnicy i za pośrednictwem rury kolankowej wstępuje do dymnicy, gdzie w rozczepce rozszczepia się na dwie odnogi 90 do 120 mm średnicy, wiodące parę do cylindrów. Aby wahania prężności pary w skrzynkach suwakowych nie były nadmierne, zaleca się dostatni przekrój rur dolotowych. Rury przelotowe, będące zarazem przelotniami silników sprzężonych, wiodą się przez dymnicę, a średnica ich bywa 140 do 170 mm. **Rury odlotowe** miewają średnicę 130 do 200 mm. Przekroje rur dolotowych i odlotowych są w przybliżeniu równe polom wlotek i wylotek gładzi suwakowej. Łeb przepustnicy, rura kolankowa i rozczepka bywają żeliwne, pozostałe zaś rury robiono dawniej miedziane, obecnie zaś przeważnie zlewno-żelazne.

Jako uszczelki na złączach rur i osprzętu stosują ponajczęściej soczewki.

11. **Osłona kotła**, mająca go chronić od strat ciepła, wyrabia się przeważnie z blachy żelaznej, lakierowanej (czasami z blachy lśniącej, nie wymagającej lakierowania), 1 do 1,5 mm grubej, a ułożonej w odstępie 30 do 40 mm od ściany kotłowej. Blacha ta wspiera się na kołkach żelaznych, utrzymujących prawidłowy jej odstęp od ścianki kotłowej, a otulinę kotła tworzy zazwyczaj sama warstwa powietrza, zawarta w tym odstępie, czasami jednak wypełniają też ową przestrzeń masami otulczemi, np. pilśnią, wojłokiem, drzewem, pilśnią azbestową, magnezyą i t. p. Szwy między arkuszami osłony przekrywają się opaskami, 50 mm · 2 mm przekroju, przytrzymującemi zarazem samą osłonę. By snadniej dostrzedz pęknięcie zespórek, pozostawiają na wprost ich wywiertów (por. str. 381) małe dziurki w osłonie.

**Przepisy rosyjskie**, dotyczące osprzętu i przynależytości parowozów, streszczono na str. 214 i 215.

## c. Silnik parowozowy.

### 1. Siła pociągowa i moc.

1. **Średnią siłę pociągową** $Z$ w kg, niezbędną do poruszania danego pociągu, w danych warunkach (prędkości jazdy, pochyłości i krzywości toru) oznaczamy podług str. 232 i n.

Stosunek **największej siły pociągowej** $Z_m$ w kg, podczas jednego obrotu, mierzonej na obwodzie kół silnikowych *) do średniej siły pociągowej $Z$, określamy wzorem:

*) Z zestawów kół napędnych pierwszy, napędzany bezpośrednio od silnika, zwiemy silnikowym, dalsze zaś dowiązanymi.

$$\frac{Z_m}{Z} = \frac{\pi}{4}\left(\sqrt{2} + \frac{s}{2l}\right) = 1{,}11 + 0{,}78\,\lambda,$$

w którym oznacza: $s$ skok tłoka, $l$ długość goleni korbowej, $\lambda = s:2l = r:l$.

Podczas jednego obrotu korby pojawiają się największości sił pociągowych cztery razy, a mianowicie kolejno w wartościach: $1{,}11\,Z$, $(1{,}11 - 0{,}78\,\lambda)\,Z$, $1{,}11\,Z$ i $(1{,}11 + 0{,}78\,\lambda)\cdot Z$. Najczęściej bywa

$$\lambda = r:l = 1:5{,}5 \text{ do } 1:9.$$

2. **Siła pociągowa $Z_a$ na ruszenie z miejsca.** Oznaczmy przez:

$W_a$ opór w samym początku ruszania, w kg.

$W$ opór, odpowiadający średniej sile pociągowej $Z$, po rozbiegu i ustaleniu się prędkości jazdy, w kg,

$Q_s$ całkowitą wagę pociągu, wraz z parowozem i tendrem, w t,

$t$ czas niezbędny na rozbieg, w sek.,

$v = V:3{,}6$ ustaloną prędkość jazdy w m/sek., jeżeli $V$ jest tąże prędkością w km/godz.,

$g$ przyspieszenie ciężkości $= 9{,}81$ m/sek$^2$,

a otrzymamy podług Grove'go niezbędną siłę pociągową na ruszenie pociągu z miejsca, średnią dla jednego obrotu, w kg:

$$Z_a = \frac{1000\,Q_s}{g}\,\frac{v}{t} + \frac{W + 2\,W_a}{3},$$

największość zaś tejże siły podczas jednego obrotu:

$$Z_{am} = \frac{Z_m}{Z}\,Z_a.$$

Zazwyczaj liczą, że $Z_a \leqq Z + 1000$ (do 1500) kg.

Jeżeli $L_1$ oznacza wagę napędną parowozu (sumę nacisków wszystkich kół napędnych), a $\mu$ spółczynnik tarcia między kołem a szyną ($\mu = 1/7$ do $1/3$, średnio $\mu = 0{,}15$), to możemy obliczyć największą siłę pociągową na ruszanie z miejsca, podług wzoru:

$$Z_{am} < \mu L_1 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 1)$$

Siłę tę możemy zwiększyć przez zwiększenie wartości $\mu$, posypując szyny piaskiem z piasecznicy parowozowej. W Stanach Zjedn. liczą $\mu \leqq 1/4$, zakładając jednocześnie, że średnia prężność wskazana $p_i = 0{,}85\,p$, t. j. prężności pary w kotle.

3. **Siła pociągowa, obliczona z mocy silnika.** Jeżeli oznaczymy przez:

$d$ średnicę tłoka, w cm, a w silniku sprężonym średnicę tłoka nizkoprężnego,

$s$ skok tłoka, w cm (p. str. 399),

$D$ średnicę okręgu tocznego kół silnikowych w cm (p. str. 401),

$p_i$ średnią nadprężność wskazaną, w at,

$p$ nadprężność w kotle, w at,

$\eta$ sprawność silnika (wskazano pożytkową),

to średnia siła pociągowa $z$, jaką silnik wytwarza na obwodzie kół napędnych, będzie:

$$\left.\begin{aligned} z &= \eta\,p_i\,\frac{d^2\,s}{D} \text{ w silnikach bliźniaczych} \\ z &= 0{,}5\,\eta\,p_i\,\frac{d^2\,s}{D} \text{ w silnikach sprzężonych} \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad 2)$$

A na odwrót, gdy znaną jest niezbędna siła pociągowa $Z$, oznaczamy średnicę tłoków ze wzorów:

$$d = \sqrt{\frac{ZD}{\eta p_i s}} \text{ dla silników bliźniaczych}$$
$$d = \sqrt{\frac{ZD}{0{,}5\,\eta p_i s}} \text{ dla silników sprzężonych} \quad \Big\} \quad \ldots\ldots 3)$$

Na stosunek $\eta p_i : p$ podaje Borries *) wartości poniższe:

| Rodzaj parowozu | Silnik bliźniaczy | Silnik sprzężony Stosunek objętości cylindrów | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 : 2 | 1 : 2,35 | 1 : 2,5 | 1 : 2,9 |
| Osobowy lub pospieszny | 0,50 | 0,44 | 0,42 | 0,40 | 0,38 |
| Towarowy lub przerządczy | 0,60 | 0,50 | 0,48 | 0,45 | 0,40 |

Dane powyższe obliczono w założeniu stosunków napełnienia 0,3 do 0,4 w silnikach bliźniaczych, a 0,5 do 0,6 w sprzężonych. Napełnienia takie nie są oszczędne, lecz mają na celu wytworzenie wielkiej siły pociągowej. Obliczone na tej zasadzie średnice tłoków są zatem już możliwie małe. Przy ruszaniu z miejsca napełnienia bywają jeszcze większe ($\varepsilon_{max}$ do 0.7, przyczem wartość $\eta p_i : p$ dosięga 0,7, w Stanach Zjedn. liczą do 0,85), a stawidło powinno dozwalać nastawienie suwaków na owo napełnienie największe, aby istotnie wytworzyć niezbędną siłę pociągową $Z_a$.

4. **Z wydajności kotła** obliczamy siłę pociągową na podstawie wzoru:

$$Z = \frac{75\,N}{c}, \quad \ldots\ldots\ldots 4)$$

jeżeli wprowadzimy w niego za $N$ wartość obliczoną podług stosunków $N : H$, podanych na str. 379. O wydajności kotłów parowozowych p. tabl. str. 956 i 957 T. I.

5. **Stosunek objętości cylindrów silnika do powierzchni ogrzewanej kotła $C : H$** powinien posiadać taką wartość, aby silnik przy najwłaściwszem napełnieniu, a więc pracując z najkorzystniejszą sprawnością, zużywał całkowitą, największą ilość pary, jaką kocioł może wytworzyć. natenczas bowiem dla danego kotła silnik pracuje najmocniej, czyli moc silnika stanie się największością.

Wartości z tablicy poniższej, dotyczące parowozów osobowych i pospiesznych dają dobre wyniki dla parowozów, przeznaczonych na szlaki równinne, a więc jeżdżących z wielką prędkością. Z wartości tych otrzymamy wymiary cylindra większe niż podług wzoru 3). Dla innego rodzaju parowozów wartości z tablicy dają wyniki mniej ścisłe, zawsze jednak będą one wskazówką do poprawek i sprawdzania wyników, otrzymanych podług wzoru 3).

*) Eisenb. Techn. d. Gegenw., rozdział o parowozach, str. 56.

**Wartości $C : H$.**

| Rodzaj parowozów | Bliźniaczy czy sprzężony | W zwykłych warunkach (natężeniu i wymiarach) | Przy nadzwyczajnej wydajności paleniska, albo przy wyższej prężności pary lub większem jej rozprężaniu |
|---|---|---|---|
| **Osobowe i pospieszne** | | | |
| $^2/_3$ i $^2/_4$ wiązane | bliźn. | 0,75 do 0,80 | do 1,05 |
| | sprz. | 0,80 „ 0,85 | |
| $^2/_3$ wiąz. 4 cylindrowe | sprz. | 0,65 „ 0,75 | — |
| $^3/_4$ i $^3/_5$ wiązane | — | 1,00 „ 1,05 | „ 1,10 |
| **Towarowe** | bliźn. | 0,80 „ 1,00 | „ 1,05 |
| takież | sprz. | 1,00 „ 1,05 | „ 1,10 |
| **Tendrzaki** kol. głównych. | bliźn. | 0,90 „ 1,00 | „ 1,20 |
| Tendrzaki kol. drugorzęd. | bliźn. | 0,85 „ 1,00 | — |

Na ogół, t. j. podczas jazdy w zwykłych warunkach ważnym będzie najmniejszy z wyników wzorów 1) do 4). Czasowo jednakże, np. w czasie jazdy pod strome wzniesienia, silnik wydaje więcej mocy, niżby odpowiadało zwykłej wydajności kotła.

Gdyby siła pociągowa $Z$, obliczona z wydajności kotła i silnika, miała być dla danego parowozu większa od siły pociągowej $Z$, obliczonej podług wagi parowozu, byłoby to wskazówką, że parowóz taki nie byłby zdolny wyzyskać całej swej siły na szlakach zwykłych, a nadawałby się raczej na szlaki zębnicowe.

6. **Waga $L$ parowozów** podobnego ustroju **w stanie roboczym**, pozostaje przybliżenie w prostym stosunku do powierzchni ogrzewanej, a mianowicie można średnio liczyć po 400 kg na 1 m². W parowozach o bardzo wielkiej powierzchni ogrzewanej stosunek ten bywa mniejszy, spadając do 250 kg na 1 m². Stosunek ten $L : H$ w parowozach kol. prusk. bywa:

| | | | |
|---|---|---|---|
| osobowy bliź. 2/3 wiąz. | 346 | towarowy, bliź. 4/4 wiąz. | 356 |
| „ sprz. 2/3 wiąz. | 378 | „ (Mallet) $2 \times 2/2$ | 400 |
| „ bliź. 2/4 wiąz. | 384 | a tendrzaki bez zapasu węgla i wody: | |
| pospiesz. sprz. 2/4 wiąz. | 420 | osobowy 2/3 wiąz. | 394 |
| „ 4 cyl. 2/5 wiąz. | 357 | „ 2/4 wiąz. | 476 |
| towarowy bliź. 3/3 wiąz. | 308 | towarowy 3/4 wiąz. | 465 |
| „ sprz. 3/3 wiąz. | 322 | kol. drugorz. 3/3 wiąz. | 420 |
| „ bliź. 3/4 wiąz. | 392 | ustr. Hagans'a 5/5 wiąz. | 475 |

Podług G. Meyer'a stosunek mocy parowozu w $M$ do jego wagi w tonach bywa 7 do 15, a to zależnie od największej prędkości jazdy.

## 2. Parowozy sprzężone.

W porównaniu z bliźniaczymi parowozy sprzężone wyzyskują lepiej zacieśnioną przestrzeń konstrukcyjną, zakreśloną przez obry-

sie, pracują oszczędniej, zwłaszcza w pełnym biegu. Przy jednakowej, pełnej prędkości parowóz sprzężony wydaje moc większą, a przy jednakowej mocy może on jeździć prędzej. Dlatego też parowozy o silnikach sprzężonych znajdują coraz to szersze zastosowanie.

Natomiast parowóz bliźniaczy odznacza się większą siłą pociągową przy mniejszych prędkościach, a zatem zwłaszcza przy ruszaniu z miejsca. Rozbiegu, czyli doprowadzenia pociągu z postoju do pełnego biegu, dokona zatem parowóz bliźniaczy w krótszym przeciągu czasu. A więc czas i droga rozbiegu będą krótsze dla parowozu bliźniaczego. Ustrój bliźniaczy zalecałby się zatem do parowozów przerządczych i stacyjnych wogóle, a również do pociągów o częstszych przystankach lub zmiennych prędkościach.

By skorzystać z zalet obydwóch tych ustrojów, budują też parowozy sprzężone tak, aby w razie potrzeby, cylindry sprzężone mogły czasowo pracować bliźniaczo, a więc przy ruszaniu z miejsca, pod strome wzniesienia i t. p. Do takiego przeinaczania silnika sprzężonego na bliźniaczy służą swoiste przyrządy bliźniaczące.

**Odmiany ustrojów w parowozach sprzężonych.**

Uwaga. Cylinder wysokoprężny (mały) oznaczać będziemy określeniem C. W., nizkoprężny zaś (duży) C. N.

a) 2 cylindry: zwykle prawy C. W., lewy C. N.;

b) 3 cylindry: albo 1 C. W. wewnątrz, 2 C. N. zewnątrz;
albo 2 C. W. zewnątrz, 1 C. N. wewnątrz;

c) 4 cylindry: $\alpha$) 2 C. W. zewnątrz, 2 C. N. wewnątrz, każda para cylindrów leży w innym przekroju poprzecznym i napędza inną oś (de Glehn, Cole);
$\beta$) 2 C. W. wewnątrz, 2 C. N. zewnątrz, wszystkie napędzają tę samą oś (Borries, Vauclain);
$\gamma$) po każdej stronie spółtłoczyskowo 1 C. W. i 1 C. N. (państw. kol. Węgier., Stany Zjedn.);
$\delta$) po każdej stronie, ponad sobą, działa na spólny krzyżulec 1 C. W. i 1 C. N. (Vauclain);
$\varepsilon$) 2 C. W. na ostoi (ramie) parowozu, 2 C. N. na zwrotnym półwozaku (Mallet-Rimrott).

Rurę przelotową, która zastępuje przelotnię, prowadzą ponajczęściej przez dymnicę.

**Stosunek objętości cylindrów** w parowozach dwucylindrowych nie przekracza 1 : 2 do 1 : 2,25, we wielocylindrowych 1 : 3.

**Napełnienia** obydwóch cylindrów w parowozach dwucylindrowych bywają takie, aby każdy z cylindrów wykonywał połowę pracy. Stawidła przestawia się zazwyczaj nawzajem tak, aby przy napełnieniu 40% C. W., napełnienie C. N. było 50 do 60%; nowsze doświadczenia *) zdają się jednak wskazywać, że nieco większe napełnienie C. N. powiększyłoby sprawność.

**Rozrząd pary.** W parowozach dwucylindrowych stawidła obu cylindrów przestawiają się nawzajem w sposób powyżej już podany. W parowozach wielocylindrowych stawidła poszczególnych cylindrów

*) Org. f. Fortschr. 1896, str. 205 i Zeitschr. d. Ver. d. Ing. 1899 str. 413.

dają się zazwyczaj przestawiać dowoli względnie do pozostałych, niekiedy jednak, np. w ustroju Kuhn'a lub Webb'a, C. N. otrzymuje napełnienie niezmienne np. 70%.

Obydwa suwaki są bez przysłonięcia (przysłonu), a suwak C. W. otrzymuje nawet przysłonięcie odjemne (niedosłon) do 8 mm (por. str. 884 T. I).

**Urządzenie do rozruszania** *) silnika jest niezbędne w parowozach, posiadających tylko 1 C. W, a polega ono bądź to na wpuszczaniu pary świeżej do C. N. (zbliźniaczenie cylindrów), bądź też na usunięciu przeciwprężności pary z poza tłoka C. W. Dawniej stosowano przeważnie urządzenia, w których, przez wysunięcie nastawiaka w położenie skrajne, następowała samoczynnie działalność bliźniacza. Obecnie oddają pierwszeństwo przyrządom bliźniaczącym, przestawianym niezależnie od położenia nastawiaka stawidłowego.

W parowozach czterocylindrowych stosują urządzenia, dozwalające pracować parą świeżą dowoli, bądź to wyłącznie obydwoma C. W., bądź też obydwoma C. N.

## 3. Przykład obliczenia **).

**Parowóz pospieszny, sprzężony** średniotorowy do napędzania pociągu o 20 osiach, po 7,5 t, z prędkością 90 km/godz. na torze poziomym.

Opór pociągowy na 1 t, podł. str. 234 będzie;

$$w_0 \cdot 2{,}5 + 0{,}001\, V^2 = 10{,}6.$$

Wagę tendra oceniamy na $T = 30$ t, a wagę parowozu czteroosiowego na $L = 48$ t. **Waga całego pociągu** będzie zatem:

$$Q_g = Q + T + L = 20 \cdot 7{,}5 + 30 + 48 = 228 \text{ t},$$

a niezbędna **siła pociągowa**: $Z = 228 \cdot 10{,}6 = \sim 2420$ kg.

A że prędkość $v = 90 : 3{,}6$ m/sek, więc parowóz powinien posiadać moc:

$$N = \frac{2420 \cdot 90}{75 \cdot 3{,}6} = 807 \text{ KM}.$$

**Średnicę koła napędnego** dobieramy podług wzoru G. Meyer'a (p. str. 401), a mianowicie:

$$D = V + 100 = 90 + 100 = 190 \text{ cm},$$

a z niej obliczamy **ilość obrotów** na sekundę:

$$n_1 = \frac{90}{3{,}6} \cdot \frac{1}{1{,}9\pi} = 4{,}2 \text{ na sek.}$$

Licząc, podł. str. 379, że każdy m² powierzchni ogrzewanej starczy na 7,1 KM, otrzymamy:

potrzebną **powierzchnię ogrzewaną**: $807 : 7{,}1 = 112$ m².

Podług str. 395 **istotna waga parowozu** będzie: $112 \cdot 420$ kg $= 47$ t, a więc o 1 t mniej, niż założyliśmy.

**Powierzchnia rusztu**, w założeniu $H : R = 54$ (p. str. 379) będzie $112 : 54 = \sim 2{,}1$ m².

**Skok tłoka** (p. str. 399) ma być: 0,30 do 0,34 $D$, a więc 570 do 646 mm; dobieramy wartość przybliżenie średnią, czyli 600 mm.

**Średnice tłoków.** Objętość cylindra wysokoprężnego, podł. str. 395, oceniamy po

*) Glasers Annal. 1897 II. str. 41.

**) Szereg przykładów podobnych podano w Eisenb. Techn. d. Gegenw., w rozdziale o parowozach.

0,88 *l* na każdy m² powierzchni ogrzewanej, a więc na: $0{,}88 \cdot 112 = 98{,}6\ l$. A że objętość cylindrów:

$$C = \frac{\pi d^2}{4} \cdot s = 98{,}6 \text{ (wszystkie miary w cm), więc}$$

$$d = \sqrt{\frac{98{,}6 \cdot 4}{6 \cdot \pi}} = 4{,}6 \text{ cm} = 460 \text{ mm}.$$

Cylinder nizkoprężny, w założeniu stosunku objętości 1 : 2,1, otrzyma średnicę ∞ 670 mm.

Wprawdzie wzór 2) ze str. 393 dałby wyniki mniejsze, bo średnicę tylko 385 mm, przy których parowóz mógłby jeszcze wydać moc niezbędną, lecz z gorszą sprawnością. Podobnie zmniejszone rozmiary cylindrów mogłyby zatem być właściwe jedynie w przypadku, gdyby parowóz tylko przez krótkie okresy czasu i wyjątkowo miał wydawać moc powyżej określoną.

**Waga napędna.** Siła pociągowa (podł. str. 393) na ruszanie z miejsca będzie:

$$Z_a \geq Z + 1000 \text{ do } 1500 \text{ kg}$$
$$\geq 2420 + 1000 \text{ do } 1500, \text{ czyli } 3420 \text{ do } 3920 \text{ kg}.$$

Licząc niekorzystnie, t. j. większą z tych wartości, a spółczynnik tarcia $\mu = 0{,}15$, otrzymamy żądaną wagę: $Q_r = 3920 : 0{,}15 = \infty 26000$ kg. Wagę tę rozdzielamy na dwie osie, biorąc ich naciski z zapasem po 15 t, zamiast obliczonych 13 t.

Siły, wywieranej przez silnik, do ruszania z miejsca sprawdzać nie potrzebujemy, bo w silnikach sprzężonych, gdy pracują bliźniaczo, bywa ona o tyle za wielka, że wypada zawsze do cylindra nizkoprężnego wpuszczać parę przydławioną, aby zapobiedz poślizgiwaniu się kół.

Uwaga. Gdybyśmy silnik sprzężony zastąpili bliźniaczym, o średnicy cylindrów 430 mm, to podł. str. 393 byłoby:

$$s = Z_a = 0{,}7 \cdot 12 \cdot \frac{43^3 \cdot 60}{190} = 4850 \text{ kg},$$

czyli największa siła pociągowa, wytworzona na obwodzie tocznym kół (p. str. 393).

$$Z_{am} = 4850 \frac{Z_m}{Z} = 4850 \cdot 1{,}16 = 5625 \text{ kg}.$$

Siła ta nie powodowałaby poślizgiwania się kół dopiero przy spółczynniku tarcia:

$$\mu \geq \frac{5625}{30000} = 0{,}188 = \frac{1}{5{,}3},$$

którą to wartość w razie potrzeby możemy osiągnąć, posiłkując się piaseczniczą parowozu.

**Średnia prędkość tłoka** na min. będzie:

$(4{,}2 \cdot 60) \cdot 2 \cdot 0{,}6 = 302{,}4$ m/min., a więc nie nadmierna.

## 4. Cylindry i tłoki.

**Cylindry** parowozowe odlewamy przeważnie z żeliwa o wytrzymałości $K_z \infty 18$ kg/mm²; w Stanach Zjedn. dodają do żeliwa stali. Cylindry leżą ponajczęściej poziomo, po zewnętrznej stronie ostoi (ramy), w przedniej jej części. Zewnętrzne cylindry pochyłe (do $^1/_{12}$ względem poziomu) stosujemy w parowozach sprzężonych ze względu na obrysie taborowe, wewnętrzne zaś, o ile leżeć muszą ponad inną osią. Wśród ostoi (ramy) układają zazwyczaj tylko niektóre cylindry silników wielocylindrowych, w Anglii jednakże nawet cylindry parowozów dwucylindrowych.

W najniższych punktach tak cylindrów jak i skrzynki suwakowej należy umieścić kurki lub zawory spustowe, otwierane łącznie za pośrednictwem drążków ze stanowiska silniczego (maszynisty). Dodają też w ściance kanału odlotowego dziurkę o małym prześwicie, z rurką ściekową, stale otwartą. W parowozach na trakty spa-

dziste urządzają zawory napowietrzające, a w Stanach Zjedn. zawory oblotowe. Na cylindrach nizkoprężnych stawiamy zazwyczaj zawory bezpieczeństwa, łączące się z napowietrzającymi, a naciążane w przybliżeniu na 6 at.

**Grubość ścianek cylindra** zwiększamy o $\sim 12$ mm, względnie do obliczonej, a to w przewidywaniu przetaczania cylindrów w przyszłości. Grubość ta $\delta$, bywa w mm, przy średnicy cylindra $d$ w mm:

wysokoprężnego: $\delta = 0{,}025\, d + 15$ mm,
nizkoprężnego: $\delta = 0{,}015\, d + 15$ mm.

**Skok $s$ tłoka** przy średnicy $D$ tocznego okręgu kół napędnych bywa:

$s = 0{,}30$ do $0{,}34\, D$ w parowozach osobowych, a
$s = 0{,}45$ do $0{,}55\, D$ w parowozach towarowych.

Ze względu jednak na dolne stopnie obrysia taborowego, by w nie łbice goleni i wiązeł nie wkraczały, różnica $D - s$ powinna nie być mniejsza od 460 mm.

**Tłok i tłoczysko** wyrabiamy ze stali zlewnej, o wytrzymałości $K_z = 50$ do 60 kg/mm$^2$, przy rozciągnięciu $\varphi \geqq 20\%$. Tłoczysko osadzamy w tłoku, dociągając je naśrubkiem, siedzącym na gwincie tłoczyska, albo też wsadzamy tłoczysko na gorąco, a wystający jego koniec rozkuwamy w kształt płaskiego nakówka. Średnica tłoczyska bywa 0,16 średnicy tłoka, w silnikach sprzężonych 0,16 tłoka wysokoprężnego. Samoprężne pierścienie z miękkiego żeliwa miewają przekrój 12 do 16 mm na 25 do 30 mm.

**Dławnię dławnicy** tłoczyskowej nabijamy zazwyczaj szczeliwem metalowem.

**Krzyżulec** robi się bądź to z żelaza skowalnego, z łyżwami żeliwnemi, bądź też cały z odlewu stalowego, a łyżwy otrzymują wykład ze spiżu, lub z metalu białego, zwłaszcza ze stopu Babbit'a. Ilość prowadnic krzyżulcowych bywa rozmaita: niekiedy stosują jedną, najczęściej dwie, a nawet i cztery prowadnice.

**Goleń korbowa i wiązła**, ze stali zlewnej, miewają przekroje pełne prostokątne, albo też przez wygryzowanie obrobione na dwuteowe. (Szczegóły p. T. I str. 920 rozdział **C**.).

## 5. Stawidła.

Rozrząd pary w silnikach wogóle objaśniono w T. I str. 881 i dalsze.

Do parowozów stosują się przeważnie **stawidła jarzmowe**, a suwaki płaskie, rzadziej tłokowe, wyjątkowo oddzielne suwaki wlotowe i wylotowe, zbliżone do stawidła Corliss'a, np. francuski ustrój Durant-Lencauchez.

Najwięcej zastosowania znajdują stawidła układów: Stephenson'a, Gooch'a, Allan'a, Heusinger'a i Joy'a. W trzech pierwszych z wymienionych powyżej układów bywa: mimośrodzie (mimośrodkowość) $r = 50$ do 80 mm, przysłon zewnętrzny $e = 15$ do 30 mm, wewnętrzny $i = 0$ do 10 mm, kąt przodowania $10^0$ do $35^0$; przekrój

wlotki, przy zastosowaniu suwaka z przewodem $f = {}^1/_{15}$ czynnej powierzchni tłoka, a pod suwakiem nieckowatym do ${}^1/_{12}$. Szerokość wlotki i wylotki obieramy w cylindrach wysokoprężnych o 60 do 100 mm, a w nizkoprężnych aż do 200 mm mniejszą od średnicy cylindra. Podług tak dobranej szerokości oznaczamy drugi wymiar, t. j. rozbrzeżność wlotki i wylotki. Przekrój kanału odlotowego bywa 1,5 do 2 razy większy od wylotki.

**Suwaki**, ponajczęściej z przewodami, ustroju Trick'a, a większe odciążone, bywają ze spiżu (które się jednak okazały niowłaściwymi na traktach spadzistych), często wylewane metalem białym, albo wreszcie z miękkiego żeliwa. Suwaki płaskie, przeważnie odciążane, stosują się zwłaszcza do cylindrów wysokoprężnych, tłokowe zaś na parę przegrzaną. Smar doprowadza się ze stanowiska silniczego (maszynisty) za pośrednictwem smarownic parowych, a nawet smarownic wtłaczających, niezbędnych zwłaszcza dla pary przegrzanej.

Do nastawiania jarzma służą przeważnie **nastawnice śrubowe**, o śrubie pokręcanej korbą, a w parowozach przerządczych proste nastawnice dźwigniowe, które w Stanach Zjedn. znajdują jeszcze ogólne zastosowanie. W Anglii stosują nawet nastawnice napędzane parą. By ułatwić przestawianie stosują odciążki, w Ameryce zaś sprężyny, które mają zrównoważyć ciężary, podnoszone lub opuszczane podczas przestawiania.

Drążki stawidłowe wyrabiamy ponajczęściej z żelaza zlewnego, przeguby wykładamy tulejami ze stali lub bronzu nafosforzonego, a siedzące w nich sworznie stalowe utwardzamy przez nawęglanie.

## 6. Zestawy napędne oraz ich odciążki.

**Osie** otrzymują kształt zależny od położenia cylindrów na zewnątrz lub na wewnątrz ostoi (ramy), a mianowicie do cylindrów zewnętrznych oś może być prosta, do cylindrów wewnętrznych natomiast musi być wykorbiona, a ustrój taki znajduje zwłaszcza w Anglii szerokie zastosowanie. Należy unikać wszelkich ostrych odsadzek lub zatoczeń na osi, która, ściśle biorąc, jest wałem, zwłaszcza gdy cylindry leżą na wewnątrz. Tworzywem (materyałem) na te osie jest przeważnie stal zlewna, o zawartości węgla 0,25 do 0,3%, o wytrzymałości $K_z > 50$ do 60 kg/mm², a rozciągnięciu $\varphi > 20\%$. Jeżeli przez $P$ w t oznaczymy całkowity nacisk podczas postoju, działający na oś, a przez $D$ średnicę w mm tocznego okręgu koła, to otrzymamy (podł. Borries'a) na średnicę $d$ osi w piaście, przy czopach zewnętrznych, względnie na średnicę $d$ szyj wewnętrznych, wzory:

$$d = 6 \sqrt[3]{P(D + 500)} \text{ mm na osiach napędnych, a}$$

$$d = 65 \sqrt[3]{P} \text{ mm na osiach tocznych.}$$

**Rozłożenie ciężaru** parowozu na poszczególne osie powinno być takie, aby wszystkie osie napędne, a więc silnikowa i dowiązane,

podlegały możliwie jednakowym naciskom, podczas gdy naciski na osie toczne bywają zazwyczaj mniejsze. Jednakże przednia oś toczna powinna przejmować w parowozach trzyosiowych przynajmniej $^1/_4$, a w mających więcej osi przynajmniej $^1/_5$ ogólnej wagi parowozu. Półwozak toczny, dwuosiowy, powinien podobnie przejmować w parowozach dwuwiązanych przynajmniej $^1/_3$, a w trójwiązanych przynajmniej $^1/_4$ całkowitej wagi parowozu. Do prawidłowego rozłożenia ciężaru parowozu na poszczególne osie służą dźwignie.

**Koła** odlewamy przeważnie z żelaza zlewnego lub stali, w postaci kół sprychowych; wyjątkowo tylko wyrabiają się one jeszcze z żelaza skowalnego. Koła nasadzamy na oś w tłoczarkach hydraulicznych naciskiem 60 do 100 t, który na kolejach pruskich określono w zależności od średnicy osi, licząc na każdy jej mm po 300 kg. Korby kół silnikowych przestawiamy wzajemnie tak, aby podczas jazdy naprzód korba prawego koła przodowała o 90°. By zapewnić niepokrętność koła napędnego względem osi, wstawiamy w złączenie klin stalowy, który na kolejach pruskich ma przekrój 15 mm na 30 mm. Szczegóły o kołach i ich obręczach podano na str. 358 i n.

**Ilość obrotów** na min., podł. W. T. nie ma przekraczać dla kół silnikowych ilości $n_{max}$, podanych w tablicy poniższej:

| Cylindry | Wszystkie lub część ich wśród ostoi (ramy) | | | Wszystkie zewnętrzne | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wiązanie osi | $^1/_4$, $^2/_4$ $^2/_5$, $^3/_5$ | $^1/_2$, $^2/_3$ | $^2/_3$, $^3/_3$ | $^1/_4$, $^2/_4$ $^2/_5$, $^3/_5$ | $^2/_2$, $^1/_3$ $^2/_3$, $^3/_3$ $^2/_4$, $^3/_4$ $^3/_5$, $^4/_5$ | $^2/_2+^2/_2$ $^4/_4$ | $^2/_2+^2/_3$ $^2/_2+^3/_3$ $^5/_5$ | $^2/_2$ $^2/_3$ $^2/_4$ | $^3/_3$ | $^4/_4$ |
| z dwuosiowym półwozakiem tocznym, albo bez niego | z półwozakiem | bez półwozaka | | z półwozakiem | bez półwozaka | | | | | |
| Palenisko | nad lub przed osią tylną | | | | | | | przewieszone | | |
| $n_{max}$ = | 360 | 310 | 280 | 320 | 260 | 200 | 180 | 240 | 220 | 180 |

Na kolejach rosyjskich określono $n_{max} = 260$ dla parowozów osobowych, a $n_{max} = 225$ dla towarowych. Gdy ustrój parowozu zapewnia jazdę spokojną, wyższa władza kolejowa może dozwolić na większą ilość obrotów.

Jeżeli największą prędkość jazdy w km/godz. oznaczymy przez $V$, a w m/sek. przez $v$, przyczem $V = 3{,}6\,v$, to stosowną średnicę $D$ kół napędnych określimy w cm, podług G. Meyer'a na $D = 100 + V$, albo podług Grove'go na $D = 95 + 4\,v$.

Koła toczne parowozu będą mniejsze, a mianowicie o średnicy okręgu tocznego 85 cm do 135 cm, albo raczej $0{,}6\,D$ do $0{,}65\,D$.

**Wagę** zestawów kół parowozowych możemy ocenić podług średnicy $D$, wyrażonej w mm, ze wzorów:

$G = (D + 1600)$ kg dla osi silnikowej,
$G_1 = (1{,}4\,D + 350)$ kg dla osi dowiązanych,
$G_2 = 1{,}2\,D$ kg dla osi tocznych.

**Odciążki** (przeciwwagi) na kołach. Warunkami możliwie spokojnego biegu parowozów byłyby: duży rozstęp osi (skrajnych), poziomość cylindrów, małość odstępu między cylindrami, duży odstęp między resorami naprzeciwnymi, wielki nacisk kół, wreszcie bliskość krzyżulców względem poprzecznego przekroju przez środek ciężkości parowozu. Jednoczesne dopełnienie wszystkich tych warunków jest niełatwe. Jednakże przez zastosowanie odciążków możemy w znacznym stopniu złagodzić uboczne ruchy parowozu, powodowane przesuwaniem się względem niego mas poszczególnych części ruchomych, jako to: tłoków, tłoczysk, krzyżulców, goleni korbowych, wiązeł, korb, ich czopów, mimośrodów, ich goleni, suwaków i t. p.

Atoli odciążki, mieszczące się na kołach silnikowych, mogą tylko częściowo unicestwić ruchy uboczne parowozu, powodowane nie ruchem wirującym, lecz przesuwaniem się mas naprzód i wstecz.

W każdem położeniu tłoków spólny środek ciężkości obustronnych tłoków, tłoczysk, krzyżulców, goleni, wiązeł i t. p. mas, poruszających się naprzód i wstecz, leży wprawdzie w podłużnej, pionowej płaszczyznie środka ciężkości parowozu, lecz środek ciężkości owych mas zbliża się i oddala naprzemiany od środka ciężkości parowozu, a wynikiem tego ruchu jest szarpanie pozostałych części, czyli wogóle **szarpanie** całego parowozu. Ponieważ dążność (naprzód względnie wstecz) i kierunek ruchu mas po prawej stronie w dowolnej chwili nie są jednakowe z dążnością i kierunkiem mas po stronie lewej, więc ruchy te powodują moment obrotu około pionowej osi ciężkości parowozu. A że moment ten jest nietylko zmienny co do swej wielkości, lecz i naprzemiany prawo i lewozwrotny, więc wynikiem jego ostatecznym będzie **wężykowanie** parowozu, t. j. ruch po liniach wężykowatych każdego punktu parowozu, z wyjątkiem chwilowego jego środka ciężkości, który porusza się równolegle do osi toru.

Wyrażając długość w m, a wagi w kg, oznaczymy (p. rys. 1014 1015) przez:

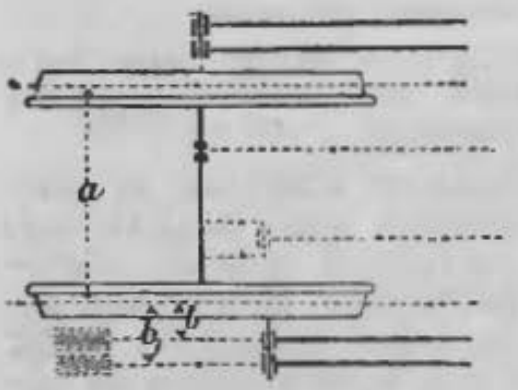
$a$ odstęp między płaszczyznami tocznych okręgów kół; $a = 1{,}5$ m dla toru średniego,

$b$ odległość osi cylindra od bliższej płaszczyzny okręgu tocznego, mierzoną od tej płaszczyzny na zewnątrz, a więc dodatną dla cylindra zewnętrznego, odjemną zaś dla wewnętrznego; odległość ta jest zarazem odległością środków ciężkości części napędczych silnika,

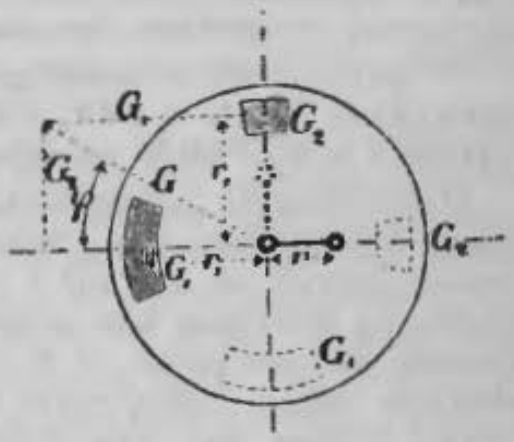
$b_1$ odległość środka ciężkości wiązeł i ich czopów i t. d. od tejże płaszczyzny,

$G_1$ wagę odciążka na kole napędnem, leżącem bliżej mas odciążanych,
$G_2$ wagę odciążka na drugiem kole zestawu,
$r$ promień korby silnikowej i dowiązanej,
$r_1$ odległość środków ciężkości odciążków $G_1$ i $G_2$ od geometrycznej osi zestawu,
$K$ wagę ogólną tłoka, tłoczyska i krzyżulca,
$S$ wagę goleni silnikowej,
$P$ wagę czopa korby silnikowej wraz z jej wagą, sprowadzoną do środka czopa,
$Q$ wagę czopa korby silnikowej wraz z wagą przynależnej części wiązła, a przy cylindrach wewnętrznych i łącznie z wagą korby dowiązanej, sprowadzoną do środka czopa,
$\alpha$ spółczynnik o wartości 0,15 do 0,4 w parowozach osobowych, a 0,5 do 0,6 w towarowych, a to w zależności od ustroju i największej prędkości jazdy,

Rys. 1014.




Rys. 1015.




otrzymamy wzory:

1) Dla koła silnikowego:

$$G_1 = [\alpha (K + 0{,}4\, S) + 0{,}6\, S + P] \frac{r}{r_1} \frac{a+b}{a} \pm Q \frac{r}{r_1} \frac{a+b_1}{a},$$

$$G_2 = [\alpha (K + 0{,}4\, S) + 0{,}6\, S + P] \frac{r}{r_1} \frac{b}{a} \pm Q \frac{r}{r_1} \frac{b_1}{a}.$$

We wzorach powyższych przed ostatnim wyrazem ważny jest znak +, gdy korba silnikowa i wiążąca są jednakowo skierowane a więc dla cylindrów zewnętrznych; znak — ważnym jest, gdy te dwie korby są względem siebie przestawione o 180°, co bywa zazwyczaj przy cylindrach wewnętrznych.

2) Dla koła dowiązanego:

$$G_1 = Q \frac{a+b_1}{a} \frac{r}{r_1}, \text{ a } G_2 = \frac{b_1}{a} \frac{r}{r_1}.$$

Odciążki $G_1$ i $G_2$ zastępujemy jednym takim odciążkiem $G$, którego siła odśrodkowa jest wypadkową odśrodkowych sił obydwóch obliczonych odciążków $G_1$ i $G_2$. Ponieważ promień $r_1$ jest jedna-

kowy dla $G_1$ i $G_2$, więc ich siły odśrodkowe pozostają w prostym stosunku do samych wag (mas). Z wag tych, jako sił w kierunkach ich promiemi, tworzymy równoległobok sił, a jeżeli jedna korba przoduje drugiej o 90° (p. rys. 1015), to otrzymamy wzory:

$$G = \sqrt{G_1^2 + G_2^2}, \quad \text{a} \quad \operatorname{tg} \varphi = \frac{G_2}{G_1},$$

w których $\varphi$ jest kątem zawartym między promieniami środków ciężkości odciążków $G_1$ i $G_2$. Wykreślny sposób obliczenia jest i dogodniejszy i bardziej przejrzysty *).

Gdy cylindry leżą na zewnątrz ostoi (ramy), korba przodująca otrzymuje odciążek $G$ przodujący o $\varphi$, a korba podążająca za pierwszą otrzymuje odciążek odcofnięty o $\varphi$. Gdy cylindry leżą wśród ostoi, przesunięcie odciążków będzie odwrotne. Odciążki muszą być większe przy cylindrach zewnętrznych niż przy wewnętrznych, przy nich zaś będą one najmniejsze, gdy korby wiążące przestawimy o 180° względem korb silnikowych.

Masy wirujące zrównoważamy odciążkami całkowicie, natomiast masy przesuwające się naprzód i wstecz równoważymy odciążkami tylko częściowo. § 108 W. T. zaleca zrównoważać 15 do 60% tych mas, a mianowicie część tem większą, im mniejszym jest rozstęp osi (skrajnych) w stosunku do całkowitej długości parowozu.

W parowozach czterocylindrowych, gdy w każdej parze korb przestawimy korby o 180°, równoważenie mas przesuwających się naprzód i wstecz staje się zupełnie zbytecznem.

Masy wirujące zrównoważamy odciążkami oddzielnie na każdem poszczególnem kole, natomiast całkowitą masę odciążka mas, przesuwających się naprzód i wstecz, rozdzielamy możliwie równomiernie na wszystkie koła napędne, a przynajmniej na wszystkie dowiązane, gdy zabraknie na to miejsca na kołach silnikowych. Część odciążka, mająca równoważyć działanie mas przesuwających się naprzód i wstecz, jako niezrównoważona przez masy wirujące na kole, powoduje pewien nadmiar siły odśrodkowej, który znów podczas każdego obrotu naprzemiany raz zwiększa, raz zmniejsza nacisk koła na szynę. Ów nadmiar siły odśrodkowej określamy wzorami:

$C = 4 M_1 r n^2 \cdot 12$, gdy cylindry leżą zewnątrz, a
$C = 4 M_1 r n^2 \cdot 0{,}75$, gdy cylindry leżą wśród ostoi.

We wzorach tych przez $M_1$ oznaczyliśmy tę część masy odciążka, która ma równoważyć działanie mas przesuwających się naprzód i wstecz.

Podług W. T. § 108 w parowozach nowych podczas najprędszej ich jazdy ów nadmiar $C$ siły odśrodkowej niema być większy niż 15% nacisku koła podczas postoju.

Bliższe szczegóły o **wzajemnem zrównoważaniu mas** poruszających się w silniku wielokorbowym podano w dziale **XII.** III. **B,** Okrętownictwo.

---

*) Org. f. Fortschr. d. Eisenb.-Wes. 1901, str. 129.

## d. Wozak parowozowy.

### 1. Ostoja (rama).

Po każdej stronie parowozu, na zewnątrz kół lub między niemi leży ostojnica, czyli belka wspierająca się za pośrednictwem dźwigni i resorów na maźnicach osi. Obydwie ostojnice wraz z poprzecznicami tworzą ostoję, a więc niejako podwalinę całego parowozu, t. j. kotła z silnikiem. Ostojnice wyrabiamy przeważnie ze zlewnych płyt, pionowo ustawianych, o grubości 20 do 35 mm; w Stanach Zjedn. jednak stosują przeważnie ostojnice w postaci belek żelaznych o pełnym przekroju prostokątnym 76 mm · 102 mm (3″ × 4″ ang.). W Anglii i Belgii dodają często między ostojnicami bocznemi jeszcze podłużnicę pośrednią. Odstęp między maźnicą a spodem ostojnicy bywa 300 do 450 mm. Wszystkie rogi ostojnicy należy łagodnie zaoblić. Ostoja łączy się stale z kotłem przy dymnicy, w drugim zaś końcu, a więc przy palenisku kocioł wspiera się na ostojnicach przesuwnie, np. siodłami, przytwierdzonemi do płaszcza paleniskowego, a przesuwającemi się za pośrednictwem wykładu spiżowego po gładzi, wyrobionej na ostojnicy.

W parowozach pruskich wzajemny odstęp między ostojnicami bywa 1240 mm, a przy zastosowaniu osi ustroju Adam'a 1180 mm.

Ostojnice łączą się nawzajem ze sobą: na przedzie czołownicą, na tyle skrzynią sprzęgową (w której leżą sprzęgi parowozu z tendrem), ponadto poprzecznicami pośredniemi, czyli podbrzusznicami, wspierającemi kocioł w bliskości cylindrów, przy osi silnikowej, przy osiach dowiązanych, wreszcie tuż przed paleniskiem. Podbrzusznice te wyrabiamy z blach leżących na płask, częściej szerzą w pion, a natenczas z wycięciami, dostosowanemi do spodniej powierzchni wspieranego walczaka. Podbrzusznice z blachy zastępujemy też odlewanemi ze stali, o przekroju skrzynkowatym.

Długie parowozy, na trakty o łukach silnie zakrzywionych, stawiają się na półwozakach, które otrzymują swe ostoje niezależne. Rozstęp osi w półwozakach dwuosiowych powinien być nie mniejszy od szerokości toru, a bywa on na kolejach średniotorowych 1700 do 2700 mm (zazwyczaj 2000 mm). Parowóz łączy się z półwozakami przegubowo a mianowicie albo wyłącznie za pośrednictwem sworznia pionowego, tylko zwrotnie, albo też z dodaniem bujaka na połączeniu, który dozwala na pewne przesunięcia boczne, ograniczone odbojami sprężynującymi.

### 2. Rozstęp osi (skrajnych).

Rozstęp osi powinienby być tem większy, im większą ma być prędkość jazdy (W. T. § 66), nie może on jednak być nadmierny i musi się przystosować do promieni krzywości torów danego traktu. Rozstęp zbyt wielki przyczyniałby się bowiem w wysokim stopniu do niszczenia tak torów bardziej krzywych jak i samego parowozu. W. T. w § 89 i Z. K. d. w § 53 określają największy roz-

stęp $r$ w zależności od najmniejszego promienia $R$ krzywości torów, w sposób następujący:

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $R =$ | 25 | 40 | 50 | 75 | 100 | 125 | 150 | 180 | 210 | 250 | 300 | 400 | 500 m, |
| $r =$ | 1,1 | 1,5 | 1,6 | 2,0 | 2,3 | 2,6 | 2,9 | 3.2 | 3,5 | 3,8 | 4,1 | 4,8 | 5,4 m. |

Gdy rozstęp ma być większy, należy częściowo stosować (W. T. § 90) osie przesuwne lub zwrotne, albo stawiać parowóz na półwozakach (truck). Na kolejach niemieckich rozstęp nie ma być mniejszy od 2,5 m, a w nowobudowanych parowozach bez półwozaków nie większy od 4,5 m. W. T. w § 91 zalecają smarowanie obrzeży przednich kół parowozu podczas jazdy, a i kół tylnych w tendrzakach, co uskuteczniamy olejem (za pośrednictwem poduszeczek maźnicznych), wodą z kotła, w tendrzakach i wodą świeżą, wreszcie wodą skraplającą się w przewodzie odlotowym pompy powietrznej (sprężarki lub rozprężarki).

### 3. Resory nośne i dźwignie.

Pod parowozy stosują przeważnie resory, rzadziej sprężyny innego rodzaju, a łączą je nawzajem ze sobą dźwigniami, w celu prawidłowego rozłożenia ciężaru na poszczególne osie, oraz w celu rozłożenia uderzeń na większą ilość kół.

Długość resorów bywa 750 do 1200 mm. Koleje pruskie stosują resory 950 mm długie, o przekroju każdego pióra 90 mm · 13 mm, a strzałce 10 mm. Bez przewiązki opaskowej 100 mm szerokiej taki resor 11-to warstwowy waży 61,9 kg. W półwozakach ustroju hanowerskiego stosują po każdej stronie po jednym resorze 16-to warstwowym, 1200 mm długim. O wytrzymałości sprężyn i resorów p. T. I str. 412 i nast.

### 4. Sprzęg między parowozem a tendrem, odgarniacze, hamulce i t. p.

Podług § 106 W. T. między parowozem a tendrem należy urządzić, oprócz sprzęgu głównego, i **sprzęg dodatkowy**, któryby jednak rozpoczynał swą czynność dopiero po zerwaniu lub zepsuciu się sprzęga głównego. Sprzęgi te nie powinny żadną miarą utrudniać przejazdu przez tory najbardziej zakrzywione.

Na przodzie parowozów zwykłych, a u tendrzaków i od tyłu należy urządzić wytrzymałe **odgarniacze**, wzniesione 50 do 70 mm ponad wierzch szyny (W. T. § 88). Parowozy na szlaki zębnicowe powinny mieć odgarniacze i przed zębnikiem. Parowozy na koleje uliczne oprócz odgarniaczy mają posiadać dodatkowe urządzenia ochrończe (Z. K. d. § 68).

**Hamulce** ręczne powinny się znajdować na tendrzakach bez względu na innego rodzaju przyrządy hamujące, jakie tendrzak posiada. Parowozy osobowe, jeżdżące z prędkością ponad 60 km/godz. na kolejach głównych, a 40 km/godz. na drugorzędnych, mają posiadać urządzenia do hamowania zespolonego (W. T. § 107 i Z. K. d. § 71).

**Stanowisko siłniczego** (maszynisty) należałoby zaopatrzyć w łatwo usuwalną siedzę, a po bokach w drzwiczki, zazwyczaj tylko około 1 m wysokie. Ściana boczna budki sięga 0,9 m poza tylną ściankę płaszcza paleniskowego, daszek zaś 1,9 m (W. T. § 105). W klimatach cieplejszych zadawalają się mniejszą osłoną stanowiska, które natomiast na kolejach ulicznych powinnoby być osłonięte ze wszech stron.

**Piasecznicę** stawiamy zazwyczaj na kotle, prowadząc od niej przewody aż poprzed koła napędne, a w tendrzakach i poza nie. Piasecznica działa ponajczęściej parą, powietrzem sprężonem, a w starszych parowozach od ręki.

## e. Tender.

**Obrysie** taborowe takie samo jak dla parowozu p. rys. 1009 str. 374.

**Ostoję** (ramę) wykonywamy z żelaza zlewnego, a mianowicie bądź to, na wzór parowozowej, z płyt pionowo stojących, bądź też na wzór wagonowej z ceowników **L**.

Tendry miewają po dwie lub trzy **osie**, albo też spoczywają na dwóch półwozakach dwuosiowych. Do parowozów, jeżdżących często wstecz, stawiamy tender nieraz na jednej osi niezwrotnej i na dwuosiowym półwozaku zwrotnym, a ustrój ten znajduje szerokie zastosowanie np. w Japonii, Indyach Wschodnich i t. p. Obciążenie należałoby rozłożyć możliwie równomiernie na wszystkie osie bez względu na wielkość chwilowego zapasu wody i węgla (W. T. § 116). Dane o osiach, kołach i obręczach podano na str. 362.

Niezależnie od innych urządzeń hamujących, każdy tender ma posiadać **hamulec ręczny**, o sile dostatecznej dla zahamowania tendra, odprzęgniętego od parowozu (W. T. § 118). W tendrach trzyosiowych hamujemy często tylko oś przednią i tylną. Z tyłu tender otrzymuje **odgarniacze** (W. T. § 119).

**Skrzynia na wodę** miewa w planie kształt podkowy, prostokąta, w Stanach Zjedn. i kołowy (ustrój Vanderbilt'a), a pojemność 8 do 22 m³, w Stanach Zjedn. do 32 m³. Grubość blachy bywa 5 do 8 mm w ściankach, a 8 do 10 mm w dnach i wiekach. Wlewy (otwory do wlewania wody) nie mają się wznosić ponad wierzch szyny więcej niż 2,75 m (W. T. § 117). Skrzynię wodną (jakoteż i skrzynki na narzędzia) należy złączyć z wozakiem tendra tak silnie, aby połączenie to wytrzymywało nawet zderzenia pociągów, a trzeba ją zaopatrzyć w przyrządy wodoskażcze, np. **kurki**, wskaźniki złączone z **pływakiem** i t. p. Skrzynię wodną na **tendrzakach** stawiamy bądź to między koła, a natenczas tworzy ona jego ostoję (ramę), bądź to po obu stronach walczaka, bądź też wreszcie, zwłaszcza w Anglii, na samym walczaku, w postaci siodła na nim siedzącego. Zapas wody na tendrzakach bywa 2 do 6 m³, czasami do 9 m³.

**Na paliwo** należy na tendrze parowozowym przeznaczyć miejsce dostatecznie przestronne, aby pomieścić zapas niezbędny, mianowicie 3 do 6 t węgla (w Stanach Zjedn. do 10 t); na tendrzakach

zapas ten bywa mniejszy, 1 do 4 t, a pomieszcza się on bądź to po bokach skrzyni paleniskowej, bądź też przy tylnej ściance.

Na **opał drzewny**, ponieważ szczapy trzeba układać wysoko ponad tender, dodają ogrodzenie z łat, a na **torf** ogrodzenie ze ścianek pełnych z daszkiem.

Na **paliwo ciekłe**, ropę lub odpadki naftowe, wypada ustawić oddzielny zbiornik, najdogodniej ponad skrzynią wodną, na beleczkach poprzecznych. Pojemność takiego zbiornika ropy bywa 5,6 do 5,8 $m^3$ (około 285 pudów), grubość jego ścianek 5 mm, a wieko jest do nich przynitowane. Na przewodzie między zbiornikiem ropy a rozpylaczem, najdogodniej w bezpośredniem połączeniu ze samym zbiornikiem, stawiamy **podgrzewacz** ropy. Jest to zazwyczaj mały zbiorniczek walcowaty, 340 mm średnicy, a 520 mm wysoki, przynitowany od spodu do dna zbiornika ropy. W dnie tem mieści się otwór, zasłonięty siatką żelazną, która przepuszcza ciecz do podgrzewacza, zatrzymując grubsze części stałe. We wieku zbiornika pionowo ponad siatką mieści się otwór, nakryty pokrywą, a dozwalający wyjmować dogodnie ową siatkę wraz z osadami, w celu jej oczyszczania. W podgrzewacz zakłada się wężownica z 14-tu zwojów rury miedzianej, ogrzewanej parą. Średnica rury tej bywa 16 do 19 mm, zwoju zaś 175 mm. Parę do górnego zwoju wężownicy prowadzimy z kotła oddzielnym przewodem, a wodę w niej się skraplającą odprowadzamy przez kurek spustowy, który lepiej zastąpić odwadniaczem samoczynnym. Od siatki sprowadzamy ropę przez stosowny lej aż ponad dno podgrzewacza, skąd ropa wznosi się powoli wzdłuż wężownicy, a najbardziej ogrzana spływa z pod wierzchu podgrzewacza w przewód wiodący do paleniska. Wodę, wydzielającą się z ropy, zbierającą się na dnie podgrzewacza, spuszczamy oddzielnym kurkiem, osadzonym w tem dnie. Na zbiorniku głównym stoi przyrząd, wskazujący chwilowy zapas ropy, a w Rosyi zaopatrzony w podziałkę na stopy kubiczne.

## f. Parowozy na parę przegrzaną.

Przegrzewacze pary, stosowane do kotłów stałych (p. T. I. str. 1046 i n.) są zwykle za ciężkie, aby, bez zmian ustroju, mogły się nadawać do bezpośredniego zastosowania na parowozach, zwiększałyby bowiem nadmiernie ich wagę. Pozatem, ze względu na uderzenia i drgania podczas jazdy, ustrój przegrzewacza powinienby się przystosować do tych warunków swoistych. Dotychczas stosują w Niemczech przeważnie dwa ustroje, a mianowicie stawiają oddzielny przegrzewacz w dymnicy, ogrzewany spalinami, wychodzącemi z kotła właściwego, albo też pomieszczają przegrzewacz w samym walczaku parowozowym, w postaci zbiornika, przez który przechodzą płomieniówki parowozowe, a o ich ścianki przegrzewa się para, przepływająca przez ów zbiornik; w ten sposób płomieniówki parowozowe, na pewnej części swej długości, stanowią powierzchnię grzejącą przegrzewacza.

Wprawdzie parę możnaby przegrzewać do 700, a nawet 800°, bez rozżarzenia płomieniówek, stosują jednak na ogół temperatury znacznie niższe, mianowicie do 260° na suwaki płaskie, a do 300° na tłokowe.

Pozatem robią jeszcze doświadczenia z przegrzewaniem pary przelatującej z cylindra wysokoprężnego do nizkoprężnego w parowozach sprzężonych.

Przy należytem skierowaniu prądów pary i spalin, można liczyć wydajność każdego $m^2$ czynnej powierzchni przegrzewacza po 30 cpł. na godzinę i każdy 1° różnicy. Powierzchnia ta bywa 15 do 30% całkowitej powierzchni ogrzewanej kotła parowozowego, a oszczędność na wodzie i paliwie otrzymana przez przegrzewanie pary może dosięgać 30% w parowozach bliźniaczych, a 15% w sprzężonych.

W przewodach na parę przegrzaną należy unikać miedzi i spiżu, pozatem p. T. I. str. 600 i n.

Ponieważ przy parze przegrzanej najlepszą sprawność silnika osiągamy z mniejszem napełnieniem niż przy parze nasyconej, więc średnice cylindra na parę przegrzaną bywają o 10 do 15% większe, natomiast przewody i kanały mogą pozostać niezwiększone, gdyż para przegrzana posiada większą płynność. Dławnice otrzymują nabój metalowy, ustrój zaś wydłużony.

Na smary wypada dobierać oleje o wysokiej temperaturze zapłomienienia, a dla bezpieczeństwa doprowadzać je za pośrednictwem smarownic wtłoczczych, aczkolwiek warunek ten nie jest nieodzowny.

# C. Wagony.

## a. Wymiary na szerokość i wysokość.

### 1. Obrysie części stałych wagonu.

Wszystkie części stałe wagonów nie powinny wysięgać poza obrysie taborowe, nawet podczas przejazdu przez krzywe najmniejszego, dozwolonego promienia.

Dla kolei średniotorowych niemieckich promień ten określono na 180 m, a miarodajnem dla nich jest obrysie taborowe, przedstawione po prawej stronie rys. 1009 str. 374, dla szerokotorowych kolei rosyjskich obrysie, przedstawione w rys. 883-b. str. 219. Od zasady tej na kolejach średniotorowych, już przy największem starciu się obręczy kół, dozwalają się wyjątki następujące: 1) klocki hamulcowe mogą w szerokości obręczy kół zbliżać się do wierzchu szyny na 50 mm; 2) zwieszające się części sprzęgów mogą się zbliżać do poziomu wierzchu szyn na 75 mm; 3) otwarte drzwi boczne wagonu mogą wysięgać poza obrysie taborowe, nie dosięgając jednak obrysia torowego (rys. 884 str. 227); 4) części stale nie przytwierdzone, jako to: tarcze i latarnie sygnałowe, oraz bębny do nawijania linki sygnałowej, mogą wystawać nieco poza właściwe obrysie taborowe, nie dosięgając jednak szczególnego obrysia. dla nich ustanowionego,

którego jednak, jako mniej ważnego nie podajemy w oddzielnym rysunku.

Aby podróżny, wychylający się przez okno wagonowe, nie wysunął części swego ciała, zwłaszcza głowy poza obrysie, coby mu groziło niebezpieczeństwem, należy uniemożliwić wychylanie się (np. za pomocą poprzeczek, zagradzających otwór, gdy okno otwarte), a przynajmniej wypada umieszczać przy oknach napisy ostrzegawcze.

Na rosyjskich kolejach szerokotorowych nawet otwarte drzwi boczne wagonu niemają wysięgać poza obrysie taborowe.

Podług W. T. § 121 wagon na postoju w torze prostym powinien pozostawać w obrębie obrysia ładunkowego I, podanego po lewej stronie rys. 1024 str. 437, jednakże z wyjątkami, określonymi przez § 122 W. T., dla których oznaczono granice szczuplejsze. Podobnie jak w obrysiu parowozowym (por. str. 375), dolne stopnie obrysia wagonowego będą zastąpione w przyszłości prostą linią pochyłą, a mianowicie kresą prostą, której końce leżą: a) 130 mm ponad wierzchem szyn, w odległości 1220 mm od osi toru, b) 430 mm ponad wierzchem szyn, w odległości 1495 mm od osi toru. Sprzęgi i klocki hamulcowe mogą i podług W. T. zbliżać się do wierzchu szyny bardziej niż na 130 mm, a mianowicie aż do granic powyżej już podanych, jako obowiązujące na kolejach niemieckich.

Podnóżek pod kozłami dla hamulcowych niema się wznosić ponad wierzch szyn więcej niż na 2850 mm.

Dla wagonów **towarowych, przechodzących na obce trakty,** zaleca się prawa strona obrysia, przedstawionego w rys 1009 str. 374, lecz z opuszczeniem wierzchniego trapezu, wykraczającego ponad poziom, odległy o 4150 mm od wierzchu szyn.

W celu uczynienia zadość wspomnianemu już warunkowi, aby i w łukach o promieniu 180 m wagon nie wykraczał poza obrysie taborowe (W. T. § 122), należałoby zwężać go w końcach i w środkowej części (dogodniej zaś na całej długości), mianowicie o wielkości podane poniżej pod $\alpha$, $\beta$ i $\gamma$, a to między poziomami, 430 mm, a 1270 mm ponad wierzchem szyn. Dla części wagonów między poziomami 1270 mm, a 3476,5 mm ponad wierzchem szyn podane poniżej wielkości można zmniejszać o 40 mm, wreszcie między poziomami 3476,5 mm, a 4650 mm ponad wierzchem szyn, o 10 mm. Zwężenia poniżej podane nie obejmują jeszcze przesunięć bocznych, wynikających z wahliwego podwieszenia pudła wagonowego w bujaku półwozaków, które to przesunięcia wypada uwzględnić dodatkowo.

**a. Całkowite zwężenie wagonu, wspartego na półwozakach o rozstępach osiowych ponad 2,5 m,**

należy powiększyć między przegubami, a pomniejszyć poza nimi, względnie do podanych pod $\beta$, o

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 | mm, | gdy | rozstęp | osi | półwozaka | jest | 3,5 |
| 19 | „ | „ | „ | „ | „ | „ | 4,5 |
| 34 | „ | „ | „ | „ | „ | „ | 5,5 |
| 50 | „ | „ | „ | „ | „ | „ | 6,5 |

### β. Całkowite zwężenia wagonu, wspartego na półwozakach o rozstępach osi 2,5 m.

(tak samo należy zwężać obrysie ładunku, spoczywającego na dwóch wagonach o rozstępie osi 2,5 m).

| W odległości od przegubu | Całkowite zwężenie w mm | | | | | | | | | | Przyrost zwężenia na 1 m zmiany odstępu międzyprzegubowego w mm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | między przegubami, przy odstępie międzyprzegubowym w m | | | | | poza przegubami, przy odstępie międzyprzegubowym w m | | | | | |
| m | 6 | 8 | 10 | 20 | 36 | 6 | 8 | 10 | 20 | 36 | |
| 1,0 | 0 | 0 | 0 | 31 | 111 | 0 | 0 | 0 | 0 | 41 | 5,00 |
| 2,0 | 0 | 0 | 18 | 125 | 297 | 0 | 0 | 0 | 91 | 293 | 10,74 |
| 3,0 | 0 | 13 | 46 | 210 | 472 | 1 | 34 | 67 | 231 | 493 | 16,40 |
| 4,0 | . | 18 | 62 | 283 | 636 | 73 | 117 | 161 | 382 | 735 | 22,06 |
| 5,0 | . | . | 69 | 346 | 789 | 157 | 212 | 268 | 545 | 987 | 27,68 |
| 6,0 | . | . | . | 400 | 936 | . | . | . | . | . | 33,50 |

Danych dla odległości ponad 6 m od przegubu nie przedrukowano w tablicy. Dla pośrednich odstępów międzyprzegubowych należy oznaczyć zwężenia, posiłkując się podanymi ich przyrostami na 1 m tego odstępu.

### γ. Całkowite zwężenie wagonu, wspartego na osiach zwrotnych lub niezwrotnych.

| W odległości od osi skrajnej | Całkowite zwężenie w mm | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | między osiami skrajnemi, przy ich rozstępie w m | | | poza osiami skrajnemi, przy ich rozstępie w m | | | | | | | |
| m | 6 | 8 | 10 | 2,5 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | |
| 0,5 | 0 | 6 | 14 | 16 | 10 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 1,0 | 0 | 15 | 30 | 35 | 22 | 5 | 0 | 0 | 2 | 9 | |
| 1,5 | 0 | 21 | 44 | 55 | 45 | 35 | 32 | 33 | 41 | 51 | |
| 2,0 | 0 | 25 | 55 | 102 | 88 | 75 | 71 | 72 | 82 | 96 | |
| 2,5 | 0 | 25 | 63 | . | . | 117 | 112 | 114 | 126 | 144 | |
| 3,0 | 0 | 23 | 68 | | . | . | 156 | 158 | 173 | 195 | |
| 3,5 | . | 18 | 70 | . | . | . | . | 205 | 222 | 248 | |
| 4,0 | . | 10 | 70 | . | . | . | . | . | 275 | 304 | |
| 4,5 | . | . | 66 | . | . | . | . | . | 330 | 363 | |
| 5,0 | . | . | 60 | . | . | . | . | . | . | 425 | |

**Na kolejach drugorzędnych**, średniotorowych, podług Z. K. d. § 83, wagony mają czynić zadość warunkom obowiązującym na kolejach głównych, a na kolejach wązkotorowych warunkom podanym na str. 375 i 378 dla parowozów tychże kolei. Przeciw wychylaniu się podróżnych z okien należy stosować środki podane na str. 410. Również otwarte drzwi wagonu nie mają wysięgać poza obrysie torowe. Podnóżek kozła dla hamulcowych powinien leżeć przynajmniej 1950 mm poniżej wierzchniej linii obrysia torowego. Na traktach zębnicowych, posiadających liczne tunele, należałoby unikać wyniosłych kozłów, ze względu na dokuczliwość dymu, gromadzącego się w tunelach.

## b. Napisy na wagonach.

Wszystkie, poniżej podane napisy obowiązują w Niemczech, natomiast § 132 W. T. żąda z nich tylko wyszczególnionych pod 1, 2, 3, 4, 6, 7, 10 i 11, wreszcie J. T. w § 24 wymaga tylko pierwszych czterech podanych poniżej napisów:

1. Znamię kolei, będącej właścicielką wagonu.
2. Numer porządkowy.
3. Waga własna, łączna pudła i wozaka, obejmująca i wagę przynależytości, wożonych stale z wagonem.
4. Ładowność i nośność na wagonach towarowych i tłomokowych (napisu nośności § 132 W. T. nie wymaga, lecz tylko go zaleca).
5. Wagę całkowitą (własną wraz z ładunkiem) na 1 m b. długości, liczonej między tarczami zderzaków, o ile waga ta przekracza 3,1 t/m.
6. Rozstęp osi (skrajnych).
7. Wzmianki o osiach zwrotnych, gdy wagon je posiada.
8. Rodzaj i sposób działania hamulców zespolonych.
9. Pojemność zbiorników na gaz.
10. Dzień ostatniego sprawdzenia.
11. Dzień ostatniego i przyszłego zaolejenia okresowego maźnic.
12. Liczbę osób na wagonach osobowych, a na krytych towarowych tak liczbę osób jak i koni, jaka się może mieścić podczas przewozu wojska.
13. Pole powierzchni podłogi na wagonach przydatnych do przewozu bydła.
14. Literę (*u*) na wagonach niezdatnych do przewozów wojskowych.
15. Oznaczenia, ułatwiające odszukanie klasy właściwej i przedziału, na wagonach osobowych.

Na kolejach rosyjskich napisy wspomniane pod 6 i 7 nie są obowiązujące, natomiast przepisano oznaczenia dodatkowe:

a) oprócz numeru porządkowego i serya wagonu;
b) biało pomalowane słupki narożne w wagonach towarowych, o nośności 12,3 ton (750 pudów);
c) znak HP na wagonach towarowych, o „normalnych wymiarach“ krytego pudła, a mianowicie: 6,40 × 2,74 × 2,34 m;
d) biało pomalowaną deskę dolną ścianki bocznej, między słupem narożnym, a sąsiednim. przy czole przeciwległem odsuwaniu się drzwi, na wszystkich krytych wagonach o wymiarach nienormalnych.
e) Napis 900 w obwódce na wagonach towarowych o nośności 14,8 ton (900 pudów);
f) wymalowany hak na wagonach towarowych o wzmocnionym sprzęgu;
g) herb państwowy na wagonach dróg skarbowych.

## c. Wozak wagonowy.

**1. Rozstęp osi** (skrajnych) niema być mniejszy od 2,5 m na kolejach głównych (J. T. § 1; W. T. § 123). Gdy trzy osie spoczywają na spólnej ostoi, a rozstęp ich przekracza 4 m, oś środkowa powinna być przesuwna, aby zapewnić dogodny przejazd przez łuki o promieniu 180 m. Największy rozstęp osi pozostaje w zależności od najmniejszego promienia łuku, zachodzącego częściej na szlakach danego traktu. W. T. w § 123 zaleca:

| Promień łuków w m . . . . . | | 180 | 210 | 250 | 300 | 400 | 500 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Największy rozstęp osi niezwrotnych w m | ze względu na nieniszczenie taboru | 3,9 | 4,3 | 4,6 | 5,1 | 5,9 | 6,6 |
| | ze względu na bezpieczeństwo jazdy | 4,5 | 4,9 | 5,4 | 6,0 | 7,2 | 7,2 |

Podług § 123 W. T. rozstęp osi pod wagonami towarowymi bez osi zwrotnych niema przekraczać 4,5 m; natomiast zaleca się stosowanie osi zwrotnych nawet przy niewielkim rozstępie, który jednak i przy ich zastosowaniu ze względu na bezpieczeństwo jazdy, niema przekraczać 9 m na łuki o promieniu 180 m, a 10 m na łuki o promieniu 210 m. Długie wagony należałoby stawiać zwrotnie na dwóch półwozakach.

Dla kolei drugorzędnych § 84 Z. K. d. zaleca:

| Promień łuków w m | 25 | 40 | 50 | 75 | 100 | 125 | 150 | 180 | 210 | 250 | 300 m |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rozstęp osi niezwrotnych w m | 1,4 | 1,8 | 2,0 | 2,5 | 2,9 | 3,3 | 3,6 | 3,9 | 4,3 | 4,6 | 5,1 m |

Pewne powiększenie rozstępów wyżej podanych nie zagraża jeszcze bezpieczeństwu jazdy. Rozstęp osi zwrotnych może być dwa razy większy.

Wogóle zaleca się stosowanie osi zwrotnych i półwozaków, a średniotorowe wagony o osiach zwrotnych należy budować zgodnie z §§ 124 do 127 W. T. (por. str. 419).

## 2. Wzajemna zależność długości wozaka i rozstępu osi.

§ 130 W. T. zaleca stosunki poniższe dla wagonów wogóle, lecz czyni je obowiązkowymi dla wagonów przechodnich z mostkami przejściowymi, a przechodzących na inne trakty.

a. Wagony na osiach niezwrotnych lub zwrotnych:

| Rozstęp osi w m . . . | 3,0 | 4,0 | 4,5 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Największa długość wagonu (wraz ze zderz.) w m | 7,2 | 9,2 | 10,2 | 11,1 | 12,0 | 12,8 | 13,6 | 14,4 | 15,2 |
| Największy wysięg wagonu (wraz ze zderzakami) poza oś, w m | 2,35 | 2,85 | 3,05 | 3,05 | 3,00 | 2,90 | 2,80 | 2,70 | 2,60 |

Gdy tarcze zderzakowe mają średnicę przynajmniej 400 mm, natenczas można powiększyć powyżej podane długości wagonów o 0,8 m, a ich wysięgi o 0,4 m.

b. Wagony na półwozakach z przegubami, przesuwnymi w bok o 25 mm:

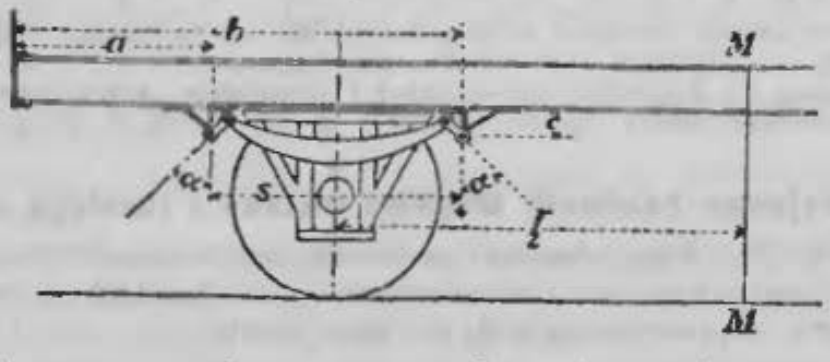
| Odstęp przegubów w m . . | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Największa długość wagonu (wraz ze zderzakami) w m | 16,7 | 17,2 | 17,8 | 18,4 | 19,0 | 19,6 | 20,3 | 21,0 |
| Największy wysięg wagonu (wraz ze zderzakami) poza przegub, w m | 4,35 | 4,10 | 3,90 | 3,70 | 3,50 | 3,30 | 3,15 | 3,0 |

Gdy tarcze zderzakowe mają średnicę przynajmniej 450 mm, a odstęp przegubów jest przynajmniej 9 m, natenczas można powiększyć długość wagonów niezaopatrzonych w mostki przejściowe, o 0,8 m, a wysięgi pozaprzegubowe o 0,4 m.

Oznaczając poszczególne wielkości literami, wpisanemi w rys. 1016 wagonu dwuosiowego, a nadto wysokość ostojnicy przez $h$, obciążanie zaś na 1 m b. jej długości $l$ przez $q$, otrzymamy poniższy wzór na rozstęp $r$ osi, wyprowadzony dla warunku, aby przy równomiernem obciążeniu moment gnący $M'_{max}$ nad skrajnym kozioł-kiem resorowym równał się momentowi $M''_{max}$ w połowie długości ostojnicy:

$$\frac{r}{l} = 2 - \frac{s}{l} - \sqrt{2\left(1-\frac{s}{l}\right) - \frac{c+\frac{h}{2}}{l}} \cdot \operatorname{tg} \alpha.$$

Rys. 1016.




Wzór ten wyprowadzamy przez zrównanie ze sobą prawych stron wzorów poniższych:

$$M'_{max} = \frac{qa^2}{2} + \left(c+\frac{h}{2}\right)\frac{ql}{4}\operatorname{tg}\alpha, \text{ oraz } M''_{max} = \frac{ql^2}{8} - \frac{ql}{4}(2a+s),$$

w których zamiast kresy $a$ należy podstawić jej wartość $\frac{1}{2}(l-r-s)$.

W normalnych wagonach towarowych na kol. prusk. $c = 140$ mm, a $s = 1200$ mm, w osobowych zaś $c = 208$ do 225 mm, a $s = 2200$ mm.

### 3. Ostoja wagonowa.

**Koleje pruskie** stosują na ostoję podane poniżej **kształtowniki** (por. str. 20 i n.):

Ostojnice z ceowników ⊏ 235 . 90 . 10 . 12 mm.
Czołownice z ceowników 2600 mm długich, a mianowicie:
w wagonach osobowych i towarowych ⊏ 235 . 90 . 10 . 12 mm,
w wagonach towarowych krytych ⊏ 260 . 90 . 10 . 10 mm,
w wagonach towarowych krytych i niekrytych ⊏ 300 . 75 . 10 . 10 mm.
Poprzecznice z ceowników ⊏ 120 . 55 . 7 . 9 mm.
Przekątnice z ceowników ⊏ 145 . 60 . 8 . 8 mm.

Amerykańskie węglarki na 20 t ładunku otrzymują ostoję z wytłaczanej blachy stalowej, a kol. prusk. naśladują obecnie ten ustrój.

W wagonach bardzo długich wykształcamy też ścianki boczne samego pudła wagonowego na belki podpięte ściągami pochyłymi, albo rozparte takiemiż rozporami.

**Na kolejach rosyjskich** prześwit między ostojnicami bywa 2024 mm, długość ostojnic w wagonach z hamulcami 7046 mm, bez hamulców 6444 mm; długość czołownicy 2947 mm. Ostojnice i czołownice są ceownikami [ 235 · 90 · 10 · 12 mm, poprzecznice zaś drewniane 235 mm · 100 mm, a beleczki podtrzymujące ciągła 235 mm · 80 mm, również drewniane.

**4. Widły maźnicowe** wyrabiamy z blachy lub z płaskowników o szerokości 70 do 80 mm, przy grubości 15 do 20 mm. Na kol. **pruskich** stosują płaskowniki 75 · 20 mm, złączone (pod maźnicą, na śruby) poprzeczką 45 · 15 mm, a szerokość prześwitu wideł jest 240 mm. Dla usztywnienia wideł w kierunku toru dodajemy ramiona z płaskowników (tego samego przekroju co widłowe), skute z widłami. Do wideł przytwierdzamy na nity prowadnice stalowe, po których suwają się maźnice.

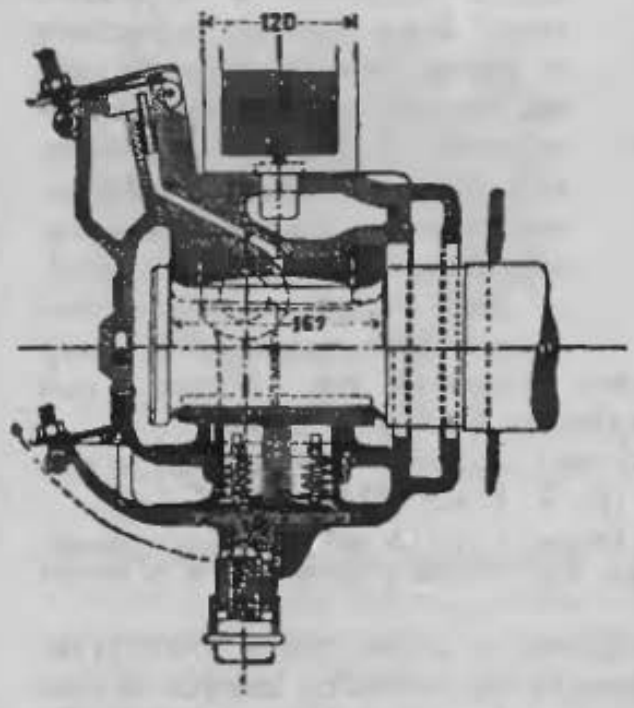
W wagonach **rosyjskich** prześwit między prowadnicami na widłach jest 190 mm; przekrój wideł 76 · 19 mm, ramion 63 · 19 mm, spodniej poprzeczki 38 · 13 mm; widły otrzymują górą usztywnienie z kątowników 50 · 50 · 7 mm.

**Wagonowe zestawy kół** p. str. 358 i nast.

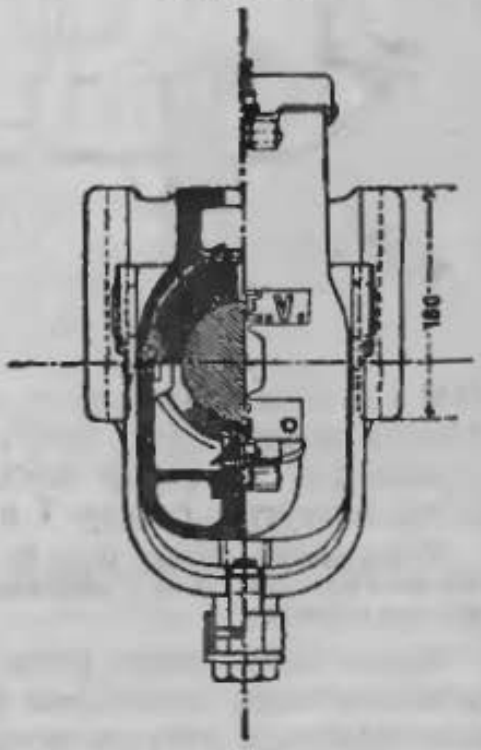
**5. Maźnice** bywają całkowite lub rozdzielne, a smar doprowadza się z dołu, z góry, wreszcie jednocześnie i z dołu i z góry.

Rys. 1017 do 1019 przedstawiają rozdzielną maźnicę pruską, o panwiach z metalu białego, stosowaną obecnie jednak już przeważnie tylko pod wagony towarowe. Pod wagony osobowe i tłó-

Rys. 1017.




Rys. 1018.




mokowe stosują dziś w Prusach już prawie wyłącznie maźnice całkowite, t. j. nierozdzielne z jedną tylko, spiżową panwią wierzchnią (ponadosiową).

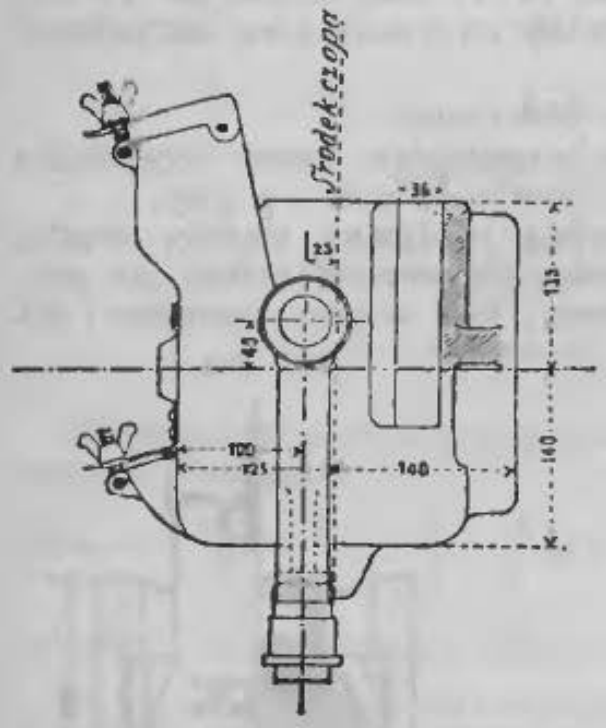
Rys. 1020 do 1023 przedstawiają maźnice stosowane na kolejach rosyjskich.

Kadłub maźnicy odlewają przeważnie z żeliwa, w nowszych jednak czasach wytłaczają go też bez szwu z żelaza, jako wytrzymalszego na uderzenia. Na panwie biorą spiż, składający się z 86% Cu i 14% Sn, albo z metalu białego, o składzie: 85% Sn, 10% Sb i 5% Cu, albo też: 83% Sn, 11% Sb i 6% Cu.

Panwie przylegają do czopa zaledwie na $^1/_4$ do $^1/_3$ obwodu, i tę też tylko część można uważać za istotnie pracującą *). W ostatnich czasach robią doświadczenia i z łożyskami wałkowemi w maźnicach (p. T. I str. 514 i 515).

**Smary** do maźnic są wyłącznie ciekłe (zwykle olej rzepakowy lub mineralny). Zaolejamy maźnice bądź to w miarę zużycia smaru, a więc dorywczo, bądź też w dłuższych, stałych okresach czasu, czyli okresowo. Aby zapobiedz przeciekaniu smaru na zewnątrz, oraz wnikaniu pyłu i kurzu do maźnicy, należy uszczelniać jak najstaranniej szczelinę na obwodzie czopa od strony piasty, szczeliny zaś na obwodzie szyi obustronnie, wreszcie w maźnicach rozdzielnych i szczeliny między ich połówkami (np. uszczelkami Lösewitz'a **).

Rys. 1019.




**6. Sprężyny lub resory nośne** powinny znajdować się między ostoją a maźnicami wszelakich wagonów, z wyjątkiem tych, które jeżdżą wyłącznie w pociągach roboczych; do nich się bowiem przepis ten nie stosuje (W. T. § 134). Na kolejach drugorzędnych zamiast resorów można też stosować sprężynujące podkładki kauczukowe.

Pod wagony towarowe bez półwozaków zalecają się resory 1000 mm długie, złożone z piór nie grubszych niż 13 mm, a pod osobowe takież resory, lecz przynajmniej 1500 mm długie.

Ilość piór w resorze zależy od jego długości i obciążenia, a waha się zazwyczaj między 7 a 12 (p T. I. str. 414 i 415).

Koleje **pruskie** stosują pióro 90 mm . 13 mm, t. j. 11,5 cm² przekroju, z poosiowym żeberkiem od spodu i odpowiadającym mu rowkiem z wierzchu. 1 m b. takiego pióra waży 9,04 kg.

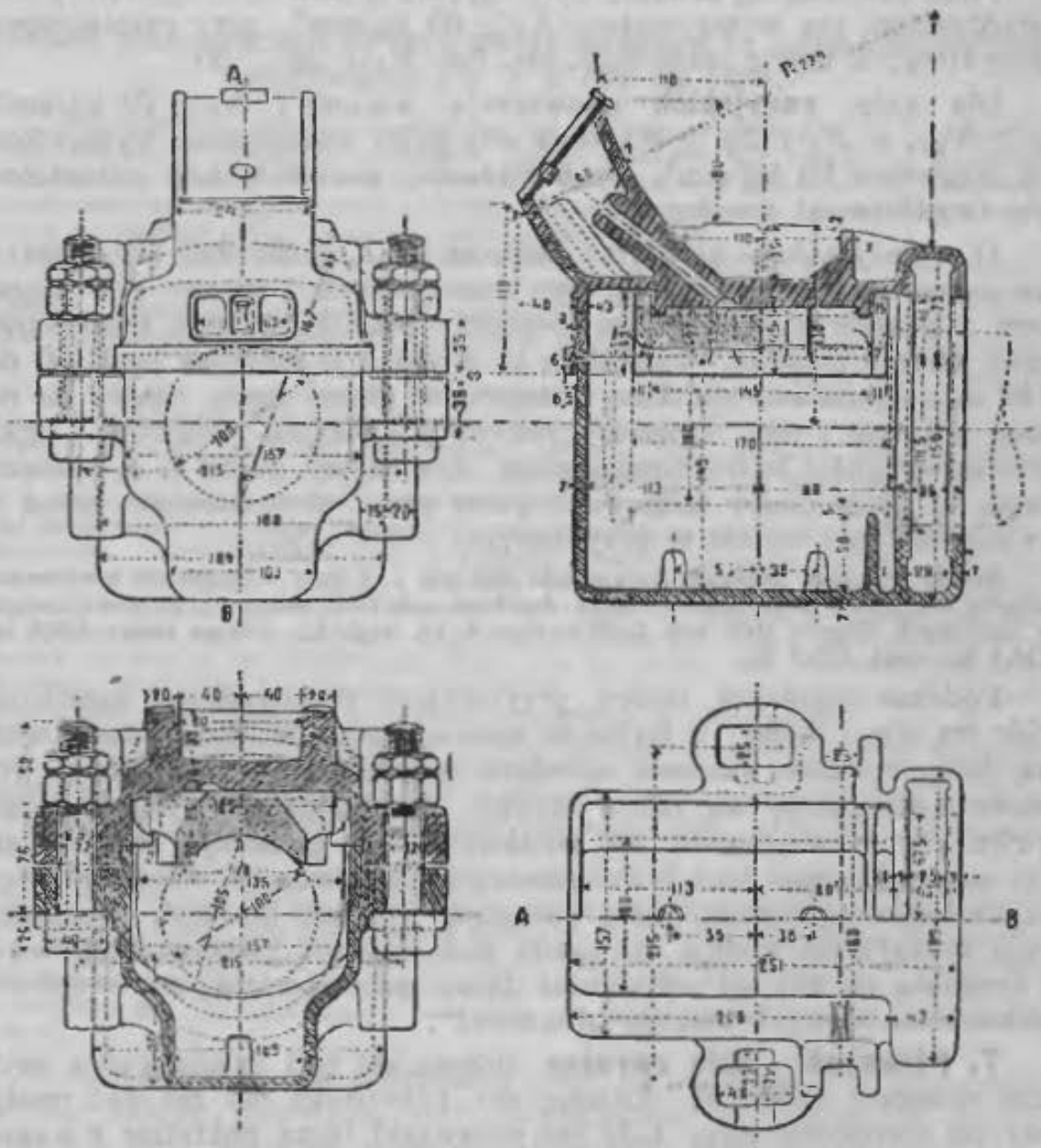
Końce wierzchniego pióra zawija się w ucho, przez które przechodzi sworzeń, na nim zaś zawieszają się wieszaki, których drugie końce obejmują sworzeń koziołka resorowego. (Sworznie bywają około 30 mm średnicy, a wieszaki pod wagonami towarowymi 100 mm,

*) F. Reuleaux, Zeitschr. d. Ver. d. Ing. 1891 str. 932. Nowe poglądy i doświadczenia o tarciu czopowem.

**) Glasers Ann. 1890. T. 27 str. 31.

pod osobowymi 150 mm długie). Pióra resorowe mają w pośrodku dziury 7 mm prześwitu; po utwardzeniu piór, łączą się one kołkiem żelaznym, przetkniętym przez te dziury. Gotową wiązkę piór opasuje w pośrodku przewiązka, w postaci opaski (na gorąco nałożonej) lub pałąka, wspierająca się na maźnicy. Ponad tą prze-

Rys. 1020, Rys. 1021, Rys. 1022, Rys. 1023.



wiązką, na ostojnicy, umieszczamy ochronnik nadresorowy, który się, w razie pęknięcia resoru, obniża wraz z ostojnicą i znajduje oparcie na przewiązce resorowej. Przegub wieszaka wspiera się na kozioł-ku resorowym niekiedy nastawnie, t. j. tak, aby za pośrednictwem śrub nastawczych można go było przesuwać pionowo (względem ostojnicy), a urządzenie takie dozwala rozkładać prawidłowiej ciężar wagonu na poszczególne maźnice. Wieszaki nad pośrednimi resorami wagonów trzyosiowych miewają po dwa ogniwa, a to w celu polepszenia przesuwności osi pośredniej.

**Rosyjskie** wagony towarowe miewają resory 1040 mm długie (między osiami uch, po wyprostowaniu), 10 piór o przekroju 76 mm · · 12,7 mm ($3'' \times 1/2''$), opaskę o przekroju 76 mm · 15 mm, wieszaki 90 mm długie, ze sworzniami 25 mm średnicy. Ucha koziołków, a raczej osie tych uch, leżą we wzajemnym odstępie 1150 mm, a w odległości 130 mm od ostojnicy.

Pióra pod wagony **pruskie** wyrabiają się ze stali zlewnej, która przed twardzeniem ma wytrzymałość $K_z \geq 65$ kg/mm², przy rozciągnięciu $\varphi \geq 10\%$, a liczbę jakości (p. str. 58) $K_z + 2\varphi \geq 95$.

Dla kolei **rosyjskich** obowiązują warunki: $K_z \geq 70$ kg/mm², $\varphi \geq 8\%$, a $K_z + 2\varphi \geq 90$, oraz aby pióro utwardzone, wystawione na ciągnienie 95 kg/mm², po odciążeniu, pozostało bez odkształcenia (wydłużenia) trwałego.

O wytrzymałości sprężyn i resorów p. T. I str. 412 i n. Strzałka $p_0$ resoru nieobciążonego jest sumą ugięcia $f$ resoru pod wagonem z pełnym ładunkiem na postoju i strzałki $p$, jaką resor wówczas jeszcze posiada. Pozostała ta strzałka $p$ powinna być 100 do 110 mm, ponieważ skutkiem uderzeń w czasie jazdy nacisk na resor, a zatem i jego ugięcie, czasowo się jeszcze zwiększa. Jeżeli połowę długości wierzchniego pióra oznaczymy przez $l$, a promień łuku, w jakim mamy zakrzywić pióro przed utwardzeniem, przez $r$, to promień ten będzie w przybliżeniu: $r = l^2 : 2p_0$.

Resory wagonów **pruskich** mają opaski 100 mm . 15 mm; w wagonach towarowych długość wyprostowanego resoru między środkami uch 1000 mm, przy 10-iu warstwach; w osobowych długość 2000 mm, ilość warstw 9, 10, wzgl. 11, a waga resoru 105,3 kg, 115,1 kg, wzgl. 125,3 kg.

Podczas uginania resoru przylegające powierzchnie sąsiednich piór trą się o siebie, a tarcie to zużywa poczęści pracę mechaniczną, jaką w siebie wchłania sprężyna pod uderzeniami; wahania resorów zmniejszają się zatem szybko. Natomiast sprężyny śrubowo zwite, czy to walcowate, czy stożkowate, nie podlegają takiemu tarciu wewnętrznemu lecz tylko międzycząstkowemu, a więc nie mogą szybko stłumić wahań, jakie powstają wskutek uderzeń. Sprężyny tego rodzaju nie nadają się zatem pod wagony, zwłaszcza osobowe, i znajdują na ten cel wyjątkowe tylko zastosowanie, np. w półwozakach towarowych ustroju „Diamond".

**7. Półwozaki i osie zwrotne** stosują się pod wagonami o wielkim rozstępie osiowym. Rozstęp osi półwozaka nie ma być mniejszy od szerokości toru. Gdy się półwozaki łączą pokrętnie z wagonem lecz go nie podpierają, ostoja wagonowa wspiera się natenczas resorami bezpośrednio na maźnicach osi.

**Związkowemi osiami zwrotnemi** *) zwiemy osie, nastawiające się samoczynnie w kierunek promienia krzywości toru, a odpowiadające w swym ustroju postanowieniom Stutgardzkiego Zjazdu Związku niemieckich zarządów kolejowych w r. 1886. Związkowe osie zwrotne dzielą się:

*) Frank w Zeitschr. d. Ver. d. Ing. 1892, str. 685 i n. Die Vereins-Lenkachsen, 2 wyd., Freie Lenkachsen für Zuggeschwindigkeiten bis 90 km/St. u. für Wagen mit und ohne Bremse. 1891 Wiesbaden, C. W. Kreidel.

a) podług ustroju na: **swobodniezwrotne** i **spółzwrotne.** Oś swobodna zwraca się przy wjeździe w krzywą niezależnie od pozostałych. Para osi spółzwrotnych składa się z dwóch osi zwrotnych, a skrajnych co do położenia względem wagonu, i tak ze sobą złączonych drążkami i dźwigniami, aby skutkiem zwrotu jednej osi i druga oś się zwracała o ten sam kąt, lecz w kierunku odwrotnym.

b) Podług dozwolonej prędkości jazdy: na dwie **grupy A** i **B**, z których grupa **A** nie podlega ograniczeniom co do prędkości jazdy, osie zaś grupy **B** mogą znaleść zastosowanie tylko w pociągach, których prędkość jazdy nie przekracza 50 km/godz.

## Warunki przechodzenia na inne trakty wagonów ze zwrotnemi osiami związkowemi (W T § 124 do 128).

1. **Zwrotność osi.** Przesuw maźnic ma być możliwy przynajmniej do $^1/_{100}$ rozstępu osi, lecz dla osi swobodnie zwrotnych należy ograniczyć go trwale, by nie mógł przekroczyć $\pm$ 35 mm. Oś zwrotną powinien przywracać w pierwotne jej położenie wieszak resorowy, o ile przesuwna oś środkowa sama nie nastawia skrajnych osi zwrotnych, a to skutkiem swego własnego przesunięcia.

2. **Maźnice,** nieprzesuwające się wraz z widłami, lecz mające się przesuwać względem wideł i w poziomym kierunku jazdy, muszą otrzymać stosownie poszerzone prowadniki, a poszerzenie to ma być przynajmniej o 5 mm większe od sumy tych obustronnych przesuwów maźnicy. W środkowem położeniu osi luz między powierzchniami prowadników maźnicowych, a prowadnicami na widłach, ma być przynajmneej po 5 mm w kierunku poprzecznym do toru. Połączenie między resorem a maźnicą ma być takie, aby wykluczało jakiekolwiek przesunięcia lub przegibnięcia resorów względem maźnicy. Musi ono zatem być albo zupełnie sztywne, albo dozwalać tylko na pewną pokrętność resoru około osi pionowej, przechodzącej przez środek panwi maźnicznej.

3. **Sprężyny nośne, oraz ich wieszaki.** Należy w sposób zaufny wykluczyć możliwość przesuwania się poszczególnych piór resoru względem sąsiednich w kierunku długości resoru. Jeżeli nie zapewnimy pokrętności resoru względem maźnicy około osi pionowej, to nad osiami zwrotnemi wieszaki powinny umożliwiać resorom niezbędne pokręcanie się wraz z maźnicą. Wieszaki nad osiami swobodnie zwrotnemi powinny być przynajmniej na 30° pochylone względem poziomu, gdy wagon jest nieobciążony. Wieszak powinienby być dostatecznie długi, aby się zbytnio nie zbliżał do położenia poziomego nawet przy największym zwrocie osi. Stosując inne ustroje sprężyn nośnych, wypada przystosować je do tychże warunków w sposób właściwy.

4. **Hamulce** mają swymi klockami wywierać jednakowe naciski na każde z kół zestawu. Zestaw przesuwny należy hamować czterema klockami. Niejednakowość nacisków obydwóch klocków, hamujących to samo koło, niema przekraczać stosunku 2:3. Ustrój hamulca powinien nie przeszkadzać samonastawianiu się nawet osi zahamowanych.

5. **Napis:** „Zwrotne osie związkowe" ma się znajdować na każdym boku wagonu, zaopatrzonego w osie zwrotne, które czynią zadość warunkom powyższym 1 do 4. W zależności od tego, czy osie pod wagonem zaliczały się do grupy **A**, czy też **B**, dodawano przy napisie (oprócz numeru porządkowego) jeszcze jedną z tych liter, znamionujących dozwoloną prędkość jazdy. Opuszczenie tego dodatku w napisie dozwala się tylko wtenczas, gdy osie odpowiadają wszystkim warunkom, wyłuszczonym powyżej pod 1 do 4.

8. **Przesuwność osi pośredniej** staje się niezbędną w wagonach trzy lub więcej osiowych, bez półwozaków, a o rozstępie ponad 4 m, gdy koła tejże osi pośredniej posiadają obrzeża. Przesuw możliwy powinien się dostosować do łuków o promieniu 180 m (W. T. § 129). Przesuw ten $a$ dla osi pośredniej wagonu trzyosiowego, o rozstępie $r$. podajemy poniżej:

| $r$ w m . . . . . | 4,5 | 5,0 | 5,5 | 6,0 | 6,5 | 7,0 | 7,5 | 8,0 | 8,5 | 9,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $a$ w mm . . . . | 5 | 9 | 13 | 17 | 21 | 26 | 32 | 37 | 42 | 48 |

Jeżeli osie skrajne są również przesuwne, to powyżej podany przesuw $a$ osi pośredniej można zmniejszyć o wielkość przesuwu osi skrajnych.

Pośrednie osie bez obrzeży powinny być nieprzesuwne.

## d. Pudło wagonowe i urządzenie wewnętrzne.

### 1. Wagony osobowe.

Wagony osobowe bywają: **przechodnie**, z mostkami na czołach i **nieprzechodnie**, bez mostków.

Wysokość prześwitna pudła w środkowej części przynajmniej 2 m (W. T. § 131).

Odstęp między przegrodami przedziału I-ej kl., o dwóch ławkach naprzeciwnych, bywa 2 do 2,15 m, dla II-ej kl. zmniejsza się on o 0,1 do 0,2 m, a dla III kl. o 0,3 do 0,5 m. **Pruskie** koleje stosują dla I kl. 2,1 do 2,14 m, dla II kl. 2 do 2,04 m, a dla III kl. 1,55 do 1,63 m. Prześwit między siadami naprzeciwnymi ma być 0,51 do 0,66 m, a na kolejach miejskich, ze względu na częste wysiadanie, do 0,81. Wznios siedzy ponad podłogę bywa 0,45 do 0,47 m.

Na koiejach **rosyjskich** wymiary mają być nie mniejsze niż poniżej podane: głębokość siadu, łącznie z odgrzbieciem: I kl. 0,7 m, II kl. 0,61 m, III kl. 0,43 m; szerokość siadu wraz z podręczem, na każdego podróżnego: I 0,74, II 0,58, III 0,56 m; prześwit między ławkami naprzeciwnemi, albo w przejściach między obok stojącemi: I 0,61, II 0,56, III 0,56 m; szerokość przejść między ścianami: I 0,64, II 0,61, III 0,58 m; szerokość pomościków odczołowych, bez względu na klasę, 0,72 m.

**Więźba pudła** bywa ponajczęściej z drzewa (z dębiny); przycieś jej 160 do 180 mm szeroka, a 100 mm wysoka; obwodzina 60 do 80 mm szeroka, przy wysokości 130 do 160 mm; słupki narożne 90 mm · 100 mm w przekroju, słupki odrzwiowe 90 mm · 90 mm, wreszcie słupki pośrednie 75 mm · 90 mm. W wagonach nieprzechodnich stawiają po jednym słupku pośrednim między słupkami odrzwiowymi, a odstępy międzysłupkowe w ścianach czołowych bywają w przybliżeniu takie same jak w ścianach bocznych. Pomiędzy słupki wstawiają się rozwory. Poszczególne części więźby ścian łączą się ze sobą na czopy i żelazne łączniki kątowe. Połączenie wzajemne ścian bocznych stanowią wygięte krokiewki dębowe lub jesionowe.

Jeżeli wagon nie posiada ostojnic, to zastępujemy je ściankami bocznemi, tworzącemi belki. Do tego służy, np. pokrycie dolnej części więźby ścianek bocznych, aż popod okna, blachą 3 mm grubą, przechodzącą wzdłuż wagonu, albo też pochyłe ściągi podpinające; atoli ustroje podobne nadają się tylko do wagonów przechodnich.

Więźbę ścianek pokrywamy od zewnątrz blachą dwumilimetrową, od strony wewnętrznej zaś opierzeniem z desek 17 do 20 mm grubych, ponajczęściej sosnowych. Podłoga z desek 20 do 25 mm grubych bywa zazwyczaj podwójna, lecz w wagonach klasy IV-ej nieraz i pojedyńcza. Krokiewki pokrywamy z wierzchu opierzeniem z desek ∞ 25 mm grubych, a w przedziałach I i II-ej klasy podbijamy i od spodu krokiewek podbitkę z desek 10 mm grubych.

**Koleje rosyjskie**, w celu lepszej ochrony od mrozów, obijają więźbę ścianek i od zewnątrz opierzeniem z desek, na które nakładają warstwę pilśni (wojłoku), a na nią dopiero blachę. Pilśń chroni nietylko od mrozu, lecz i od brzęczenia blachy podczas jazdy. Również przestrzeń między podłogą podwójną wypełniają nieraz masą otulczą lub innem ciałem pulchnem, mniej przenikliwem dla ciepła.

**Dachy** wagonów pokrywają blachą, tekturą smołowcową, wreszcie płótnem żaglowem w połączeniu z masą niepalną.

**Drzwi** wagonowe otrzymują w prześwicie szerokość 0,6 do 0,7 m, przy wysokości 1,7 do 2 m (kol. prus. 0,6 m · 1.82 m). Ze względu na przewóz rannych podczas wojny, wagony IV-ej klasy, mające służyć do takiego celu, otrzymują podwoje o łącznej szerokości 1 m w prześwicie.

Drzwi w ścianach bocznych powinny mieć po dwa przyrządy zamykające, jednakże na kolejach drugorzędnych starczy jeden taki przyrząd. § 142 W. T. wymaga, aby przynajmniej jeden z tych przyrządów był zakrętką zwykłą (nawierzchnią), albo też ukrytą. Czwórgranie w zamkach do kluczy mają przekroje w końcu 7 mm · 7 mm, u podstawy 9 mm · 9 mm, a długość 15 mm; prześwit tulei 18 mm, a średnica zewnętrzna samego klucza 16 mm (W. T. § 142 i J. T. § 25). Po bokach drzwi powinno się znajdować urządzenie, chroniące od przyskrzynienia palców (W. T. § 142). Przeciw wychylaniu się podróżnych z okien wypada stosować właściwe urządzenia, a przynajmniej napisy ostrzegawcze (W. T. § 121). Podług przepisów, środki zapobiegawcze przeciw wychylaniu się stają się niezbędne dopiero, gdy szerokość pudła wagonowego przekracza 2,9 m.

Najniższy **stopień wejściowy** wznosi się około 600 mm ponad wierzch szyn, a to przy ugięciu się resorów, które odpowiada wzniosowi zderzaków 1040 mm ponad w. sz. Pionowe odstępy między stopniami bywają 280 do 330 mm. U wagonów nieprzechodnich dolne stopnie przechodzą wzdłuż całego wagonu w postaci chodnicy (deski ∞ 310 mm · 40 mm), dosięgającej prawie obrysia taborowego (p. str. 374). Końce stopni i chodnic mają leżeć w odstępie przynajmniej 300 mm od zderznej płaszczyzny zderzaków zupełnie wysuniętych (W. T. § 139), a zalecane w tymże §-ie **chodnice na dachu**, wysięgające poza niego, mają pozostawać w oddaleniu 250 mm od tejże płaszczyzny zderznej.

**Przewietrzanie** wagonów powinno być dostatnie, a liczą po 30 $m^3$ powietrza swieżego na osobę i godz.

Do **oświetlenia** wagonów stosują: świece stearynowe (Rosya), nafta (Ameryka), oliwa (Włochy, Hiszpania), najszerzej zaś gazy tłustne (mazutowe), czyste lub z domieszką acetylenu, wreszcie elektryczność. Dostarczają jej bądź to akumulatory, naprądniane na stacyi oporządczej, bądź też prądnica spólna dla całego pociągu, a natenczas, albo napędzana turbiną parową na parowozie, albo oddzielna dla każdego wagonu, napędzana od jego osi. Gdy prądnicę napędzamy od osi wagonu, niezbędnem jest dodanie akumulatorów, nabijanych w czasie jazdy, a dostarczających światła na czas postoju. Nawet

gdy prąd dostarczamy z prądnicy na parowozie, akumulatory w wagonie nie stają się jeszcze zbędnymi, a to z powodu odprzęgania wagonu od pociągu podczas jego przerządzania. Na gaz umieszczamy pod wagonem zbiorniki z blachy żelaznej (o średnicy 400 do 550 mm, przy długości 1500 do 3300 mm), które napełniamy na stacyi oporządczej gazem o prężności 6 at. Ze zbiornika gaz przechodzi przez miarkownik prężności, a dalej przewodami 10 mm średnicy do palników, do których dochodzi z prężnością 50 mm słupa wodnego. Zapas gazu w zbiorniku powinien starczyć na 16 do 32 godzin oświetlania.

Palniki bywają dwuwylotowe, ze słonińca (talcum), zaopatrzone w kurki, miarkujące natężenie światła, niezależnie od kurków na przewodach głównych. Palniki takie w III i IV-ej klasie zużywają 25 l/godz. gazu, w II kl. 27,5 l/godz., w I kl. 30 l/godz., a palniki trójwylotowe 53 l/godz.

**Ogrzewanie** wagonów uskuteczniano pierwotnie na postoju przez wsuwanie grzejek do przedziału, t. j. skrzynek podłużnych, metalowych z wodą gorącą; sposób ten stosują dotychczas jeszcze szeroko we Włoszech i Francyi. Grzejkę z wodą zastępywano też skrzynką z węglem rozżarzonym, wsuwaną pod przedział. Zwykłe piece żelazne nadają się do ogrzewania wagonów bezprzedziałowych. Można też ogrzewać wagony gazem, albo powietrzem nagrzanem, najwięcej stosują jednak ogrzewania wodne, przedewszystkiem zaś parowe. Dla ogrzewań wodnych stawiają zazwyczaj oddzielny kociołek w każdym wagonie (Rosya), dla parowych zaś dostarcza parę dla całego pociągu bądź to sam parowóz, bądź też oddzielny kocioł w wagonie ogrzewczym. Od samoczynnego miarkownika prężności na kotle para o prężności 3 at prowadzi się wzdłuż całego pociągu. Przewód parowy składa się z rur metalowych, ułożonych u posadzki wagonów, a rury te łączą się nawzajem ze sobą, między poszczególnymi wagonami, za pośrednictwem przełączy kiszkowych. Każde takie przełącze składa się z dwóch połówek kiszki, przyczepionych do końcy rur, a połówki te przy sprzęganiu wagonów łączą się ze sobą za pośrednictwem swoistej złączki metalowej, doszczelniającej się w powierzchniach stożkowych, której ustrój jest jednakowy na wszystkich kolejach związkowych (W. T. § 84). Rurę u posadzki wagonu układamy z obustronnym spadkiem 1 : 100, t. j. od środka ku czołom wagonu, a woda skroplona spływa do kiszek i uchodzi na zewnątrz przez swoisty zaworek u spodu złączki kiszek; gorszym jest sposób wydmuchiwania parą wody z całego przewodu przez jego koniec od tyłu pociągu. W każdym przedziale stawiają zazwyczaj po dwa grzejniki, zasilane parą z przewodu głównego, do którego też ścieka i woda skraplająca się z grzejników. Spólny zawór rozdzielczy mogą podróżni nastawiać tak, aby się albo obydwa grzejniki łączyły z przewodem, albo tylko jeden z nich, albo wreszcie żaden. Umożliwia się w taki sposób miarkowanie temperatury w przedziale.

Pruskie koleje stawiają również po dwa grzejniki w każdym przedziale, lecz w postaci wężownic, przyłączonych jednym końcem do przewodu, a łączących się drugim swobodnie z atmosferą. Powierzchnie tych wężownic nie są równo wielkie, a ich stosunek obrano jak 2 : 1. Wężownice te zasilają się parą nizkiego ciśnienia, a jej do-

lot do wężownic większych miarkuje obsługa wagonowa dla wszystkich przedziałów jednocześnie; miarkowanie dolotu pary do wężownic mniejszych jest dla każdego przedziału niezależne i pozostawia się uznaniu podróżnych.

Na 1 $m^3$ objętości przedziału pośredniego liczą po 0,13 do 0,15 $m^2$ powierzchni grzejnika parowego, a w przedziałach skrajnych po 0,15 do 0,17 $m^3$.

**Wymiary** wagonów podano w tabl. str. 424.

## 2. Wagony tłómokowe i pocztowe.

Ustrój pudła nie różni się zasadniczo od osobowego. Przedział na tłómoki w **wagonie tłómokowym** miewa długość 6 do 8 m do pociągów osobowych, a 5 do 7 m do towarowych; przedział dla nadkonduktora wznosi się o tyle ponad podłogę wagonu właściwego, aby z przedziału tego można było dogodnie przejrzyć cały pociąg. Przestrzeń swobodna pod tym przedziałem przeznacza się bądź to na przedział dla psów, bądź też na pomieszczenie narzędzi i przyrządów, niezbędnych na wypadek rozerwania się pociągu (W. T. § 160). W wagonach tłómokowych, do pociągów międzynarodowych, potrzebny jest jeszcze zamykany przedział na tłómoki, idące dalej pod nadzorem celnym. Najwłaściwszem będzie wejście do przedziału nadkonduktorskiego od strony czołowej. Przedział tłómokowy otrzymuje drzwi przesuwne, a urządzają w nim niekiedy i ustęp. Wagon tłómokowy ma zawsze posiadać hamulce.

**Wagony pocztowe** powinny mieć oddzielny przedział na listy, a oddzielny na większe przesyłki pocztowe. Boczne drzwi wejściowe mieszczą się często we wnękach, co umożliwia nadanie większej szerokości pudłu wagonowemu. Pod podłogą znajdują się nieraz skrzynie dodatkowe.

Wymiary p. tabl. str. 424.

## 3. Wagony towarowe.

Z wyjątkiem wagonów o przeznaczeniu swoistem, podłoga ma się wznosić 170 mm ponad osie zderzaków, a podług W. T. § 130 podłoga wagonu towarowego ma leżeć 1220 mm ponad wierzchem szyn, podczas gdy środki tarczy zderzakowych wznoszą się na 1040 mm ponad w. sz., z doliczeniem gry resorów $\pm$ 25 mm.

**Wagony kryte** miewają pudła o wymiarach w prześwicie: wysokość przynajmniej 2 m, szerokość przynajmniej 2,4 m (W. T. § 131), długość zaś 5 do 8 m w wagonach dwuosiowych, 6,5 do 8,5 m w trzyosiowych, a 7 do 10 m w czteroosiowych. Więźba pudła przeważnie drewniana, podobnie jak w wagonach osobowych, w nowszych jednak czasach stosują coraz to więcej i więźby żelazne.

Podłoga z poprzecznych desek sosnowych, 50 do 60 mm grubych (kol. prus. 55 mm), leży bezpośrednio na ostoi; słupki siedzą w małych wspornikach, przynitowanych do ostojnic i czołownic, a do tych słupków przytwierdzają się na śruby deski, tworzące opierzenie ścianek. Kol. prus. stosują słupki boczne z ceowników [ 75 · 35 · 8 mm, a czołowe 105 · 65 · 8 mm; deski zaś na ścianki, sosno-

| Rodzaj wagonu | Nazwa kolei | Z hamulcem lub bez niego | Ilość osi | Ilość siadów, względnie ładowność | Długość pudła w prześwicie m | Szerokość pudła w prześwicie m | Wysokość pudła w pośrodku m | Pole podłogi m² | Wznios podłogi ponad wierzch szyn m | Długość wozaka m | Waga własna t | Rozstęp osi (skrajnych) m |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1. Wagony osobowe.** | | | | | | | | | | | | |
| Nieprzechodni I/II klasy | pruskie | z ham. | 3 | 12+22 | 11,96 | 2,47 | 2,1 do 2,2 m bez nadstawki na okna górne, a wraz z nią 0,3 m wyżej | | 1,282 | 12,5 | 20,4 | 8,0 |
| „ II III | „ | „ | 3 | 12+36 | 10,36 | „ | | | „ | 10,9 | 16,6 | 7,5 |
| „ III | „ | „ | 3 | 52 | 9,46 | „ | | | 1,267 | 10,0 | 16,7 | 7 |
| Wagon IV | „ | „ | 2 | 60 | 7,86 | 2,97 | | | „ | 9,6 | 12,5 | 6,5 |
| „ IV | „ | „ | 3 | 60 | 10,36 | 2,47 | | | „ | 10,9 | 16,4 | 7,5 |
| Nieprzechodni I/II | „ | „ | 4 | 10+31 | 16,32 | 2,42 | | | 1,277 | 16,85 | 29,9 | 14,5 |
| „ III | „ | „ | 4 | 80 | 16,04 | „ | | | 1,275 | 16,58 | 28,9 | 14,33 |
| Przechodni I/II | „ | „ | 4 | 8+29 | 16,86 | 2,864 | | | 1,260 | 16,99 | 30,9 | 14,5 |
| „ III | „ | „ | 4 | 64 | 16,87 | 2,850 | | | „ | „ | 29,6 | 14,5 |
| Nieprzechodni III | Rzesza niem. | — | 2 | 56 | 11,16 | 2,47 | | | | 11,63 | 16,9 | 8,4 |
| Przechodni I | Orleańska | — | 2 | 21 | 11,94 | 2,978 | | | | 12,07 | 14,0 | 7,0 |
| **2. Wagony tłomokowe.** | | | | | | | | | | | | |
| Do pociągów towarowych | pruskie | z ham. | 2 | 4 t | 6,395 | 2,55 | | | 1,222 | 7,2 | 10,8 | 4,7 |
| „ „ osobowych | „ | „ | 3 | 6 t | 9,13 | 2,47 | | | 1,267 | 10,0 | 13,8 | 7,0 |
| „ „ towarowych | Wabach | „ | 4 | 20 t | 5,657 | 2,55 | 2,267 | 13,68 | | | 16,0 | 7,01 |
| „ „ osobowych | Baltim.-Ohio | „ | 6 | 13,6 | 15,855 | 2,724 | 2,880 | 43,19 | 1,295 | 17,78 | 30,6 | 12,903 |
| **3. Wagony towarowe.** | | | | | | | | | | | | |
| Kryty | pruskie | z ham. | 2 | 15 t | 7,92 | 2,75 | 2,2 | 21,8 | 1,212 | 8,3 | 10,35 | 4,5 |
| Niekryty | „ | bez | 2 | 15 t | 6,72 | 2,834 | 1,1 | 19,0 | 1,222 | 6,8 | 7,3 | 4,0 |
| „ | „ | z ham. | 2 | 15 t | „ | „ | „ | „ | „ | 7,5 | 8,3 | 4,0 |
| Węglarka żelazna | „ | „ | 2 | 15 t | 5,3 | 2,89 | 1,45 | 15,3 | 1,228 | 6,0 | 8,0 | 3,3 |
| „ „ | „ | „ | 2 | 20 t | 6,0 | 2,85 | 1,5 | 17,1 | 1,222 | 6,7 | 8,4 | 4,0 |
| Wagon na koks | „ | „ | 2 | 15 t | 7,72 | 2,834 | 1,6 | 21,9 | 1,212 | 8,5 | 8,8 | 4,5 |
| Wapniarka kryta | „ | „ | 2 | 15 t | 5,29 | 2,89 | 1,78 | 15,3 | „ | 6,0 | 8,85 | 3,3 |
| Wagon pomostowy | „ | „ | 2 | 15 t | 10,12 | 2,67 | 0,4 | 27,0 | 1,279 | 10,9 | 9,25 | 6,5 |
| „ „ | „ | „ | 4 | 30 t | 12,0 | 2,9 | — | 34,8 | 1,325 | 12,0 | 16,7 | 9,8 |
| Wagon z ławą pokrętną | „ | bez | 2 | 10 t | 4,38 | 2,48 | — | 10,9 | 1,248 | 4,4 | 5,6 | 2,5 |
| Towarowy kryty | Chicago Burl. | z ham. | 4 | 27 t | 10,16 | 2,48 | | 10,37 | | 10,37 | | 8,84 |
| Węglarka | Canada Pacif. | „ | 4 | 36 t | 10,97 | 2,59 | 1,537 | 28,3 | 1,295 | 11,10 | 16,8 | 9,505 |
| Wagon na rudę | połud. Francya | „ | 4 | 50 t | 10,6 | 2,63 | 1,0 | 27,9 | 1,270 | 10,68 | 15,4 | 8,85 |
| **4. Wagony pocztowe.** | | | | | | | | | | | | |
| Zwykły | pruskie | z ham. | 3 | 7,5 t | 9,786 | 2,67 | 2,823 | 26,13 | 1,167 | | 16,66 | 7,5 |
| „ | „ | „ | 4 | 6,0 t | 11,86 | 2,67 | 2,773 | 31,57 | 1,167 | 12,40 | 23,72 | 10,5 |
| Pocztowo-tłómokowy | „ | „ | 4 | 3,0+3,0 t | 7,3 +6,05 | 2,75 | 2,775 | 20,08 +16,64 | 1,33 | 17,3 | 28,5 | 14,5 |

we, 20 do 40 mm grube. W obydwóch ściankach bocznych mieszczą się drzwi przesuwne 1,5 m szerokie, a 1,95 m wysokie (W. T. w § 131 wymagają przynajmniej 1,9 m), nadto zasuwy do przewietrzania, oraz dodatkowy otwór do ładowania. Dębowe krokiewki dachowe, 65 mm · 55 mm w przekroju, wygięte na strzałkę 100 do 150 mm, otrzymują kryćbę z desek 25 mm grubych, łączonych na wpusty żelazne, powleczonych warstwą żywiczną, 5 mm grubą, którą osłaniamy jeszcze płótnem żaglowem.

Pudła na kolejach **rosyjskich** mają w prześwicie: wysokość 2,337 m, szerokość 2,743 m, długość 6,4 m, drzwi 1,83 m · 2,102 m, a kryćbę z blachy.

**Wagony na nierogaciznę** są przeważnie dwupiętrowe, na drób kilkopiętrowe, a skrzynia na paszę znajduje dogodne miejsce między osiami pod podłogą. W wagonach na piwo, masło, mięso i t. p., ścianki, podłogi i dachy otrzymują kilkakrotne opierzenia w pewnych odstępach wzajemnych, wypełnianych masami otulczemi, np. włóknami z orzecha kokosowego, z trzciny bambusowej i t. p. Drzwi są pokrętne na zawiasach, gdyż przywierają one szczelniej od przesuwnych; wreszcie ustawiają w wagonach zbiorniki lodu na lato, a na zimę piece gazowe.

**Wagony niekryte** miewają zasadniczo ustrój podobny do krytych, lecz ścianki częściej z blachy, np. nieckowatej 5 do 6 mm grubej, a jeżeli drewniane, to opierzenie miewa grubość 30 do 50 mm. W ściankach bocznych mieszczą się drzwi dwuskrzydłowe, pokrętne na zawiasach, o szerokości otworu 1,5 m. Ścianki czołowe są albo wyjmowane, albo odchylne, około górnej osi poziomej, a natenczas przywierają się one za pośrednictwem ksiuków siedzących na spólnym wale. Wysokość ścianek do 2 m, np. w wagonach na bydło. **Wagony pomostowe**, przeważnie bez ścianek, zastąpionych często przez burtę, posiadają zazwyczaj kłonice wyjmowane, albo pokładliwe aż na podłogę. Wagony na półwozakach o pełnym obrocie można nawrócić, posiłkując się nawet małą obrotnicą, o ile się tylko na niej pomieści jeden półwozak. **Wagon z ławą pokrętną** chodzi w parze z drugim tego samego rodzaju, a łączy się z nim rozworą. Para takich wagonów służy do przewozu długich pni, belek, szyn i t. p. (W. T. § 138 i 165), a każdą parę wyposażamy w dwie rozwory, jedną 2 m, drugą 4 m długości. **Wapniarki**, w ustroju podobne do węglarek, otrzymują jednak pokrycie szczelne od deszczu (6 pokryw), a ścianki z blach nieckowatych o grubości 2 mm.

Wymiary wagonów wykonanych p. tabl. str. 424.

**Rosyjskie wagony pomostowe** mają pomost 6,4 m na 2,743 m, obwiedziony burtą 0,28 m wysoką, rozstęp osi 3,2 m, a ostojnice podpięte.

### 4. Wagony o przeznaczeniu swoistem.

Wagony na przewóz wysokich płyt (blach, zwierciadeł) i płaskich przedmiotów (kół rozpędowych) otrzymują poosiowe, koryciaste wgłębie między zestawami kół, sięgające aż do 130 mm ponad wierzch szyny. **Wagony lejowate** na węgiel, rudę i t. p. mają ścian-

ki pochyłe, a u spodu leja, wytwarzającego się w ten sposób, klapę do wysypywania ładunku, co wymaga jednak ustawienia wagonu na torach wyniosłych, zaopatrzonych w zesuwnie. W Stanach Zjedn. budują wagony takie o nośności do 50 t. **Wagony zbiorniki** na ciecze i gazy, a więc na naftę, ropę, spirytus, maź pogazową, kwasy, rozmaite gazy i t. p. posiadają zbiorniki w postaci kadzi, albo walczaków leżących lub stojących. **Nafciarki** rosyjskie posiadają walczak leżący, z blachy 4,7 mm grubej, o długości 6,21 m, przy średnicy 1,65 m. Na walczaku stoi dzwon 0,78 m wysoki, o średnicy 0,66 m. **Wagony robocze**, na przewóz materyałów do budowy drogi, miewają burty odchylne, a przerabiamy zazwyczaj na nie stare wagony niekryte. **Wagon pomocny**, zaopatrzony w przyrządy do uprzątania torów, zatamowanych wskutek wypadków, bywa zazwyczaj co do swego ustroju zwykłym wagonem krytym. **Żóraw - wagon** (p. T. I str. 687). **Wózki dróżnicze** są to nizkie wagoniki pomostowe, bez zderzaków, sprzęgów i t. p., napędzane ręcznie, pomosty ich bywają 2 m dł., 1,8 m szer.

---

# III. OZYSK KOLEI (ruch).

## a. Sygnały.

Przepisy obowiązujące na całą Rzeszę niemiecką wydano w r. 1892*), pozatem, z wyjątkiem kolei bawarskich, obowiązują jeszcze P. K. g. Na kolejach Związkowych obowiązują §§ 180 do 191 W. T., a na niemieckich kol. drugorz. dodatkowo i §§ 115 do 120 Z. K. d.

Wszystkie wagony osobowe, tłomokowe, pocztowe, a również i wagony towarowe, przeznaczone na wagony odtylne pociągu, powinny otrzymać **obsady do latarń sygnałowych** na takich podpórkach lub wspornikach, aby latarnie wystawały ponad dach lub poza boczne ścianki wagonu. Latarnie i tarcze sygnałowe nie powinny w zasadzię wysięgać poza obrysie taborowe, jednakże między poziomami, wzniesionymi na 1300 mm i 3400 mm, przekroczenie o 50 mm jest dozwolone. Obsady te mają prześwit kwadratowy, leżący przekątnią równolegle do osi wagonu, a zwężający się ku dołowi w ten sposób, że, w 76 mm wysokiej obsadzie, bok owego kwadratu prześwitnego ma górą 46 mm, dołem zaś 35 mm. Czworograniasta skrzynka latarniowa, o ściankach bocznych równoległych do boków wagonu, niema być szersza niż 250 mm i nie wyższą od 280 mm.

---

*) Signalordnung für die Eisenbahnen Deutschlands, wraz ze zmianami z maja 1898, Wilh. Ernst i syn, Berlin 1899.

## b. Obsługa stacyi i pociągów.

**1. Roczny przebieg wagonu** osobowego bywa w Niemczech średnio 47000 km, tłómokowego 50000 km, a towarowego 16000 km.

**2. Następność pociągów** po sobie lepiej urządzić podług międzypociągowych **odstępów** (drogi), niż na międzypociągowe **rozkresy** (czasu), które powinnyby być przynajmniej 5-o minutowe (W. T. § 167). P. K. d. w § 65 wymagały następności pociągów i oddzielnie jadących parowozów w odstępach o stacyę, i to za każdorazowem pozwoleniem zawiadowcy stacyi, a przepis ten obowiązuje i koleje drugorzędne, gdy $V > 15$ km. O **służbie pociągowej** p. W. T. § 175.

**3.** P. K. g. przepisują na szlakach dwutorowych jazdę po **prawej stronie,** dozwalając jeździć po stronie lewej tylko pod dwoma warunkami:

a) po uprzedniem porozumieniu się obydwóch stacyi na końcach szlaków leżących, a mianowicie:

1. w razie zatorowań na drugim torze, 2. pociągami roboczymi, wagonami roboczymi i wózkami, 3. za pozwoleniem władzy nadzorczej na szlaku między stacyą, a rozjazdem w zbocznicę.

b) na osobistą odpowiedzialność rozporządzającego pociągiem:

1. na stacyach, 2. pociągami lub parowozami pomocnymi, 3. powracającymi parowozami, które pchały pociągi.

Koleje rosyjskie jeżdżą również po stronie prawej, natomiast austryackie, francuskie, włoskie i t. d. po lewej.

**4. Pchanie pociągu** dozwala się podł. P. K. g.:

a) Bez parowozu czołującego, gdy $V \leqq 25$ km/godz., a władza nadzorcza nie ustanowiła ograniczeń:

1. przy powolnem cofaniu się pociągów, 2. dla pociągów roboczych i gospodarczych, 3. dla pociągów do poblizkich zakładów przemysłowych i t. p., albo od nich. Na wagonie odprzednim należy natenczas usadowić strażnika. Nawet przy zachowaniu tego warunku, pociągi pchane na kolejach drugorzędnych nie mogą być więcej niż 50 osiowe, a gdy przejazdy nie są strzeżone, prędkość ma być $V \leqq 15$ km/godz., przyczem jeszcze strażnik na wagonie odprzednim powinien podzwaniać.

b) Z parowozem czołującym:

1. na torach bardzo stromych, 2. podczas wyjeżdżania ze stacyi, 3. w razach groźnych, bez wszelakich ograniczeń.

**5. O największych długościach pociągu,** dozwolonych w Niemczech, p. str. 230, w innych krajach niema poczęści takich ograniczeń i dlatego w Anglii pociągi pospieszne miewają i 60 osi, w Stanach Zjedn. pociągi towarowe i 200 osi.

**6. O dozwolonej prędkości jazdy** w Niemczech p. str. 230.

Prędkość jazdy nie powinna przekraczać prędkości:

a) na jaką zbudowano parowóz,
b) zależnej od ogólnej liczby osi,
c) zależnej od liczby osi hamowanych,
d) zależnej od właściwości szlaku.

Wypada ustalić największe prędkości dozwolone dla poszczególnych rodzai pociągów:

a) przy przejeździe przez łuki rozjazdów, albo podczas jazdy pod śpic zwrotnicy nie zamkniętej nierozmykalnie, b) na szlakach przy mostach obrotnych, c) w ogóle na szlakach, wymagających jazdy bardziej przezornej. Przed **krzyżniami** pozastacyjnemi pociąg powinien się zatrzymać, a przejeżdżać przez krzyznię dopiero po otrzymaniu sygnału na jazdę, otrzymać go zaś może dopiero po zupełnem przystaniu. Na takich krzyżniach, gdzie się kolej główna krzyżuje z drugorzędną, lub na krzyżniach dwóch szlaków kolei drugorzędnych, mogą pociągi kolei głównych, względnie pociągi jednej z krzyżujących się kolei drugorzędnych, otrzymać pozwolenie na przejeżdżanie owych krzyżni bez przystawania (W. T. § 168 do 173).

**7.** Dla każdego pociągu wypada obliczyć **najmniejsze trwanie** (czas) **jazdy** między dwiema stacyami, z uwzględnieniem wszystkich okoliczności, wpływających na dozwoloną prędkość jazdy, a więc krzywości i pochyłości szlaku i t. p.

Do tak obliczonego trwania doliczamy jeszcze **dodatki** na przystawanie pociągu, dojeżdżającego do stacyi i na jego rozbieg przy wyjeżdżaniu. Na przystawanie i rozbieg łącznie dodają po 2 do 3 min. dla pociągów pospiesznych i osobowych, 3 do 4 min. dla osobowo-towarowych, a 3 do 5 min. dla towarowych.

**8. Hamulce.** Podług P. K. g. wszystkie pociągi, jeżdżące z prędkością $V > 60$ km/godz., a na kolejach drugorzędnych z $V > 30$ km/godz., należy zaopatrzyć w hamulce zespolone, któreby można było wprowadzać w działanie tak ze stanowiska silniczego i nadkonduktora, jakoteż z każdego poszczególnego wagonu, i to z każdego przedziału (nie wyłączając przedziału dla sługi wagonowego), i któreby zahamowały samoczynnie obydwie części pociągu, w razie jego rozerwania. Na samym tyle takiego pociągu wolno doprzęgać wagony bez hamulcy zespolonych, lecz nie ponad 16 osi, a mniej takich osi, gdy prędkość jest znaczniejsza, przy wielkiej zaś prędkości jazdy, takich wagonów wogóle doprzęgać nie wolno.

## Najmniejsza % osi hamowanych w pociągu

(oprócz hamulców parowozu i tendra), podł. P. K. g.; zaznaczyć jednak wypada, że § 157 W. T. stawia wymagania odmienne.

### 1. Na kolejach głównych.

| Pochyłość toru | | Przy prędkości jazdy $V$ km/godz., podanej w nagłówku, % osi hamowanych | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ‰ | 1 : n | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 |
| 1 | 1 : 1000 | 6 | 6 | 6 | 6 | 7 | 9 | 12 | 15 | 19 | 22 | 31 | 42 | 55 | 68 | 81 | 95 |
| 2 | 1 : 500 | 6 | 6 | 6 | 6 | 8 | 10 | 13 | 16 | 20 | 23 | 33 | 44 | 57 | 71 | 84 | 97 |
| 3 | 1 : 333 | 6 | 6 | 6 | 7 | 9 | 11 | 14 | 18 | 21 | 25 | 35 | 46 | 59 | 73 | 86 | 100 |
| 4 | 1 : 250 | 6 | 6 | 6 | 8 | 10 | 12 | 16 | 19 | 22 | 26 | 37 | 48 | 61 | 75 | 88 | . |
| 5 | 1 : 200 | 6 | 6 | 7 | 9 | 11 | 14 | 17 | 20 | 24 | 28 | 38 | 50 | 63 | 77 | (90) | . |
| 6 | 1 : 166 | 7 | 7 | 8 | 10 | 12 | 15 | 18 | 21 | 26 | 30 | 40 | 52 | 65 | 78 | . | . |
| 7 | 1 : 143 | 8 | 8 | 9 | 11 | 13 | 16 | 19 | 23 | 27 | 31 | 42 | 54 | 67 | (80) | . | . |
| 8 | 1 : 125 | 9 | 9 | 10 | 13 | 15 | 17 | 21 | 25 | 29 | 33 | 44 | 56 | 69 | (82) | . | . |
| 10 | 1 : 100 | 11 | 11 | 12 | 15 | 17 | 20 | 24 | 28 | 32 | 37 | 47 | 59 | (72) | . | . | . |
| 12 | 1 : 83 | 13 | 13 | 14 | 17 | 19 | 23 | 27 | 31 | 35 | 40 | 51 | 62 | . | . | . | . |
| 14 | 1 : 71 | 15 | 15 | 16 | 19 | 22 | 25 | 30 | 34 | 38 | 43 | 55 | (65) | . | . | . | . |
| 16 | 1 : 62 | 16 | 17 | 18 | 21 | 24 | 28 | 33 | 37 | 41 | 46 | 58 | (68) | . | . | . | . |
| 18 | 1 : 55 | 18 | 19 | 20 | 23 | 27 | 31 | 35 | 39 | 44 | 50 | (61) | . | . | . | . | . |
| 20 | 1 : 50 | 20 | 21 | 22 | 25 | 29 | 33 | 37 | 42 | 47 | 53 | (65) | . | . | . | . | . |
| 22 | 1 : 45 | 22 | 23 | 24 | 28 | 32 | 36 | 40 | 45 | 51 | 57 | . | . | . | . | . | |
| 25 | 1 : 40 | 25 | 26 | 28 | 32 | 36 | 40 | 45 | 50 | 56 | (62) | . | . | . | . | . | |

**2. Na kolejach drugorzędnych.**

| Pochyłość toru | | Przy prędkości jazdy $V$ km/godz., podanej w nagłówku, % osi hamow. | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ‰ | 1 : n | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 |
| 1 | 1 : 1000 | 6 | 6 | 6 | 7 | 9 | 12 | 14 | 17 | 21 |
| 2 | 1 : 500 | 6 | 6 | 6 | 8 | 10 | 13 | 15 | 18 | 22 |
| 3 | 1 : 333 | 6 | 6 | 7 | 9 | 11 | 14 | 16 | 19 | 23 |
| 4 | 1 : 250 | 6 | 6 | 8 | 10 | 12 | 15 | 17 | 20 | 25 |
| 5 | 1 : 200 | 6 | 7 | 9 | 11 | 14 | 16 | 18 | 22 | 27 |
| 6 | 1 : 166 | 7 | 8 | 10 | 12 | 15 | 17 | 19 | 24 | 29 |
| 7 | 1 : 143 | 8 | 9 | 11 | 13 | 16 | 18 | 21 | 25 | 31 |
| 8 | 1 : 125 | 9 | 10 | 13 | 15 | 17 | 20 | 23 | 27 | 33 |
| 10 | 1 : 100 | 10 | 12 | 15 | 17 | 20 | 23 | 27 | 31 | 37 |
| 12 | 1 : 83 | 12 | 14 | 17 | 19 | 23 | 26 | 30 | 33 | 42 |
| 14 | 1 : 71 | 14 | 16 | 19 | 22 | 25 | 29 | 34 | 39 | 46 |
| 16 | 1 : 62 | 15 | 18 | 21 | 24 | 28 | 32 | 37 | 43 | 50 |
| 18 | 1 : 55 | 17 | 20 | 23 | 27 | 31 | 35 | 40 | 47 | 54 |
| 20 | 1 : 50 | 19 | 22 | 25 | 29 | 33 | 38 | 43 | 50 | 58 |
| 22 | 1 : 45 | 21 | 24 | 28 | 32 | 36 | 41 | 46 | 54 | 62 |
| 25 | 1 : 40 | 24 | 27 | 32 | 36 | 40 | 46 | 51 | 60 | 69 |
| 30 | 1 : 33 | 29 | 33 | 38 | 43 | 48 | 54 | 60 | (70) | (79) |
| 35 | 1 : 28 | 34 | 38 | 44 | 50 | 56 | 62 | (70) | . | . |
| 40 | 1 : 25 | 39 | 44 | 50 | 56 | 64 | (70) | . | . | . |

**3. Na kolejach wązkotorowych.**

| Pochyłość toru | | Przy prędkości jazdy $V$ km/g., podanej w nagł. % osi hamow. | | |
|---|---|---|---|---|
| ‰ | 1 : n | 15 | 20 | 30 |
| 0 | 1 : ∞ | 6 | 6 | 6 |
| 2,5 | 1 : 400 | 6 | 6 | 9 |
| 5 | 1 : 200 | 6 | 7 | 12 |
| 7,5 | 1 : 133 | 8 | 10 | 15 |
| 10 | 1 : 100 | 10 | 13 | 18 |
| 12,5 | 1 : 80 | 13 | 15 | 21 |
| 15 | 1 : 67 | 15 | 18 | 24 |
| 17,5 | 1 : 57 | 18 | 21 | 27 |
| 20 | 1 : 50 | 20 | 23 | 31 |
| 22,5 | 1 : 45 | 22 | 26 | 34 |
| 25 | 1 : 40 | 25 | 29 | 37 |
| 30 | 1 : 33 | 30 | 34 | 43 |
| 35 | 1 : 28 | 34 | 39 | 49 |
| 40 | 1 : 25 | 39 | 45 | 56 |

Odsetki osi hamowanych, podane dla $V = 15$ km/godz. w tabl. 3-ej, obowiązują i na zbocznicach.

Dla prędkości jazdy i pochyłości szlaku, pośrednich między podanemi w tablicy, należy brać odsetki osi hamowanych, podane dla większych prędkości i pochyłości. Miarodajną jest największa prędkość $V_{max}$ pociągu, dozwolona na danym szlaku, a za liczbę ‰ bierze się liczbę spadu lub wzniosu, wyrażonego w m na tym km szlaku, który posiada największy spad lub wznios.

Oś próżnego wagonu towarowego liczy się za pół osi, natomiast osie pustych wagonów osobowych lub tłómokowych i pocztowych liczą się w pełni. Liczbę osi hamownych w pociągach wojskowych ustala stacya wyjazdowa na zasadzie $V_{max} = 40$ km/godz. i dla pochyłości całej drogi, przebieganej przez pociąg. Liczba osi istotnie hamowanych, a więc i liczba hamulczych, zmienia się na poszczególnych częściach drogi, podług ich pochyłości, a zgodnie z przepisami. Gdy pochyłość na kolei głównej przekracza 25‰, a na drugorzędnych 40‰, odsetkę osi hamowanych ustala krajowa władza nadzorcza.

**9. Zestawianie pociągów.** Osie hamowane należy w pociągu rozmieścić możliwie równomiernie, a gdy pochyłość, obliczona podług zasady powyżej podanej, przekracza 5‰, odtylny wagon pociągu musi mieć hamulce obsługiwane. Dla kolei drugorzędnych pochyłość największa oblicza się, nie na cały km, lecz na $^1/_2$ km.

W razach wyjątkowych można do wagonu odtylnego w pociągach towarowych doprzęgać jeden wagon uszkodzony, lecz zdolny do jazdy i pusty.

Pociągi, jeżdżące z prędkością $V \geq 45$ km/godz., należy sprzęgać tak ściśle, aby się, przy postoju na torze prostym, ich przyna-

leżne zderzaki ze sobą stykały. W pociągach osobowych, o $V \geq$ 60 km/godz., wszystkie sprężyny cięgieł i zderzaków powinny już być do pewnego stopnia naprężone w czasie postoju.

W pociągach osobowych, o $V > 50$ km/godz., wagon odprzedni ma być wagonem ochrończym, nie mogą w nim zatem miejsc zajmować podróżni. Przy prędkościach 40 do 50 km/godz. starczy niezajmowanie miejsc w przedziale odprzednim tego wagonu, a sposób ten uważa się za dostateczny nawet przy prędkościach od 50 do 60 km/godz., jednakże z warunkiem, aby w pociągu hamowanie było zespolone, aby liczba osi nie przekraczała 40, i aby na danym szlaku wszystkie pociągi jeździły z jednakową prędkością. Prędkości poniżej 40 km/godz. nie wymagają nawet przedziału ochrończego, a na kolejach drugorzędnych przepisy te wogóle nie obowiązują. W pociągi mieszane tuż przy zajętych wagonach osobowych nie wolno wstawiać ani wagonów, których ładunek sięga poprzez dwa lub więcej wagonów, ani takich, które mają sprzęgi ustroju niezwykłego.

Oświetlać należy zajęte wagony osobowe od chwili nastania zmroku, jako też podczas jazdy przez tunel, trwającej przynajmniej 2 min.; W. T. w § 163 określają natomiast 3 min.

**Linka ostrzegawcza** jest zbyteczna, gdy hamowanie jest zespolone, a na kolejach drugorzędnych nawet przy hamulcach zwykłych, z wyjątkiem jedynie pociągów wojskowych.

## c. Obsługa parowozu.

### Przepisy ogólne.

Bez pozwolenia osoby uprawnionej służba parowozowa nie może nikogo zabierać na parowóz (W. T. § 178).

W parowozie **na postoju**, gdy się ogień pali w palenisku, przepustnica ma być zamknięta, a nastawiak stawidłowy w położeniu środkowem, wreszcie tender zahamowany. Parowozu takiego nie wolno zostawiać bez nadzoru (W. T. § 176). **Podczas rozniecania ognia i dogrzewania** parowozu powinno być przynajmniej tyle wody w kotle, aby wytryskiwała za otwarciem najniższego kurka dozorczego, a nadto tender powinienby mieć jeszcze pewien mały zapas; wreszcie kurki na cylindrach mają być otwarte.

Użycie świstawki parowej wypada ograniczać do przypadków, w przepisach wskazanych, a również trzeba wedle możności unikać otwierania kurków na pompie, w cylindrach, oraz kurków dozorczych, gdy się parowóz znajduje obok dróg lub przejazdów ożywionych. Na kolejach drugorzędnych, jadąc przy drogach lub przez niestrzeżone przejazdy, zamiast stosowania świstawki, należy podzwaniać (W. T. § 177).

**Średnia dzionka silniczego** (maszynisty) obejmuje przejazd 140 do 250 km pociągami pospiesznymi i osobowymi, a 90 do 140 km towarowymi, lub wreszcie dwunastogodzinną pracę przerządczą. Natomiast dzionka największa dosięga przejazdu 500 km pociągami pospiesznymi, 400 km osobowymi, a 200 km towarowymi.

**Zużycie węgla** na kolejach równinnych bywa w Niemczech średnio: 10 kg/km w pociągach osobowych, a 16 kg/km w towarowych, przyczem ilokrotność odparowania bywa 5 do 7. Ilość wody wypluwanej przez smoczek i t. p. dosięga 10% ogólnej ilości **wody zużywanej**, która się znów waha od 0,06 do 0,20 $m^3$/km. **Zużycie smaru** bywa 14 do 25 kg na 1000 km jazdy.

**Rozgrzanie parowozu** zabiera przynajmniej 2 godziny czasu, a po przepłukaniu kotła, albo po dłuższej nieczynności do 4 godz.

**Przepłukiwanie kotła**, które należałoby wykonywać wodą ciepłą, zabiera zazwyczaj około 13 godzin czasu, a mianowicie 8 godzin na ochładzanie się kotła, 3 godziny na właściwe przepłukiwanie i 2 godz. dodatkowe na dogrzewanie. Na tę czynność potrzeba 8 do 15 $m^3$ wody; wypada zaś ją powtarzać w rozkresach 1 do 3 tygodniowych, a to w zależności od dobroci wody zasilającej. Za oczyszczenie parowozu płacą po 2 do 4 marek.

**Przebieg roczny** parowozu bywa 25000 do 50000 km, a całkowity przebieg **w okresie trwania** parowozu 600000 do 900000 km. W Stanach Zjedn. przez potrojenie osady parowozu pospiesznego zwiększają jego przebieg miesięczny do 24000 km, a roczny do 180000 km.

Osada parowozowa spełnia w takim razie tylko służbę parowozową. Podwojenie lub potrojenie osady parowozowej zaoszczędza kosztów. Parowóz będzie ogółem miał przebieg nie mniejszy, chociaż zniszczeje w krótkim okresie. Zmniejszamy więc nietylko ilość parowozów, niezbędną dla danego ruchu, a zatem i kapitał nakładowy i jego odsetki, lecz nadto, zastępując każdy poszczególny parowóz częściej przez nowy, mamy możność korzystania z ulepszeń, pojawiających się w ich budowie. Dlatego też i Niemcy zaczęli pod tym względem naśladować Amerykanów.

Parowóz może **przetrwać** 18 do 25 lat pracy, a to w zależności od jej natężenia, oraz od prawidłowości ustroju. W tym okresie trwania wymienia się zazwyczaj skrzynię paleniskową raz jeden, płomieniówki dwa razy, a obręcze na kołach trzy razy.

**Cały koszt na przebieg** jednego km przez parowóz liczą w Niemczech średnio 40 do 60 fenigów, z których 16 f. przypada na naprawy.

## d. Obsługa naprawni.

Cały tabor należy stale utrzymywać w takim stanie, aby każda jego jednostka mogła bezpiecznie jeździć z największą dozwoloną dla niej prędkością. W celu zaufnego, a szybkiego wykonywania wszelakich napraw i odnowień taboru, trzeba urządzić dostatnie naprawnie własne, o ile się ten cel nie da osiągnąć równo zaufanie innym sposobem.

**1. Koszt naprawy** liczą po 16 fenigów na parowozo-kilometr, a dla wagonów towarowych po 0,5 fen. na osio-kilometr.

**Odbiór i sprawdzanie parowozów.** Parowozy nowe i takie, w które wstawiono nowy kocioł, można puszczać w obieg dopiero, gdy odbiór policyjno techniczny wykaże ich zaufność.

Po każdej poważniejszej naprawie kotła, a nawet bez niej, przynajmniej w rozkresach co 3 lata należy poddać wszystkie części parowozu i tendra starannemu sprawdzoniu, a sam kocioł próbie na ciśnienie. Ów okres trzyletni liczy się od dnia puszczenia parowozu w obieg, po dokonanem sprawdzeniu.

Ciśnienie próbne przewyższa dozwoloną nadprężność pary o 5 atm, a w czasie próby należy obnażyć kocioł z jego osłony.

Nie można puszczać w obieg parowozów, które podczas próby uległy odkształceniu trwałemu, przed usunięciem takiej wadliwości i przed ponowieniem próby. W czasie próby wypada sprawdzić jednocześnie manometry i naciążenie zaworów bezpieczeństwa. Ciśnienie próbne sprawdza się manometrem oddzielnym, którego prawidłowość trzeba znów sprawdzać w stosownych (nie zbyt długich) rozkresach czasu.

Najdalej w 8 lat po puszczeniu parowozu w obieg należy sprawdzić jego kocioł wewnętrznie, po uprzedniem wyjęciu płomieniówek, a sprawdzanie takie powtarza się przynajmniej co każde 6 lat następnych.

Wyniki prób i sprawdzań zapisują się do oddzielnej księgi (W. T. § 111, 112, 113 i 120).

**Odbiór i sprawdzanie wagonów i tendrów.** Nowe wagony i tendry można puszczać w obieg dopiero, gdy sprawdzimy zanfność ich budowy. Po stosownych okresach czasu wagon podlega ponownym takim sprawdzaniom ogólnym, przy których trzeba poodejmować resory i powyjmować maźnice.

Wagony kolei drugorzędnych podlegają takim sprawdzaniom przynajmniej co 3 lata.

Na kolejach głównych wagony towarowe sprawdzają się również w ten sposób przynajmniej co 3 lata, natomiast wagony osobowe, tłómokowe, pocztowe i takie towarowe, które chodzą w pociągach osobowych, należy sprawdzać w ten sposób przynajmniej corocznie, a jeźli wagony te jeżdżą przeważnie w pociągach pospiesznych, to przynajmniej co pół roku. Jeżeli jednak wagon od ostatniego takiego sprawdzenia nie przebiegł jeszcze 30000 km, to można sprawdzenie, mające nastąpić w rozkresie półrocznym lub rocznym, odroczyć, lecz nie dalej, jak do lat trzech (W. T. § 144). Koleje pruskie dokonywują tych sprawdzań w zależności od okresu obiegu lub długości przebiegu, a mianowicie: dla wagonów pospiesznych co pół roku, względnie po przebiegu 30 do 40 tysięcy km; dla wagonów w pociągach osobowych corocznie, względnie po przebiegu 45 do 55 tysięcy km. Dogodnem będzie, pociągi, zazwyczaj nie przerządzane, sprawdzać łącznie.

## 2. Średnia ilość **robotników w naprawniach** *).

| Oznaczenie rodzaju jednostki taboru | Na jednostkę taboru obsługiwaną przez naprawnię | Na jednostkę taboru stojącą w naprawni |
|---|---|---|
| na 1 parowóz . . . . . | 1,3 do 1,8 | 7 do 13 |
| „ 1 wagon osob. lub poczt. . | 0,2 „ 0,4 | 2 „ 4 |
| „ 1 „ towar. lub tłóm. . | 0,03 „ 0,06 | 0,7 „ 1,5 |

Ilość robotników, obliczona podług danych powyższych, składa się z rzemieślników różnego zawodu, a rozdział na poszczególne rzemiosła podano w tablicy poniższej w odsetkach.

| Rodzaj rzemiosła | W naprawni parowozów | W naprawni wagonów | W naprawni części toru (zwrotnic i t. p.) |
|---|---|---|---|
| Ślusarzy . . . . . | 46 | 30 | 50 |
| Kowali i kotlarzy na żelazo . | 17 | 9 | 14 |
| Tokarzy, strugarzy i wierciarzy. | 16 | 8 | 18 |
| Blacharzy, szklarzy, lejarzy i kotlarzy na miedź . . . . | 3 | 3,5 | . |
| Malarzy i lakierników . . . | 1,5 | 11 | 2 |
| Stolarzy i więźbiarzy (stelmachów kolejowych) . . . . | do 1 | 20 | . |
| Siodlarzy, rymarzy i wyścielaczy (tapicerów) . . . . . | . | 6 | . |
| Pomocników . . . . . | 15,5 | 12,5 | 16 |
| ogółem % | 100 | 100 | 100 |

*) Eisenb. Tech. d. Gegenw., Troske, rozdział: Naprawnie; Glas. Annal. 1889 1890, rozprawy Oppermann'a.

**3.** Koleje pruskie rozróżniają pod względem ważności i obszaru wykonywanych robót:

1. naprawnie główne, na wszelakie naprawy;
2. naprawnie pomocnicze, na mniejsze naprawy i
3. naprawnie podręczne, t. j. do napraw doraźnych.

**Naprawnie główne** powinnyby leżeć możliwie środkowo względem obsługiwanej sieci kolejowej, przy jednym z jej węzłów głównych, co skraca drogi taboru, podążającego do naprawni i z niej powracającego, a co ponadto zapewnia zazwyczaj dostateczną ilość robotnika, aczkolwiek nie po najtańszej płacy. Urządzenie jednej wielkiej naprawni głównej jest bardziej celowe, niż jej rozdział na kilka pomniejszych.

§ 65 W. T. zaleca dla kolei głównych urządzenie w naprawniach **pracowni krytych** na jednoczesne pomieszczenie 25% parowozów, 10% wagonów osobowych i 3% towarowych, względnie do ogólnej liczby obsługiwanych przez daną naprawnię. Ponadto 5% ogólnej ilości wagonów powinno módz się pomieścić w obrębie ogrodzenia naprawni na torach **pod otwartem niebem**. Cyfry powyższe obliczono z zapasem, w rzeczywistości na kolejach niemieckich znajduje się jednocześnie w naprawie średnio tylko: 16 do 18% parowozów, 8 do 10% tendrów, 10% wagonów osobowych, a 4% towarowych. Na kolejach, o ruchu średnio ożywionym, liczą na każdy km kolei po 30 do 45 $m^2$ krytej powierzchni naprawni.

Układ planu naprawni powinien być taki, aby części naprawiane przechodziły przez poszczególne oddziały, przebywając drogi możliwie jak najkrótsze, a jednocześnie i taki, aby w przyszłości można było powiększać poszczególne oddziały bez trudności.

W naprawniach głównych bywają zazwyczaj oddziały następujące: parowoziarnia, tokarnia (t j. pracownia tokarska), kolarnia, (naprawiająca zestawy kół), kuźnia, kotlarnia na żelazo, naprawnia płomieniówek, blacharnia, oszkliniarnia, kotlarnia na miedź, odlewnia mosiądzu (nieraz i żeliwnia, t. j. odlewnia żeliwa), wagoniarnia, sprawdzalnia wagonów, obrabiarnia drzewa, narzędnia, siodlarnia i wyścielarnia, lakiernia, naprawnia zwrotnic, naprawnia sygnałów i urządzeń mechanicznych, parzelnia maźnic, warzelnia pokostu. Ponadto: składy główne, składownie na drzewo, silnia (t. j. budynek na kotłownię i silnicznię), zarządnia, szopa na sikwy, odźwiernia, waga podtorowa, jadalnia dla robotników, ustępy, łazienki i t. p. Gdy tabor jest bardzo liczny, może się zalecać zupełny rozdział naprawni parowozowej od wagonowej.

Ważniejsze odmiany **układów planu.**

1. Zupełny rozdział na poszczególne budynki: Dwa wielkie budynki prostokątne na parowoziarnię i wagoniarnię; natomiast na kuźnię, kotlarnię, tokarnię, obrabiarnię drzewa i t. d. oddzielne budynki. Zalety: największa łatwość powiększenia całej naprawni, jakoteż poszczególnych jej oddziałów; bezpieczeństwo od rozniesienia pożaru na całość naprawni. Wady: kosztowność przewozu części naprawianych z oddziału do oddziału; brak przejrzy-

stości i trudność nadzoru; niezbędność rozstawiania silników po oddziałach.

2. Układ podkowiasty ⊔: Dwa budynki symetryczne, przeznaczone na naprawę parowozów, względnie wagonów, łączą się budynkiem poprzecznym, zawierającym tokarnie i t. d. Zalety: celowy rozdział obydwóch oddziałów głównych; łatwość powiększania, przejrzystość i dogodny nadzór. Wady: znaczny koszt budowy i ogrzewania z powodu wielkiej powierzchni ścian zewnętrznych.

3. Układ rusztowaty: Wielki gmach prostokątny w planie, z szeregiem dziedzińców wewnętrznych, przeznaczonych na składy zestawów kół. Zalety: dobre połączenia i krótkość drogi przebywanej przez części naprawiane; dobra przejrzystość i łatwy nadzór. Wady: trudność powiększania poszczególnych oddziałów; niedostępność dziedzińców wewnętrznych w razie pożaru.

4. Układ nierozczłonkowany: Cała naprawnia mieści się w jednym wielkim budynku prostokątnym, bez ścian między głównymi oddziałami, jedynie kuźnia, obrabiarnia drzewa, siodlarnia, lakiernia, kreślarnie, biura i t p. odgradzają się ścianami wewnętrznemi. Zalety: mała ilość wrót i drzwi, a więc łatwość ogrzania; najmniejszy koszt na jednostkę przestrzeni obudowanej; największa przejrzystość i najłatwiejszy nadzór; dogodność powiększania naprawni. Wady: niebezpieczeństwo spłonięcia całej naprawni w razie pożaru.

Poszczególne oddziały naprawni są przeważnie bez piętr, z oknami w dachu. Na piętrze można conajwyżej pomieszczać pracownie na części lżejsze, jako to: tokarnię na drobne przedmioty, wyścielarnię, siodlarnię i t p. Dostatnie oświetlenie dzienne jest niezbędne dla wszystkich oddziałów.

Naprawnie **ogrzewają się** przeważnie parą, rzadziej powietrzem gorącem lub piecami (z paleniskami). Zalety ogrzewania parowego: szybkie zagrzanie, bezpieczeństwo od pożaru, niewydzielanie pyłu, małe koszta utrzymania i mała obsługa. W Stanach Zjedn. stosują często ogrzewanie powietrzem, wtłaczanem przez nawietrzniki, a nagrzewanem w parowych nagrzewnicach (kaloryferach) z rur gładkich. Zwykłe ogrzewanie parą odlotową zaleca się przedewszystkiem w mniejszych naprawniach; we większych, z powodu długości przewodów i związanych z nią znacznych oporów ruchu pary, wypada powiększyć sztucznie różnicę prężności, w celu przezwyciężenia tych oporów. W tym celu można: albo na początku przewodu dodawać pary świeżej o większej prężności, przez dyszę strumienicy parowej (smoczka), która ssie parę odlotową i wpycha ją do przewodu ogrzewczego, albo też naodwrót ssać pompą wodę i powietrze (przenikające do systemu) z końca przewodów odwadniających, albo wreszcie można obydwa te sposoby zastosować łącznie (np. ogrzewanie naprawni w Żbikowie kol. Warsz.-Wied.).

Najlepszem **oświetleniem** jest elektryczne, a w jego braku gazowe, zwłaszcza palnikami żarowymi, które jednak nie znoszą wstrząśnień.

**Wodociągi**. Na zewnątrz. w odstępie około 25 m od ścian budynków, stawiamy szeregi hydrantów przeciwpożarnych, śród budynków układamy rury wodociągowe bądź to wzdłuż ścian, bądź też w poprzek popod torami, stawiając po jednym hydrancie na każde dwa tory. W celu ich ochrony od zamarzania i od wstrząśnień, przewody wodociągowe powinnyby leżeć na głębokości 1,3 do 1,5 m poniżej wierzchu szyn, a w krajach o klimacie mroźnym, jeszcze głębiej. O naporze wody p. str. 340

Nie mniej ważnem jest prawidłowe **odwodnienie**. Zazwyczaj układają co drugą nawę po jednym kanale dostępnym, 0,6 m szerokim, a 1,4 m wysokim, do którego wprowadzają się ścieki od hydrantów i podłazów śródtorowych. Naprawnie należy też zaopatrywać w **urządzenia przeciwpożarne**, a we wielkich naprawniach zaleca się utrzymywanie stałej straży pożarnej.

**Posadzka** w tokarniach bywa drewniana, przynajmniej pod stanowiskami robotników, a natenczas z bali lub kostek, pozatem może być z płyt kamiennych, cementowa lub asfaltowa; w miejscach, wystawionych na większe naciski, lepiej kłaść podłogę z bali lub posadzkę z kostek drewnianych. W pracowniach, w których pracują ogniem. lepszem będzie klepisko z gliny z domieszką młotowin, albo też bruk z kamieni przykrzesanych. Gdzie rozlewają wiele wody na posadzkę, np. w lakierniach, najwłaściwszym będzie asfalt, a przynajmniej płyty kamienne lub bruk z cegły (p. też str. 347).

**Parowoziarnia**. Pod każdem stanowiskiem powiniem być podłaz; odstęp zaś między czołem stanowiska a ścianą 3,5 do 5 m, na ustawienie stołów roboczych, a nawet na przeprowadzenie kolejki. O długości stanowiska i podłaza p. str. 344 i 345. Międzyosiowy odstęp stanowisk 5,5 do 7 m.

Wznios poduszek wiązarowych ponad w. szyn 6 m, a w nawach na suwnice dźwigarkowe 2 m więcej; przy wymianie zestawów kół z pod parowozu, trzeba go, wraz z kominem, podnosić o ∞ 1,6 m.

Na każde stanowisko parowozowe liczą po 4 **imadła**, przytwierdzone do stołów roboczych, 0,8 m szerokich i wysokich.

Do poddźwigiwania parowozów służą **dźwigniki bliźniacze** (p. T. I str. 675), a do wymiany poszczególnych zestawow kół urządzamy kanał poprzeczny względem stanowisk, 2,7 m głęboki, a 2,3 m szeroki, w który opuszcza się zestaw na małym dźwigu, przesuwnym po torze owego kanału.

Parowozy wprowadzamy do naprawni na przesuwnicach (p. str. 326), a zestawy kół oddzielnemi małemi przesuwnicami bezdołowemi *). Stanowiska na **tendry** oddzielne mają takie same urządzenie jak na parowozy, lecz długość tylko 7 do 7,5 m.

**Wagoniarnia** służy prawie zawsze i do spawdzania wagonów. Budynek prostokątny dzieli się na dwie części symetryczne nawą przesuwnicową. Długość przesuwnicy 8 do 9 m, a stanowiska bywają na 2 do 3 wagony za sobą (p. też wagonownie na str. 347). Wszystkie stanowiska pod wagony osobowe mają podłazy, a pod

*) Org. f. Fortsch. d. Eisenb. Wes. 1885 str. 273

towarowe tylko połowa stanowisk (p. str. 344). Odstęp między osiami stanowisk bywa 5,3 do 5,5 m, a wznios poduszek wiązarowych ponad w. sz. 5,6 m.

**Tokarnię** dzieli zazwyczaj na dwie części tor pod zestawy kół; po obu jego stronach ustawiamy obrabiarki, rozmieszczając z nich większe możliwie bliżej silnika, jednak z uwzględnieniem tego, aby przedmioty obrabiane przebywały jak najkrótsze drogi, a przedewszystkiem aby uniknęły dróg wstecznych. Powierzchnia $F$ tokarni bywa o 25% większa niż przynależnej kuźni, albo można ją też określić z wzorów poniższych:

$$F = 3{,}6\,L + 2{,}0\,W \text{ (podług Oppermann'a),}$$
$$F = 2{,}9\,L + 2{,}2\,W \text{ (podług Troske'go),}$$

w których $L$ oznacza ilość robotników parowoziarni, a $W$ wagoniarni *).

**Kolarnia** powinna być blizko tokarni, lecz z powodu swej hałaśliwości należycie od niej odgrodzona.

W **kuźni** liczą na każde ognisko, łącznie z miejscem pod młoty parowe i pod piece na resory, po 40 do 60 m². Kuźnie wypada budować wysokie i przestronne, a więc wysokość do poduszki wiązarowej bywa 5 do 7,5 m.

**Kotlarnia na miedź** łączy się często **z odlewnią mosiądzu**, w której znów liczą po 60 do 75 m² na każdy tyglak (piec do tygli).

**Żeliwni** (odlewni żeliwa) często nie budują wcale w naprawniach kolejowych; przy wytwórczości około 5000 kg odlewu dziennie, wymagałaby ona jednak około 400 m² powierzchni.

W **obrabiarni drzewa** stawiają na każdego stolarza i więźbiarza (stelmacha kolejowego) oddzielny stół roboczy, o rozmiarach średnio 2,5 m · 1,1 m, oprócz tego obrabiarki drzewa. W pracowniach tych wały pędniane leżą przeważnie w kanałach pod posadzką, a wióry i trociny usuwamy wywietrznikami. Pożądanem jest oświetlenie elektryczne.

**Siodlarnia i wyścielarnia** w budynkach piętrowych mieści się na piętrze.

**Lakiernia** ma być możliwie bezpylna, wymaga zatem szczelnego odgrodzenia, nadto dobrego oświetlenia i silniejszego, a równomiernego ogrzewania. Przestrzeń jej powinna starczyć na jednoczesne pomieszczenie: 1,4% parowozów, 2,5% wagonów osobowych i 0,33% towarowych, obsługiwanych przez daną naprawnię.

**Naprawnię części torowych**, przeważnie zwrotnic, budujemy czasami przy naprawniach ogólnych, częściej jednak pomijamy ją zupełnie.

**Składy** powinny się znajdować możliwie blizko miejsc zapotrzebowania. Dlatego też, oprócz składowni głównej, budują składownię na drzewo w blizkości obrabiarni drzewa, a składownię żelaza przy kuźni. Średnio liczą na każdego robotnika naprawni po 1 do 1,5 m² powierzchni składu w składowni, oraz po 3 do 6 m² składu pod

*) Bliższe dane o niezbędnej przestrzeni poszczególnych oddziałów p. Glas. Ann. 1880 rozprawa Oppermann'a; Eisb. Tech. d. Gegenw. rozdział o naprawniach str. 759 i n.

otwartem niebem. Składownię na drzewo należy budować możliwie przewiewnie, stawiając ją ze względów przeciwpożarnych, długością w poprzek kierunku wiatrów przeważnie panujących i rozgradzając ją grodziżarami (brandmurami) na mniejsze składy. Oleje, smary i tłuszcze w ogóle mieszczą się ponajczęściej w piwnicach składowni, nafta zaś bądź to w oddzielnej składowni niepalnej, bądź też w zbiornikach pod otwartem niebem, lecz natenczas w dziedzińcu zupełnie odgrodzonym.

**Kotłownia** stawia się możliwie blizko środka ciężkości zużycia pary, z należytem uwzględnieniem głównego silnika, który stoi zazwyczaj w tokarni. Średnio liczą po 0,8 do 1 *M* na każdą obrabiarkę.

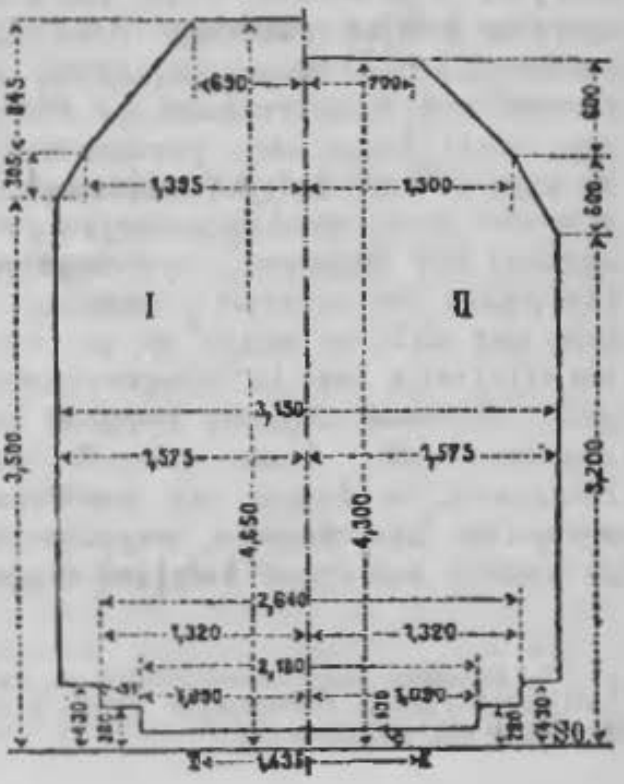
**Urządzenia zdrowotne**. W każdym oddziale trzeba urządzać umywalnie i szatnię, a jadalnię poza obrębem naprawni. Na każdych 25 robotników liczy się 1 siad w ustępach. Niezbędne są łazienki; pokój dla robotników zasłabłych lub pokaleczonych, wraz z noszami i skrzynką z opatrunkami mieści się zazwyczaj w pobliżu odźwierni. Gdy naprawnie stoją poza miastem, wypada zbudować domy mieszkalne dla robotników.

**Zarządnia** (budynek zarządu) stawia się zazwyczaj niedaleko od wejścia głównego do naprawni, a łączy nieraz z mieszkaniami dla urzędników.

### e. Obrysia ładunkowe (p. str. 337).

Na **kolejach średniotorowych**, należących do Związku kol. niem., rozmiary poprzeczne ładunków należy obowiązkowo przystosowywać do obrysi ładunkowych, ogłoszonych przez Związek w spisie obrysi ładunkowych, z czerwca r. 1898.

Rys. 1024.




**Obrysie ładunkowe I**, przedstawione po lewej stronie rysunku 1024, obowiązuje na wszystkich kolejach średniotorowych, należących do Związku, a więc i na kolejach galicyjskich, oraz na kol. warsz.-wiedeńskiej. Wyjątek stanowią trakty poniżej wymienione, na których obowiązuje niższe obrysie ładunkowe II, przedstawione po prawej stronie tegoż rysunku. To samo obrysie I dotyczy kolei Orientalnej i duńskich, jednakże z pewnymi wyjątkami.

**Obrysie ładunkowe II**, przedstawione po prawej stronie rys. 1024, obowiązuje na kolejach: Luksemburg - Ulflingen, Alten-

glan-Kusel, Mühldorf-Burghausen, Lam-Kötzing, na kilku traktach Zarządu pruskich kol. państw. we Frankfurcie, Aussig-Aussig Przystań, Bozen-Meran, na kolei Nadkremżańskiej (Kremstalbahn), na trakcie Bockeloo-Enschede kolei holenderskiej, na kolei Prinz Heinrichbahn, Chimaybahn, na kilku traktach dawniejszej kolei „Grand-Central-Belge", jakoteż na kilku traktach kol. rumuńskich, na kilku kolejach duńskich, na wszystkich szwajcarskich, bułgarskich, a za uprzedniem porozumieniem się, można wysyłać ładunki tego obrysia i na koleje szwedzkie.

Na nienależących do Związku kolejach francuskich, belgijskich, włoskich, szwedzkich i norwegskich obowiązuje kilka innych, przeważnie mniejszych obrysi ładunkowych *).

**Na drugorzędnych kolejach** niemieckich należących do Związku, obowiązuje § 39 Z. K. d.

Na kolejach drugorzędnych, na które przechodzi tabor kolei głównej, obowiązuje też obrysie ładunkowe kolei głównych. Koleje miejscowe, na które obcy tabor nieprzechodzi, mają swe własne obrysia ładunkowe, przystosowane do obrysi torowych p. str. 228.

## IV. KOLEJKI LINOWE.

Torem tych kolejek jest lina, **nośnicą** zwana, podparta w pewnych znaczniejszych odstępach poduszkami lub krążkami, leżąca zazwyczaj wysoko ponad ziemią, a zwisająca między podporami pod wpływem ciężaru własnego i wózków. Linowy ten tor może być stały, t. j. stale wsparty na poduszkach nieruchomych lub wahliwych, a natenczas wózki toczą się **po** tej linie i kolejkę taką nazywamy **kolejką polinową.** Albo też na odwrót sam tor może być ruchomy, t. j. o ruchu okrężnym, a natenczas podpieramy go nie poduszkami, lecz krążkami, po których toczy się lina, a **na** niej wiszą wózki doczepiane, poruszające się wraz z liną, i dlatego kolejkę taką zwiemy **kolejką nalinową.** Gdy sama nośnica krąży, a przyczepione do niej wózki poruszają się wraz z nią, niepotrzebujemy już oddzielnej liny ciągnącej, czyli **ciągnicy**, ponieważ sama nośnica w tym przypadku jest zarazem i ciągnicą. Inaczej ma się rzecz, gdy nośnica jest stała, a wózki się po niej toczą: natenczas, o ile wózki nie otrzymają napędu innego rodzaju, np. elektrycznego, potrzebujemy oddzielnej ciągnicy krążącej lub o ruchu nawrotowym, któraby ciągnęła wózki. Mamy zatem w pierwszym przypadku kolejkę jednolinową, w drugim zaś dwulinową. Jedną liną, lecz działającą wyłącznie jako ciągnica, napędzamy i koleje o torze zwykłym, które zwiemy natenczas **kolejami ciągnicowemi.** Ciągnica takich kolei

*) Dokładne dane znaleść można na wydanej przez E. Winkler'a mapie traktów kolejowych i obrysi ładunkowych Europy środkowej (die Vereinigte Routen- u. Lademasskarte von Mitteleuropa).

może posiadać ruch okrężny, albo też ruch nawrotowy. W pierwszym przypadku otrzymamy **kolej o ciągnicy okrężnej,** do której doczepiają się (lub odczepiają od niej) poszczególne wagony lub pociągi. W drugim przypadku będą to prawie wyłącznie **koleje powrozowe** (funiculaire), t. j. pochylnie o torze zwykłym, po którym chodzą dwa tylko pociągi lub wózki, uwiązane do końcy powroza, stanowiącego ciągnicę, a opasującego przynajmniej pół obwodu górnego krążka, który znosi siły ciągnące obydwu toków powroza. Na krążku tym równoważą się poczęści siły ciągnące obydwu toków powroza, i przeważnie tylko różnica tych sił napędza cały układ, nadmiar jej zaś znosimy w miarę potrzeby przez hamowanie. Jeżeli torem takiej pochylni powrozowej będzie nośnica, t. j. lina lub drut, otrzymamy **powrozową pochylnię połinową** wzgl. **podrutową.**

## A. Liny (p. T. I str. 520 i 743).

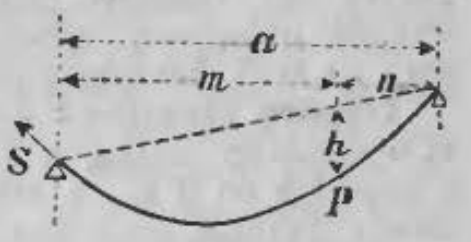
Na **ciągnice** stosujemy prawie wyłącznie liny z drutów lano-stalowych, o 6-u pasmach spółzwitych na jednej duszy konopnej, co zwiększa giętkość liny, tak pożądaną dla ciągnic. Wytrzymałość drutów bywa $K_z = 12000$ do 18000 kg/cm², a liny takie obciążamy z zachowaniem 8 do 12-krotnego bezpieczeństwa.

**W nośnicach stałych** pożądaną jest pewna sztywność i dlatego stosujemy na nie przeważnie liny skrętkowe, śrubowato usłojone, wreszcie zadrutowane, t. j. z osłoną z drutów kształtowych. Wytrzymałość drutów bywa $K_z = 6000$ do 14500 kg/cm², a obciążamy liny takie z zachowaniem 4,5 do 8, zazwyczaj zaś 6-krotnego bezpieczeństwa.

Nośnice okrężne, które są zatem jednocześnie i ciągnicami, powinny być giętkie, aby się z łatwością zginały na krążkach odwodzących, podpierających i t. p.

Liny okrężne, tak ciągnice jak i nośnice, muszą posiadać możliwie gładkie i nie pogrubione złącza między poszczególnymi kawałkami, z jakich się lina składa. A że, ze względu na ich giętkość, stosujemy na nie przeważnie liny pasmowe, więc złączenia dokonywamy zazwyczaj przez wplatanie pasm końca jednej liny między pasma końca drugiej, nadając takiemu **splotowi** długość około 2,5 m.

Rys. 1025.




Końce poszczególnych kawałków nośnic stałych łączymy zazwyczaj za pomocą swoistych łączników, np. składających się z dwóch nasówek stożkowatych. Przez każdą nasówkę przesuwamy z węższej jej strony koniec liny, rozplatamy druty tego końca, zaginamy je o 180°, przez co sam koniec liny pogrubia się znacznie, tak że. po cofnięciu liny, oprze się on obwodem o stożkowate ścianki nasówki. Dla utrwalenia złącza zalewamy metalem białym ów rozszerzony koniec liny, objęty nasówką, poczem łączymy szersze końce obydwóch nasówek,

zaopatrzone w gwint wewnętrzny (w jednej prawo- w drugiej lewozwity), wkręcając w nie spólny złącznik gwintowany *).

**Zwis** $h$ nośnicy (rys. 1025), w dowolnym punkcie, oznaczamy podług wzorów przybliżonych, t. j. w założeniu, że oś liny zwiesza się, nie podług krzywej łańcuchowej (p. T. I str. 117), lecz podług paraboli. Oznaczywszy przez:

$a$ poziomą odległość podpór sąsiednich, w m,
$m$, wzgl. $n$ odległość poziomą punktu $P$ od tychże podpór, w m,
$P$ ciężar działający w punkcie $P$, w kg.
$S$ siłę rozciągającą w linie, w kg,
$q$ wagę własną liny w kg/mb.,

otrzymamy wzór **) na zwis $h$ w m:

$$h = \frac{mn}{a}\frac{P}{S}; \text{ a więc w połowie rozpiętości } h_s = \frac{a}{4}\frac{P}{S}.$$

Gdy lina jest nieobciążona podstawiamy:

$$P = \frac{aq}{2}, \text{ a natenczas } h = \frac{mnq}{2S}; \text{ więc w pośrodku: } h_s = \frac{a^2 q}{8S}.$$

Jeżeli w danem przęśle znajduje się kilka wózków, a wynikające z nich obciążenie w punkcie $P$ nazwiemy $P_1$, i podstawimy:

$$P = \frac{aq}{2} + P_1, \text{ to } h = \frac{mn}{a}\frac{{}^1/_2 aq + P_1}{S};$$

$$\text{czyli w pośrodku } h_s = \frac{a}{4}\frac{{}^1/_2 aq + P_1}{S}.$$

Nośnicę podpieramy w odstępach, równających się 0,7 do 0,9 odstępu międzywózkowego, tak aby na każdem przęśle znajdował się jednocześnie tylko jeden wózek. Przy przekraczaniu doliny, by uniknąć nadmiernie wysokich słupów podpierających, układamy często nośnicę w ten sposób, że punkty ją podpierające przystosowują się (co do swego wzniosu) wedle możności do terenu, przyczem i druga stacya końcowa leży wyżej niż najniższe punkty pośrednie, podpierające nośnicę. Aby w takim razie nośnica nie unosiła się z poduszek lub krążków podporczych na częściach mniej pochyłych, wskutek obciążenia części pozostałych, należy stawiać gęściej podpory na tych, bardziej pochyłych częściach szlaku.

**Ciągnice** napędzamy krążkami lub kołami linowemi, których rowki wykładamy skórą, a których średnice powinny być dostatnie, a więc 1,5 do 3 m, w zależności od średnicy drutów, z jakich się składa ciągnica, przyczem średnicę krążka napędnego należy przystosować i do odstępu między obydwoma tokami ciągnicy na szlaku.

Jeżeli spółczynnik tarcia ciągnicy w rowku krążka jest $\mu = 0{,}17$, a siłę ciągnącą w jej toku, nabiegającym na krążek napędny, oznaczymy przez $S$ w kg, prędkość zaś, z jaką krąży, przez $c$ w m/sek.,

*) O złączach linowych p. Zeitsch. d. Ver. d. Ing. 1902 str. 15 i str. 1771.
**) Wzory te, zaczerpnięte z 18-go wydania Podręcznika niemieckiego „Hütte", podajemy powyżej, jednak z zastrzeżeniem małej ich przydatności.

to moc, którą krążek przenosi na linę, będzie (p. T. I str. 470): gdy ciągnica opasuje pół obwodu krążka:

$$N \infty \frac{5{,}5}{1000} Sr\,MK,$$

a gdy ciągnica opasuje półtora obwodu:

$$N \infty \frac{10{,}25}{1000} Sr\,MK.$$

Opasanie półtoraobwodowe możemy otrzymać przez opasanie na samym krążku napędnym połowy jego obwodu, oraz przez dodanie oddzielnego, zupełnie opasanego krążka spółnapędnego.

## B. Kolejki nalinowe, t. j. o nośnicy krążącej.

Wózki spoczywają na nośnicy krążącej i poruszają się wraz z nią. Nośnica okrężna, zazwyczaj z liny pasmowej, krąży, wsparta na krążkach podporczych, i zabiera ze sobą wózki, do niej doczepiane na jednej stacyi, a odczepiane na drugiej. Nośnica wprzęga się do wózka za pośrednictwem swoistych przyrządów, **wprzęgłami** zwanych, u których zawieszają się wózki na wieszakach. W ustroju Hodgson'a wprzęgło spoczywa żłobkiem na nośnicy i przyczepia się do niej tarciem, które zwiększają, wykładając ów żłobek drzewem, albo lepiej kauczukiem; w ustroju Roe'go wprzęgło posiada dwa pazury stalowe, wgłębiające się w pasma liny, a zapobiegające ślizganiu. Lepszym jednak będzie ustrój przykleszczający się samoczynnie do nośnicy, np. *) dwa wałki, mimośrodkowo czopami w swych łożyskach spoczywające, wspierają się bokami na nośnicy, pokręcają się zatem pod wpływem ciężaru wózka, wiszącego u ich oprawy. Skutkiem tego pokręcania i mimośrodkowości czopów, wałki zaklesczają linę między siebie, i to tem silniej, im większem jest ich obciążenie przez wózek. Pokręty obydwóch wałków powinny być jednakowe, co łatwo zapewnić przez skojarzenie ich czopów za pośrednictwem wycinków kół zębatych, które zarazem ograniczają wielkość możliwego pokrętu. Oprawa wałków jest i ostoją wozaka, którego kółka na stacyach wjeżdżają na podwieszone tory szynowe, wznoszące się powoli względnie do poziomu nośnicy. Skutkiem tego kółka te przejmują na siebie ciężar wózka, odciążają zatem owe wałki, które, unosząc się z nośnicy, pokręcają się z powrotem w położenie początkowe i uwalniają nośnicę ze swego objęcia. Przy zjeżdżaniu z toru szynowego na nośnicę, wózki przykleszczają się do niej podobnież samoczynnie swemi wprzęgłami.

Odstęp między obydwoma tokami na szlaku bywa 1,75 do 2,25 średnio 2 m, a sposób napędzania nośnicy nie różni się zasadniczo od stosowanego do napędzania ciągnic na kolejkach o nośnicach stałych.

**1. Ustrój Hodgson'a** ma wprzęgła, zabierane przez nośnicę wyłącznie tylko skutkiem tarcia (p. powyżej), co ogranicza pochyłości

*) Czasopismo Techniczne (lwowskie) 1906 Nr. 8.

toków nośnicy warunkiem, aby się wózki po niej nie ześlizgiwały. Pochyłość ta nie powinna przekraczać stosunku 1 : 7. Znaczny odstęp między krążkami podpórczymi, zwiększając zwis nośnicy, zwiększałby i jej pochyłość skrajną, dlatego też odstępy te nie przekraczają zazwyczaj 60 m, chociaż dosięgają nieraz, w sprzyjających okolicznościach i 150 m. Waga własna wózka bywa około 50 kg, jego ładunek 100 do 150 kg, prędkość przewozu 4 m/sek. Ustrój ten posiada zdolność przewozową nie przekraczającą 15 t/godz.

Jeżeli oznaczymy przez:

$L$ długość szlaku, t. j. jednego toku, w m,
$n$ ilość wózków na każdym z toków nośnicy,
$p$ wagę własną jednego wózka, w kg,
$P$ ładunek wózka, w kg (liczymy wózki na jednym toku z ładunkiem, na drugim próżne),
$q$ wagę własną nośnicy, w kg/m,
$v$ prędkość krążenia nośnicy, w m/sek.,
$h$ wznios jednej stacyi krańcowej ponad drugą, w m,
$Q$ wagę ładunków przewożonych, w t/godz.,

to otrzymamy niezbędną moc napędną $N$, ze wzoru:

$$N \infty \frac{6v}{10000}\left[qL + n\left(p + \frac{P}{2}\right)\right] \pm \frac{Qh}{270} + 0{,}5 \text{ do } 1{,}5\ \mathit{MK}, \text{ a}$$

$$n = \frac{QL}{3{,}6\,Pv}.$$

Znak odjemny przed $Q$ należy wprowadzić, gdy przewóz ładunku odbywa się z góry w dół, a jeżeli natenczas $N$ będzie odjemne, to nośnica krąży bez napędu dodatkowego, pod wpływem siły ciężkości ładunków, nadmiar zaś mocy wypada natenczas znosić hamowaniem w górnej stacyi.

Do obliczenia sił, działających w obydwu tokach liny, można posiłkować się wzorami, podanymi dla ciągnic (str. 449), jednakże z odmienną wartością spółczynnika tarcia, a mianowicie:

$$\mu = 0{,}022 \text{ do } 0{,}03.$$

**2. Ustrój Roe'go.** Ponieważ wprzęgło wpina się w pasma nośnicy pazurami, niema więc obawy poślizgiwania się wózków po niej, nawet na znaczniejszych pochyłościach; ustrój ten nadaje się zatem i do szlaków bardziej pochyłych, t. j. do pochyłości do 1 : 2,5. Nośnicę podpieramy ponad każdą podporą zazwyczaj nie jednym krążkiem, spoczywającym w łożyskach stałych, lecz tok pod wózki próżne dwoma, a tok pod wózki pełne czterema krążkami, których łożyska spoczywają parami na spólnej oprawie, wahliwej około osi poziomej, poprzecznej do kierunku toku. Nośnica przechodzi kolejno z krążka na krążek, a wszystkie krążki jednej podpory leżą w pionowej płaszczyznie toku, lecz nie koniecznie w jednakowym poziomie. Gdy przy podporze mamy tylko dwa krążki (po jednym w każdym końcu oprawy), natenczas oprawa waha się około osi poprzecznej, która spoczywa w łożyskach stałych, wspierających się bezpośrednio na podporze. Podczas wahania oprawy jeden

z krążków wznosi się ponad poziom drugiego, lub opada poniżej tego poziomu. Natomiast jeżeli stosujemy cztery krążki przy każdej podporze, to każdą parę krążków (po tej samej stronie od środka podpory) układamy na podobnej oprawie wahliwej, lecz osie wahania tych opraw spoczywają w łożyskach, mieszczących się na końcach ramion wahliwej dźwigni dwuramiennej, której oś pozioma spoczywa dopiero w łożyskach stałych, wspierających się na podporze.

Rozpiętości między podporami bywają zazwyczaj około 100 m, przekraczają jednak niekiedy nawet 600 m. Prędkość krążenia $v$ zależy od wielkości ładunku $P$ poszczególnego wózka i

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| dla $P=$ | 100 do | 150, | 200, | 350, | 500 kg |
| bywa $v=$ | 4 | | 3 | 1,5 | 1 m/sek, |

przyczem zdolność przewozowa dosięga 50 t/godz.

Stosując oznaczenia podane powyżej pod **1.** i oznaczając stosunek $h:L$ przez $\operatorname{tg} q$, określamy niezbędną moc napędu wzorem:

$$N \infty \frac{QL}{270}\left[0{,}12\,\frac{qc}{Q}\cos\varphi + \frac{1}{30}\left(\frac{1}{2}+\frac{p}{P}\right)\cos\varphi \pm \sin\varphi\right] + 1 \text{ do } 3\,Mk,$$

w którym znów znak — przed $\sin\varphi$ jest ważny dla przewozu ładunków z góry w dół, a gdy natenczas moc obliczona staje się odjemną, należy ją znosić hamowaniem na stacyi górnej. Jeżeli szlak posiada rozmaite pochyłości, to dla każdej takiej części należy oddzielnie obliczyć we wzorze powyższym wyrazy, zależne od pochyłości $\varphi$, uwzględniając ich dodatność lub odjemność. Podpory pod załomami pochyłości znoszą obciążenia większe, a opory stąd wynikające uwzględniamy, nadając stałemu wyrazowi końcowemu wzoru powyższego większą z podanych wartości. Gdy pochyłości są na ogół niewielkie, można, bez znacznego uchybienia, liczyć $\cos\varphi = 1$, a $\sin\varphi = h:L$.

Siły rozciągające w nośnicy obliczamy podług wzorów, podanych dla ciągnic w tablicy na str. 449, nadając jednak spółczynnikowi tarcia $\mu$ wartość odmienną, a mianowicie $\mu = 0{,}017$.

Na stacyach końcowych wózki wbiegają na tory z szyn podwieszonych. Jeżeli szlak ma załom w planie, to na takim załomie urządzamy stacyę pośrednią czyli **załomową**, na której odchylamy kierunek nośnicy za pośrednictwem jednego lub kilku krążków odwodzących, 1,5 do 3 m średnicy. Wózki wbiegają z nośnicy na tor objazdowy (szynę podwieszoną), po którym robotnicy przeprowadzają owe wózki przez taką stacyę załomową.

**3. Ustrój Courjon'a** posiada małą zdolność przewozową, bo zaledwie 6 t/godz. Wózki są stale przyczepione do nośnicy, tak że trzeba je i ładować i wyładowywać podczas biegu, co zmusza do stosowania nieznacznych prędkości krążenia, zazwyczaj 0,8 m/sek., a w każdym razie nie ponad 1,1 m/sek. Dla dogodniejszego ładowania i wyładowania wózków w biegu, ładunki przewożą się przeważnie w workach lub belach, a waga ich nie przekracza zazwyczaj 50 kg. Stosując swoiste urządzenia do ładowania ciał sypkich we wózki podczas ich biegu, a wywrotne pudła wózków dla wy-

sypywania ładunku, możnaby ustrój ten przystosować do większych prędkości krążenia, a więc zwiększyć i jego zdolność przewozową. W obec stałego połączenia między wózkiem a nośnicą krążącą, podpieraną zazwyczaj w odstępach podobnych jak w ustroju **2**, lecz tylko jednym krążkiem na każdej podporze, możemy, w. razie potrzeby, zapobiedz unoszeniu się nośnicy z krążka podpórczego przez dodanie nad nią krążka dociskowego. Skutkiem tego znów łatwo przezwyciężać nawet bardzo znaczne załomy pochyłości; ustrój ten możemy zatem z wielką łatwością przystosowywać nawet do bardzo znacznych nierówności terenu. Krążek napędny, względnie hamujący, mieści się najdogodniej na stacyi górnej, krążek wyprężczy zaś na dolnej. Moc niezbędna do napędu, oraz siły rozciągające nośnicę, obliczamy w sposób podany powyżej pod **2**.

## C. Kolejki poliuowe, t. j. o nośnicy stałej.

**1. Kolejki jednotorowe** stosują się tylko na małe oddalenia, gdy chodzi o przewóz nieznacznej ilości większych ciężarów, które, przyczepione do ciągnicy, poruszają się w dół przeważnie pod wpływem siły ciężkości, z prędkością $v_1 = 4$ do 6 m/sek. Natomiast wózki próżne podciągamy z powrotem w górę, napędzając ciągnicę silnikiem, z prędkością $v_2 = 1{,}5$ m/sek. Ciągnicę hamujemy i napędzamy zazwyczaj na stacyi górnej, a krążek wyprężczy pomieszczamy na stacyi dolnej; układ odwrotny znajduje wyjątkowe tylko zastosowanie.

Zdolność przewozową możemy powiększyć, puszczając w dół po kilka wózków za sobą, w mniejszych odstępach, a podciągając je łącznie z powrotem. Gdy kolejkę taką ozyskujemy jednym tylko wózkiem, najdogodniej będzie zczepić go na stałe z ciągnicą.

Zdolność przewozową, t. j. wagę ładunku na godzinę określamy wzorem:

$$Q \sim (0{,}7 \text{ do } 0{,}8)\,\frac{3{,}6\,P}{L\left(\frac{1}{v_1}+\frac{1}{v_2}\right)} \text{ t/godz.},$$

w którym $P$ oznacza wagę poszczególnego ładunku w kg, a $L$ długość szlaku w m.

Pozostałe obliczenia są podobne do wskazanych poniżej pod **3**.

**2. Kolejki dwutorowe, o ruchu nawrotnym**, stosują się przeważnie tylko w przypadkach, gdy ładunki zjeżdżają w dół pod wpływem siły ciężkości, do czego niezbędnym jest średni spadek przynajmniej 1 : 20. Zazwyczaj przyczepiamy na stałe do każdego z toków ciągnicy okrężnej po jednym wózku, jeżdżącym zawsze po swoim torze. Wózek z ładunkiem, zjeżdżając z góry, napędza ciągnicę, która podciąga wózek próżny. Gdy się jeden wózek ładuje na stacyi górnej (zazwyczaj z lejów nasypczych), drugi znajduje się na dolnej stacyi wyładunkowej, przy wjeździe na którą zamek pudła otwiera się samoczynnie przez potrącenie o ramię stale przytwierdzone na stacyi, skutkiem czego pudło wózka się wywraca i wysypuje

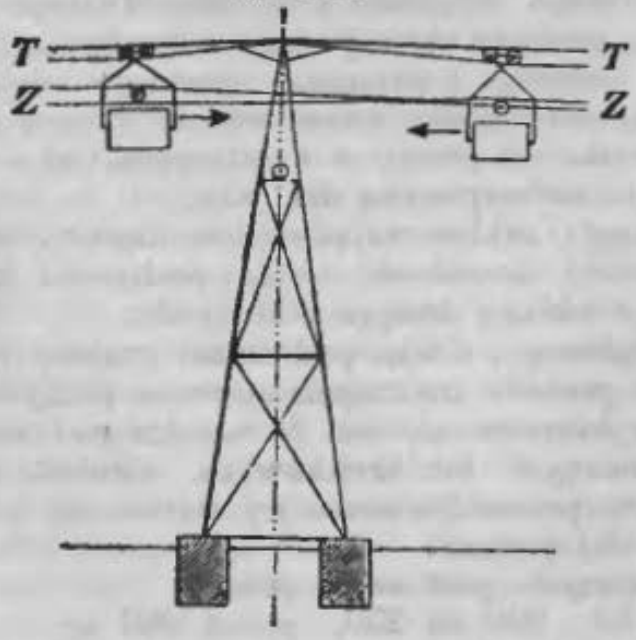
swą zawartość. Nadmiar mocy znosi się hamowaniem na górnym krążku ciągnicy. Obydwa tory otrzymują jednakowe nośnice, np. 25 mm średnicy dla ładunków $P = 500$ kg, a 30 mm dla $P = 750$ kg. Ciągnicę obliczamy podług wzorów podanych poniżej pod **8**, a ze względu na uderzenia przy nagłem zahamowaniu stosujemy do niej ilokrotność bezpieczeństwa 12. Prędkość $v$ ciągnicy bywa 4 do 6 m/sek., niekiedy i więcej. Zdolność przewozową określamy wzorem:

$$Q \sim 0{,}9\,\frac{3{,}6\,Pv}{L}\ \text{t/godz.},$$

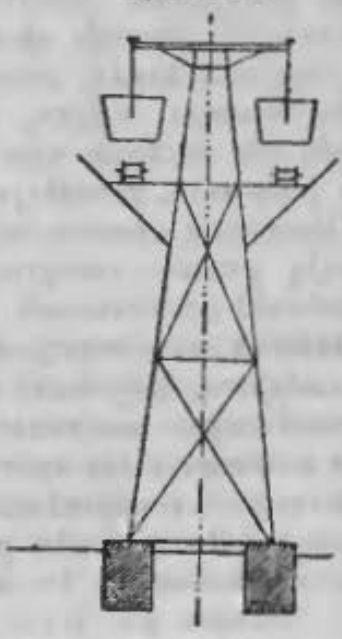
z którego widzimy, że możemy ją powiększyć bądź to przez zwiększenie wartości ładunku $P$, np. zastępując jeden wózek dwoma, złączonymi ze sobą za pośrednictwem długiej, sztywnej rozwory, bądź też przez zmniejszenie wartości $L$. A że długość całego traktu jest dana, więc możemy go tylko podzielić na szlaki oddzielnie ozyskiwane, a podział ten uskuteczniamy przez urządzenie stacyi pośrednich, na których wózki się wymijają i przeczepiają. Każdy szlak międzystacyjny otrzymuje swą oddzielną ciągnicę okrężną, do której przeczepiają się na stacyach wózki nadchodzące ze szlaków sąsiednich. Wózki nie mogą być zatem stale zczepione z ciągnicą, a na stacyach krańcowych musimy je przesuwać na drugi tor. Stosując w ten sposób po jednym wózku na każdym szlaku, zmniejszamy ozyskową długość $L$, czyli zwiększamy zdolność przewozową kolejki, okupując ją jednak znaczną złożonością całego ustroju; dogodniej zatem będzie podobny układ wielokrotny zastąpić ustrojem o jednej ciągnicy krążącej, podanym poniżej pod **3.**

**3. Kolejki dwutorowe, o ciągnicy okrężnej.** Odstęp międzytorowy, t. j. między nośnicami, zależy od wielkości wózków i bywa 2 do 2,5 m. Na stacyach wózki zjeżdżają przeważnie z nośnicy na tory stacyjne, urządzone z szyn podwieszonych. Po wejściu na nośnicę

Rys. 1026.

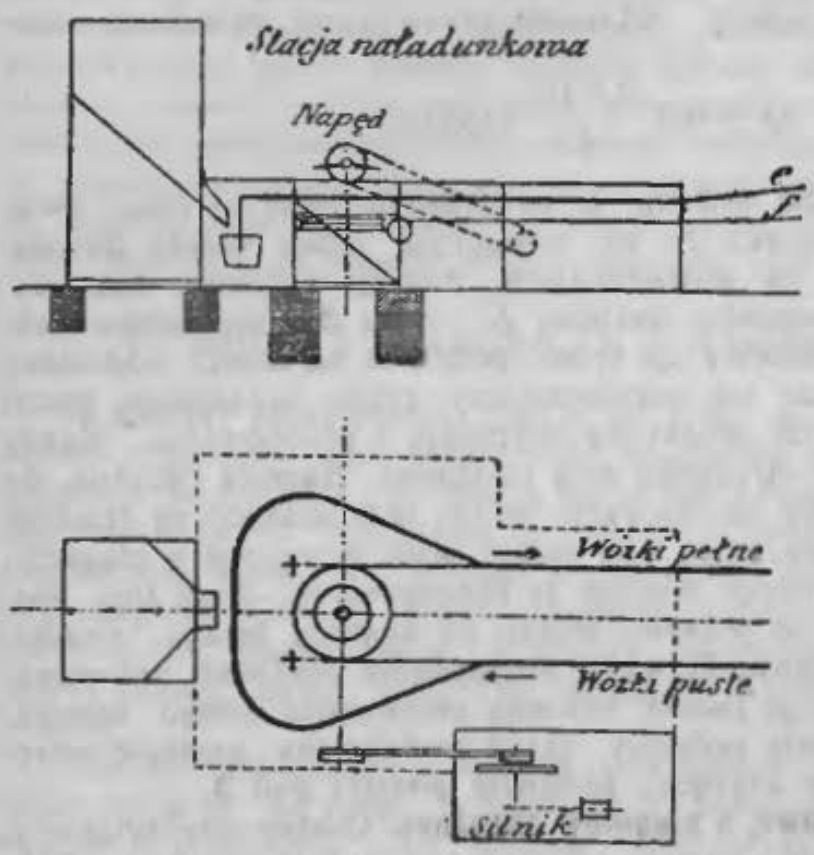



Rys. 1027.



wózek przyczepia się do ciągnicy okrężnej, która krąży bez przerwy i bez nawrotów. Do jednego z jej toków doczepiają się na stacyi ładunkowej wózki pełne, do drugiego zaś na stacyi wyładunkowej wózki próżne. Dawniej stosowano przeważnie ustrój, w którym ciągnica wprzęgała się do wózka, przyczepiając się do jego wieszaka, leżała ona zatem pod nośnicą. Ustroje tego rodzaju przedstawiono w rys. 1026 i 1027, w których słupy podpierające kończą się u wierzchu poprzeczką wspornikową, wspierającą swemi końcami żeliwne poduszki 0,6 do 0,9 m długie, a w ich zagłębieniach spoczywa nośnica ($T$). Krążki, podpierające ciągnicę ($Z$), która zwisa po przejściu wózka, leżą w łożyskach, wspartych wspornikową poprzeczką dolną. Ciągnica, ciągnąc wózek za jego wieszak, odchyla go od pionu, co przy nierównym biegu może powodować rozbujanie się wózka, a nadto ciągnica, krążąca pod nośnicą, może, zwłaszcza na stacyach, stać się łatwo przyczyną nieszczęśliwego wypadku z ludźmi. Dlatego też w ostatnich czasach stosują coraz to szerzej układ odwrotny, w którym ciągnica krąży ponad nośnicą, a natenczas wprzęgło znajduje się na wozaku wózka, ciągnica ciągnie zatem wózek za sam jego wozak, nie odchyla więc wózka od pionu, a na stacyach, jako wysoko położona, przestaje być niebezpieczną dla ludzi.

Rys. 1028.




Stosowane obecnie wprzęgła, zakleszczając zaufnie ciągnicę, umożliwiają prawie nieograniczoną dowolność co do pochyłości toru, a zdolność przewozowa tego układu dosięga 200 t/godz.

**Nośnica** toru mniej obciążonego, a więc pod wózki próżne, bywa liną usłojoną, gdy trakt nie posiada znacznych załomów pochyłości, w przeciwnym zaś razie wykonywa się ona (a nośnica pod wózki pełne zawsze) z lin zadrutowanych lub skrętkowych. Grubość liny oznaczamy z uwzględnieniem przewidywanego jej starcia się, a stosujemy często grubości poniżej podane:

a) na nośnicę z lin usłojonych, pod wózki próżne,

ważące po: $p \sim$ 150. 200 do 250, ponad 250 kg,

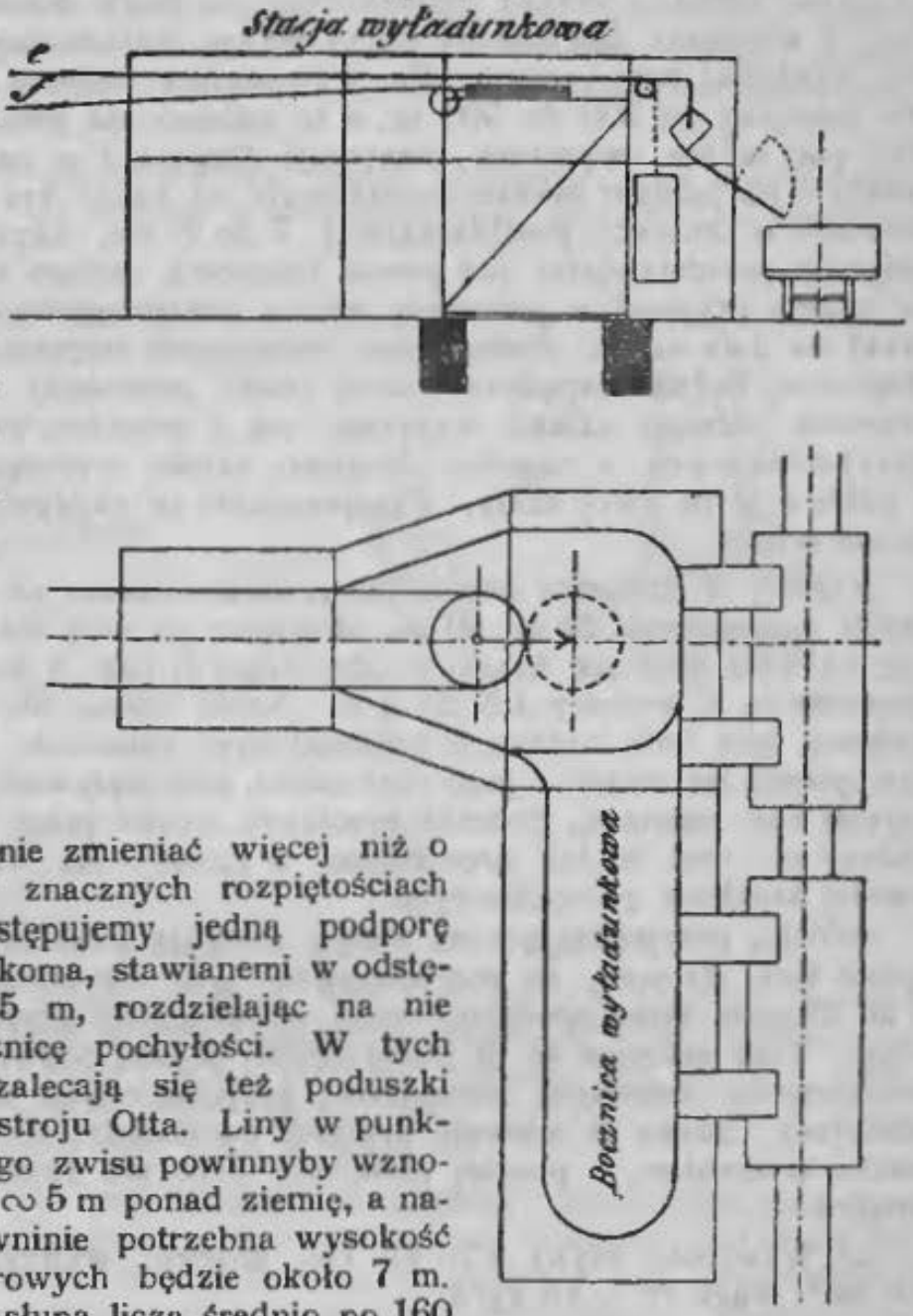
średnicę: $d =$ 22 do 23 24 do 25 28 mm,

b) na nośnice pod wózki pełne.

o ładunku: $l' \backsim 200$, 250 do 350, 350 do 450, 500 do 600 kg,
średnicę: $d =$ 30 33 35 38 mm.

Ładunek poszczególnego wózka należałoby ustanawiać w granicach 300 do 750 kg, albowiem cięższe ładunki niszczą nadmiernie nośnicę, lżejsze natomiast nie wyzyskują należycie siły robotniczej na stacyach.

Rys. 1029.




Rozpiętość przęseł kolejki równinnej bywa ponajczęściej około 60 m, przy przekraczaniu dolin jednakże i do 1000 m. Na ostrzejszych załomach pochyłości (by jej nie zmieniać więcej niż o 1 : 5, a przy znacznych rozpiętościach o 1 : 10) zastępujemy jedną podporę dwiema lub kilkoma, stawianemi w odstępach około 15 m, rozdzielając na nie nadmierną różnicę pochyłości. W tych przypadkach zalecają się też poduszki wahliwe np. ustroju Otta. Liny w punkcie największego zwisu powinnyby wznosić się jeszcze $\backsim 5$ m ponad ziemię, a natenczas na równinie potrzebna wysokość słupów podporowych będzie około 7 m. Wagę takiego słupa liczą średnio po 160 do 170 kg na każdy metr jego wysokości.

Nośnicę, na traktach do 2,5 km długich, przykotwiamy w wyższym końcu, a wyprężamy ją w niższym, a mianowicie za pomocą naciągu, który jednak działa zazwyczaj nie bezpośrednio, lecz za pośrednictwem układu krążków, w postaci wciągu (wielokrążka). Krążki tego wciągu opinamy łańcuchem, lepiej drucianą liną płaską, u której końca wisi naciąż. Na traktach dłuższych niż 2,5 km dodajemy nadto pośrednie urządzenia wyprężcze, a mianowicie w odstępach co $\backsim 2$ km.

**Ciągnica** krąży z prędkością 1,5 do 2,5 m/sek., a to zależnie od wymaganej zdolności przewozowej i od ustroju wprzęgieł. Ciągnica traktów równinnych otrzymuje napęd najdogodniej na stacyi wyładunkowej, a urządzenie wyprężające, na stacyi naładunkowej; natomiast przy przewozie po znaczniejszym spadku należy urządzać hamulce krążka ciągnicowego na stacyi górnej, naładunkowej, a wyprężać ciągnicę na stacyi dolnej, wyładunkowej. W miejscu najsłabiej wyprężonem, siła, wyprężająca ciągnicę, powinna być nie mniejsza od 300 do 500 kg, a to zależnie od grubości ciągnicy. Tor pod wózek wyprężczy otrzymuje długość 3 m na pierwszy km traktu i po jednym metrze dodatkowym na każdy km następny. Na traktach o długości, przekraczającej 7 do 8 km, napęd tak długiej ciągnicy przedstawiałby już pewne trudności, dlatego też urządzamy w takim przypadku pośrednią stacyę przeprzęgową, dzieląc cały trakt na dwa szlaki, obsługiwane oddzielnemi ciągnicami, które najdogodniej będzie napędzać z owej stacyi pośredniej. Na stacyi tej ciągnica jednego szlaku wyprzęga się z wózków, po tym szlaku przyjeżdżających, a ciągnica drugiego szlaku wprzęga się do nich i zabiera je na swój szlak. Przeprzęganie to najlepiej uskuteczniać samoczynnie.

Załomy w kierunku poziomym przezwyciężamy za pomocą krzywych o promieniu 25 do 40 m, stawiając na nich dla ciągnicy szereg za sobą leżących krążków odwodzących (np. 5 do 9), o osiach pionowych, a średnicy 1,5 do 2 m. Ściśle biorąc, nie będzie to łuk kołowy, lecz linia łamana, o zaokrąglonych załomach. By zapobiedz pochyleniu się wózka i jego rozbujaniu, pod wpływem skośnie działającej siły ciągnącej, podczas przejazdu wózka przez takie załomy, należy na nich dodać prowadnice, o któreby się wspierał wózek swoim krążkiem prowadniczym.

Wózki, przyjeżdżające na stacyę, zbiegają z nośnicy na poszczególne tory stacyjne, za pośrednictwem iglic zwrotnicowych, około 1 m długich, które spodniem swem wyżłobieniem przylegają do nośnicy. Tory stacyjne są to ponajczęściej szyny, podwieszone za pośrednictwem żeliwnych wieszaków, przyczepionych do nadbudowy stacyjnej. Szyny te miewają przekrój dwułbiasty, ze względnie wysokim środnikiem, a poniżej podajemy dane dla dwóch takich przekrojów:

a) Wysokość szyny $h \sim 12$ cm, moment wytrzymałości $W \sim 45$ cm$^3$, waga $G \sim 13$ kg/m.

b) $h \sim 15$ do 16 cm, $W \sim 100$ cm$^3$, $G \sim 23$ kg/m.

Odstępy między podwieszakami szyn zależą od przekroju i obciążenia szyn, a przy większych rozpiętościach możemy wzmocnić szynę przez jej podpięcie, t. j. przez wytworzenie z każdego przęsła belki, podpiętej ściągami pochyłymi.

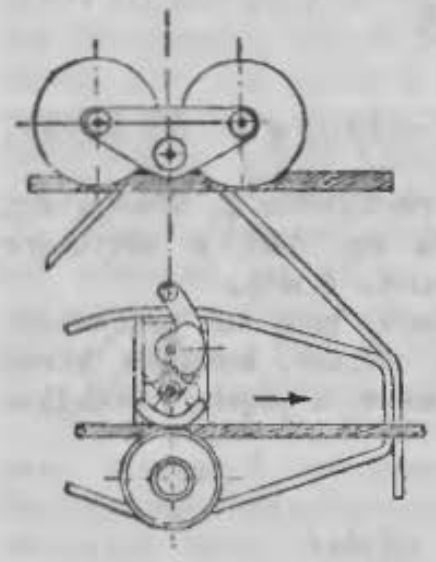
Do przełączeń między torami służą zwrotnice jednoiglicowe, a dla dogodnego połączenia torów stacyjnych ze szlakiem za pomocą takichże zwrotnic, dogodnem będzie, kierować owe tory skośnie do szlaku, a mianowicie pod kątem o skosie 1 : 100 do 1 : 75.

W rys. 1028 przedstawiamy stacyę naładunkową o jednym tylko głównym torze stacyjnym, na którym wózki ładują się z leja nasypczego. Napędny krążek ciągnicowy otrzymuje napęd za pośrednictwem kół stożkowych.

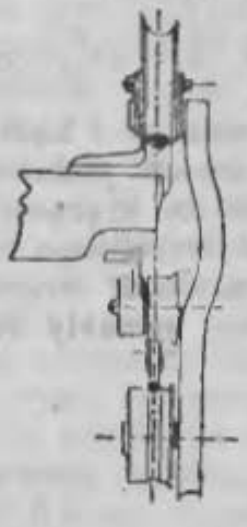
W rys. 1029 przedstawiamy przynależną stacyę wyładunkową z jedną bocznicą wyładunkową. Wózki, po wywróceniu swych pudeł, wysypują swą zawartość na 4 zesuwnie, po których ładunek zesuwa się na wagony kolejowe. W obydwóch powyższych rysunkach ciągnica leży pod nośnicą.

W rys. 1030 przedstawiono widok boczny wozaka dwukołowego, jeżdżącego po nośnicy z przywieszonym do niego wieszakiem

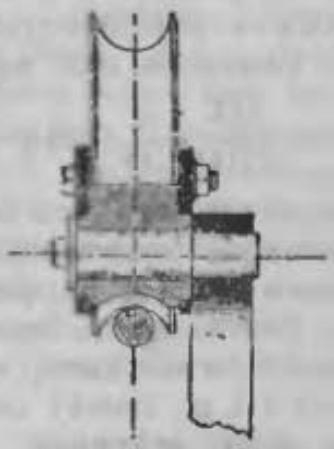
Rys. 1030.



Rys. 1031.



Rys. 1032.



wózka, lecz bez pudła. Ciągnica leży również pod nośnicą i wprzęga się we wprzęgło, przytwierdzone do wieszaka. Rys. 1031 przedstawia przekrój przez części powyżej wspomniane, a rys. 1032 szczegółowy przekrój przez środek ostoi wozaka, a więc i przez przegub, na którym wisi wieszak wózkowy.

**Obliczenie siły rozciągającej w ciągnicy** przeprowadzamy podług wzorów poniższych, w których, oprócz oznaczeń podanych na str. 442, oznaczamy jeszcze dodatkowo przez $G$ siłę, wyprężającą obydwa toki, a wywołaną przez naciąż wyprężczy. Nadto dla uproszczenia wzorów podstawiamy:

$$A = qL + n(p + P) = QL\left[\frac{q}{Q} + \frac{0{,}28}{v}\left(1 + \frac{p}{P}\right)\right],$$

$$B = qL + np = QL\left(\frac{q}{Q} + \frac{0{,}28}{v}\frac{p}{P}\right).$$

**Wzory na największą siłę rozciągającą w ciągnicy.**

| Ładunek przewozi się: | w górę | w dół | w górę | w dół |
|---|---|---|---|---|
| Napęd ze stacyi: | górnej | górnej (hamownie) | dolnej | dolnej |
| Siła $S_1$ w toku, ciągnącym ładunki | $A(\sin\varphi+\mu\cos\varphi)+\frac{G}{2}$ | $A(\sin\varphi-\mu\cos\varphi)+\frac{G}{2}$ | $A(\sin\varphi+\mu\cos\varphi)+\frac{G}{2}$ | $A(\sin\varphi-\mu\cos\varphi)+S_2$ |
| Siła $S_2$ w toku, ciągnącym wózki próżne | $B(\sin\varphi-\mu\cos\varphi)+\frac{G}{2}$ | $B(\sin\varphi+\mu\cos\varphi)+\frac{G}{2}$ | $B(\sin\varphi-\mu\cos\varphi)+S_1$ | $B(\sin\varphi+\mu\cos\varphi)+\frac{G}{2}$ |

Dla wzorów powyższych wartość kąta $\varphi$ oznaczamy ze związku: $\operatorname{tg}\varphi = h : L$, a wartość spółczynnika tarcia $\mu$ liczymy 0,01 dla wózków objeżdżonych, a 0,015 dla nowych.

Potrzebna moc napędu będzie:

$$N \backsim \frac{QL}{2700}\left[\frac{q}{Q}v\cos\varphi + \frac{1}{7}\left(1+2\frac{p}{P}\right)\cos\varphi \pm 10\sin\varphi\right] + 0{,}5 \text{ do } 5\,M;$$

do wzoru tego, co do znaku $\pm$ i kątów pochyłości $\varphi$, stosują się, wszystkie zastrzeżenia i uwagi podane na str. 443, a dotyczące wzoru na moc napędu nośnicy krążącej ustroju Roe'go.

Pod kolejami linowemi wszelkiego rodzaju, przy ich przejściach ponad żwirówkami, ważniejszemi drogami, ulicami, kolejami, kanałami i t. p., należy ustawiać **pomosty ochronne**, a często i dodatkowe **siatki ochronne**.

---

# V. KOLEJKI NADROŻNE I TRAMWAJE*).

## a. Tor.

**Szerokość toru** przystosowywa się przeważnie do szerokości ustalonych w kolejnictwie, bywa zatem w Niemczech: $s = 1{,}435$, 1,0, 0,75 i 0,6 m w prześwicie, aczkolwiek i $s = 1{,}1$ znajduje również zastosowanie, zwłaszcza w tramwajach. Wązki tor zaleca się przed szerokim, wymagając bowiem mniejszych promieni krzywości umo-

*) Literatura: W. Hostmann, Bau u. Betrieb der Schmalspurbahnen, Wiesbaden, J. F. Bergmann.—E. Dietrich, Oberbau u. Betriebsmittel der Schmalspurbahnen, 1889.— Friedr. Müller, Grundzüge des Kleinbahnwesens, Berlin 1895, Wilh. Ernst i syn. — Haarmann, die Kleinbahnen, Berlin, 1896, Siemenroth u. Tröschel. — Czasopisma: Mitteilungen d. Vereins f. d. Förderung d. Lokal- u. Strassenbahnwesens (Wiedeń). — Die Strassenbahn (Berlin). — Zeitschrift f. Transportwesen u. Strassenbau. — Zeitschr. f. d. gesamte Lokal u. Strassenbahnwesen. — Zeitschr. f. Kleinbahnen, wydawnictwo prusk. Min. robót publ. — Nadto rozprawa Brückmann'a, „Nowsze kolejki nadrożne", w Zeitschr. d. Vereins d. Ing. 1895 str. 1277 i n.

zliwia on przeprowadzenie tramwajów nawet przez ciasne zakręty ulic. Ponadto sam tor i przyległy bruk będzie trwalszy, gdyż wozy zwykłe mniej dogodnie mogą jeździć po szynach toru wązkiego, wreszcie i koszt budowy będzie mniejszy. Na ogół jednometrową szerokość toru tramwajowego można uznać za najwłaściwszą (p. str. 212 i n., 217 i n., 225 i n.).

**Położenie toru** w szerokości drogi lub ulicy zależy od szerokości jezdni ulicznej, od szerokości obrysia taborowego, wreszcie i od szerokości wozów, jeżdżących po danej drodze lub ulicy. Jeżeli obrysie taboru ma 2 m szer., a wozy 3 m, to **konne tramwaje** średniotorowe układamy: na ulicach o jezdni $B = 5{,}25$ do 8 m szerokiej, jednym tylko torem, po boku jezdni, w odstępie osi toru od kraju chodnika 1,25 m; na ulicach o $B \leqq 8$ m, tor może leżeć po osi jezdni; na ulicach o $B = 8$ do 10,5 m możliwe są dwa tory boczne, po tej samej stronie ulicy, z odstępem bliższego toru od chodnika, powyżej określonym; gdy $B > 10{,}5$ m, obydwa tory mogą leżeć przy osi jezdni, albo też każdy z nich przy jednym z chodników. Gdy obustronne chodniki są przynajmniej po 0,75 m szerokie, granicą szerokości jezdni, wśród której można jeszcze ułożyć bezpiecznie tramwaj, będzie 5,1 m na jeden tor, a 7,75 m na dwa tory. W Anglii dla przeprowadzenia tramwaju, prawo przepisuje szerokość jezdni, nie mniejszą niż 7,0 m, wzgl. 9,75 m. Spadek poprzeczny ulicy nie powinien przekraczać 4%, międzyosiowy zaś odstęp torów na szlaku prostym i na wymijankach będzie przynajmniej 2,3 do 2,8 m, a w łukach stosownie większy.

Jeżeli przez $B$ oznaczymy szerokość całej jezdni między chodnikami, a przez $b$ szerokość obrysia taborowego (np. $b = 3{,}15$ m dla taboru kolei średniotorowej), to swobodna szerokość jezdni z jednostronnym torem **kolejki parowej** powinna być $B - b \leqq 4{,}5$ m, a z dwoma torami $B - 2b \leqq 5{,}0$ m. Jeżeli jednak wozy nie mogą jeździć wśród toru i poprzez niego, to miary powyższe należy powiększyć przynajmniej do 6 m. Odstęp toru od drzew, słupów i t. p. powinien być większy niż od kraju chodnika. Przez osady i wsie zaleca się bardziej prowadzenie kolejki środkiem ulicy, co jednak wymaga większej szerokości, a mianowicie takiej, aby poza obrysiem taboru pozostawała swobodna szerokość jezdni 8 m.

Poprzeczny spadek drogi lub ulicy wypada tak złagodzić, aby boczne przechylenie toru nie przekraczało granic bezpiecznych, o ile nie możemy ułożyć toru zupełnie bez przechylenia.

**Pochyłości osi toru** nie powinny przekraczać granic poniższych: dla kolejek i tramwajów konnych 25 do 40‰, a z doprzęgiem 40 do 70‰, dla napędu parowego 50 do 80‰, dla elektrycznego 80 do 110‰, dla napędu linowego do 200‰, dla zębnicowego do 250‰.

**Promień krzywości** łuków zależy od szerokości toru, rozstępu osi w taborze, oraz od prędkości jazdy. Na kolejkach średniotorowych, gdy rozstęp osi jest 1,8 m, odpowiednim będzie promień 15 do 20 m, a można go zmniejszyć do 12 m, gdy rozstęp będzie tylko 1,25 m. O przechyleniu i poszerzeniu toru i o łukach przejściowych p. str. 270 i nast. Łuki tramwajów konnych układa-

my ponajczęściej bez przechylenia i poszerzenia, zastępując zewnętrzną szynę żłobkową szyną płaską, bez żłobka, po której się toczy obrzeże koła. Smarowanie łuków wodą lub odpadkami smarów jest zalecenia godne.

Na kolejkach jednotorowych, o ile mają ruch w obydwie strony, należy urządzać **wymijanki**, 40 do 100 m długie, w odstępach $l$, zależnych od częstotliwości pociągów (wyrażającej się międzypociągowym rozkresem $m$ w min.), oraz od prędkości jazdy ($V$, wyrażonej w km/godz.). Odstępy te będą:

$$l = \frac{m}{2} \cdot \frac{V}{60} \text{ km.}$$

Prześwit toru ze żłobkami mierzy się między **zewnętrznemi** krawędziami obustronnych żłobków, których szerokość bywa 26 do 33 mm, głębokość zaś 24 do 32 mm. Niewłaściwa szerokość żłobka powoduje zakleszczanie się bródek lub oceli podków, gdy żłobek za wązki, a wpadanie kół wozowych, gdy za szeroki. Powierzchnia toczna szyn żłobkowych bywa pozioma.

Ponieważ podkłady drewniane, zasypane w poddrożu, łatwo gnią, zalecają się bądźto podkłady żelazne, podłużne lub poprzeczne, bądź też szyny bezpodkładowe, pod które najlepiej układać posadę z betonu, chociaż podtorze ze żwiru lub tłucznia najszersze znajduje zastosowanie. Wzdłuż szyn, leżących w bruku asfaltowym, dla jego ochrony od kruszenia pod kołami wozów, zaleca się podłużna wykładzina kamienna. Gdy tor leży w żwirówce, wypada wybrukować nietylko śródtorze, lecz i obustronne paski przynajmniej 0,3 do 0,6 m szerokie po bokach toru.

Nowsze doświadczenia wykazały zaufność poniższych ustrojów toru:

1. **Szyny bliźniacze** (np. ustroju Haarmann'a, Mękarskiego i t. p.) składają się z dwóch szyn szerokostopowych, złączonych nawzajem zespórkami tak, aby między łbami szyn pozostał niezbędny żłobek. Przytwierdzając obydwie te szyny stopami do spólnej płyty podłużnej, zwiększamy zaufność ustroju szyny bliźniaczej, zwłaszcza jeżeli wysokość szyn łączonych jest względnie mała; dodana bowiem płyta spodnia zwiększa ich wytrzymałość na gięcie. Szyny takie łączą się na zwykłe łubki płaskie lub kształtowe, a złącza szyn tocznych i prowadnic mogą być naprzeciwne, albo też względem siebie przesunięte. Jako zespory między obydwu tokami takiego toru stosujemy przeważnie płaskowniki, szerzą w pion leżące, a zagiętymi końcami przyśrubowane do szyn.

2. **Wysoka szyna bezpodkładowa**, dwudzielna, z łbem zwykłym, a żłobek wytwarza się przez przytwierdzenie lekkiej prowadnicy (np ustrój Haarmann'a).

3. **Jednolita szyna bezpodkładowa** z rowkiem, np. ustroju „Phönix" p. rys. 1033 i 1034. Jest to wysoka szyna szerokostopowa, o łbie tak poszerzonym, aby się w nim dogodnie pomieścił żłobek. Wyrabiają kilkadziesiąt wielkości szyn tego rodzaju, a w rys. 1034 przedstawiono średniej wielkości szynę w przekroju przez jej złącze.

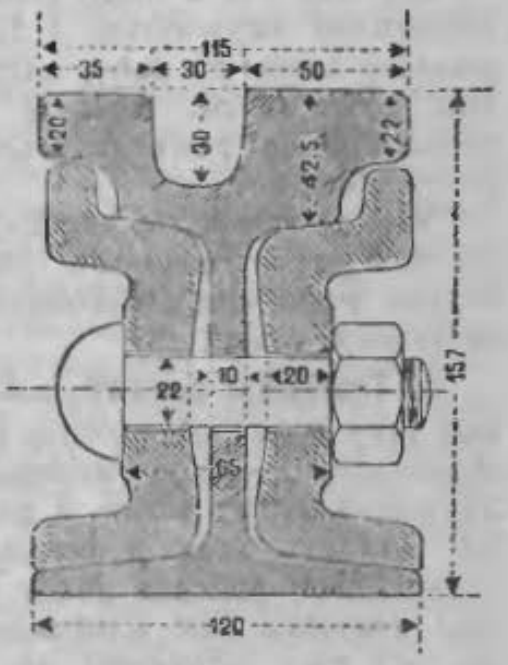
Szyny te łączą się zwykle na zetknię prostą, gorzej na ukośną pod 45°, obecnie zaś stosują coraz więcej złącze na wcios (Hamburg), albo złącze o łubce na wcios (Berlin), które to złącza wymagają dłuższych łubek (około 800 mm). Zespory obydwu toków bywają

Rys. 1033.

poczęści z płaskowników, ułożonych szerzą w pion, a przyśrubowanych zagiętymi końcami do szyn, poczęści zaś z krągowników z końcami nagwintowanymi i naśrubkami.

Ponieważ szyny tramwajowe leżą całe w ziemi, więc podlegają one mniejszym zmianom temperatury, ich luzy na złączach (stykowe) mogą zatem być mniejsze, a nawet można układać takie szyny zupełnie bez luzów, z czego skorzystano w Stanach Zjedn., wytwarzając nader proste złącze szynowe przez oblanie końcy szyn rozstopionem żeliwem. Złącze tego rodzaju obywa się bez łubek i śrub łubczych, jego wykonanie wymaga natomiast swoistego urządzenia, a więc żeliwiaka (kopułaka) przewoźnego, z nawietrznikiem napędzanym parą z kotła przewoźnego, albo prądem z elektrowni miejskiej. Zawartość takiego żeliwiaka (kopułaka) przewoźnego bywa do 7 t żeliwa, które starczy na oblanie 100 do 120 złączy szynowych. Styki w nowym torze pozostają bez luzu; oblewając zaś w ten sposób złącza toru istniejącego, wypełniamy luz złączowy blaszką stosownej grubości. Sposób ten zaleca się jednolitością toru, a więc jazdą bez uderzeń na złączach, trwałością toru i małymi kosztami jego utrzymania.

Rys. 1034.




**Rozjazdy**. Krzyżownice bywają żeazne odkuwane, żeliwne utwardzone, najczęściej zaś zlewno żelazne i składają się z części wierzchniej i spodniej, co ułatwia ich wymianę. Wyrabianie wszystkich części zwrotnic i krzyżownic z tego samego tworzywa co szyny, zapewnia bardziej jednakowe zjeżdżanie wszystkich części toru i dlatego stosuje się ono zwłaszcza w torach z bezpodkładowych szyn jednolitych. Skosy rozjazdów bywają 1 : 6 do 1 : 3, a promienie łuków w rozjazdach 20 do 50 m. Długość iglic 2 do 3 m.

**Ogólny opór tarcia** na torach tramwajowych, w prostych szlakach poziomych, liczą 0,006 do 0,008 wagi pociągu, względnie wagonu.

## b. Ozysk tramwajów.

1. **Tramwaj konny**, w porównaniu z napędzanym mechanicznie, posiada jedynie zaletę mniejszych kosztów pierwotnego urządzenia,

okupionych jednakże całym szeregiem wad, które, przy ruchu nieco ożywionym, czynią go najdroższym z wszystkich pod względem ozysku. Siła pociągowa koni nie dostosowuje się tak snadnie do zmiennych warunków jazdy. Uwzględniając chwilę największego ożywienia ruchu, wypada podług tej potrzeby ustalić liczbę posiadanych koni, których koszt utrzymania prawie że się nie zmniejsza podczas ich bezczynności. Często powtarzające się wytężanie sił konia, przy ruszaniu z miejsca, niweczy jego zdolność do pracy już po upływie 4 do 6 lat. Podczas śnieżycy i po spadnięciu śniegu, a więc właśnie wtenczas, gdy się ruch tramwajów powinien ożywić, następuje mitręga z powodu utrudnionej jazdy po torze zaśnieżonym. Podkowy końskie niszczą bruk uliczny, a same konie zanieczyszczają ulice.

Koń pracuje w tramwaju tylko 3 do 3,5 godzin na dobę, przebiegając przytem ogółem 25 do 27 km. Prędkość jazdy bywa 8 do 11 km/godz., a pod wzniesienia 25 do 50‰, tylko 4 do 2 km/godz. Podług tych prędkości i ożywienia ruchu układamy rozkład jazdy, obliczywszy zaś z niego ilość koniokilometrów na dobę przy ruchu najbardziej ożywionym, i dzieląc tę ilość przez podany powyżej przebieg konia na dobę, otrzymamy najmniejszą ilość niezbędnych koni pracujących. Ilość tę wypada jeszcze stosownie powiększyć przez dodanie pewnego procentu na konie chore, lub czasowo do pracy niezdatne.

Naogół zaleca się bardziej rozkład jazdy z większą częstotliwością mniejszych wagonów jednokonnych, niż rozkład jazdy z większymi wagonami dwukonnymi, następującymi po sobie w dłuższych rozkresach czasu.

2. **Tramwaje parowe** nadają się zwłaszcza na trakty podmiejskie, lecz przy ruchu ożywionym i na większe oddalenia. Najszersze zastosowanie znajdują tendrzaki dwuosiowe, a przy torze mniej wytrzymałym i trzyosiowe, z paleniskami bezdymnemi, a więc na koks lub antracyt, oraz z urządzeniem do skraplania pary odlotowej, przynajmniej podczas jazdy w obrębie miasta właściwego. Zazwyczaj wszystkie osie tendrzaka sa napędne, a więc ze sobą związane. Gdy pary odlotowej nie skraplamy, miarowy szum, połączony z jej wydychem, będzie dokuczliwy dla otoczenia, powodując nadto i strachanie się koni. By temu zapobiedz, stawiamy na tendrzaku większy zbiornik na parę odlotową, w którym traci ona prędkość, z jaką wylatywała z cylindra przez przewód odlotowy, i dopiero z tego zbiornika wypuszczamy ją jednostajnym strumieniem przez dyszę w dymnicy do komina, nie tracąc w ten sposób siły wydmuchu kominowego.

Jeżeli parowóz, o wadze własnej $L$ t, może wywierać siłę pociągową $Z$ kg, to na torze wznoszącym się w stosunku $s$ ‰, w łuku o promieniu $R$ m, może on ciągnąć za sobą pociąg o wadze, wyrażonej w t:

$$Q = \frac{Z}{8 \pm s + [300 : (R - 10)]} - L.$$

3. **Tramwaje elektryczne** p. dział XVI Elektrotechnika.

4. **Tramwaje o silnikach spalinowych.** Silniki gazowe, o 7 do 10 *M*, znalazły zastosowanie do napędu tramwai w Dessau i Dreźnie. W celu zmniejszenia zbiorników gazu, zabieranego na czas jazdy, sprężają go do 8-iu atm., co znów wymaga oddzielnej stacyi sprężającej, a dla dłuższych sieci bądź to kilku takich stacyi, bądź też przewodów gazu sprężonego ze stacyi głównej do przystanków, na których wóz silnikowy ma się zasilać gazem. Na wagono-kilometr zużywamy 0,4 do 0,5 $m^3$ gazu o prężności atmosferycznej.

W obec udoskonalenia silników naftowych i ropowych, zastosowanie ich do napędzania tramwajów byłoby bardziej wskazane, gdyż nie wymagają one stacyi sprężającej, a zbiornik na paliwo ciekłe, zabierane na czas jazdy, może być znacznie mniejszy. Tramwaj tego rodzaju jest poniekąd wielkim samojazdem, jeżdżącym po torze.

5. **Tramwaje powietrzne,** systemu **Mękarskiego,** znalazły zastosowanie w Nantes, w La Rochelle i na kilku traktach sieci paryskiej. Pod względem kosztu na wagono-kilometr, jakoteż i co do kosztów urządzenia nie ustępują one tramwajom elektrycznym, nawet o przewodnikach napowietrznych, a zalecają się większem bezpieczeństwem i nie szpecą miast przez odrutowanie ulic.

Na stacyi głównej sprężamy powietrze do kilkudziesięciu atmosfer i rozprowadzamy je przewodami podziemnymi do przystanków, w których mamy zasilać zbiorniki wagonów silnikowych. Powietrze z tych zbiorników nie przechodzi wprost do silnika, pracującego ze znacznie mniejszą prężnością, lecz rozpręża się ono, przechodząc przez miarkownik prężności. Następnie ogrzewamy powietrze przed jego wstąpieniem do silnika, by zrównoważyć obniżenie temperatury, wywołane wskutek rozprężenia przedwstępnego, a przedewszystkiem by zwiększyć pracę mechaniczną, jaką owo powietrze może wydać przy dalszem rozprężaniu w silniku. Do ogrzewania powietrza stosowano pierwotnie małe paleniska koksowe, obecnie zaś, w celu zupełnego uniknięcia dymienia, służy do tego woda gorąca. Zagrzewa się ona parą na przystankach zasilających, a parę tę doprowadzamy do zbiornika wody w czasie napełniania zbiorników powietrznych, które to czynności zajmują łącznie zaledwie dwie minuty czasu.

Silnik w ustroju swym zasadniczo zbliża się do zwykłego tłokowego silnika parowego, z tą jedynie różnicą, że czynnikiem, który w nim pracuje, jest powietrze sprężone, a nie para.

6. **Tramwaje ciągnicowe,** t. j. napędzane podziemną ciągnicą (liną) okrężną, znalazły szersze zastosowanie w Anglii i Stanach Zjedn. *), obecnie jednak wychodzą już i tam z użycia. Stały silnik na stacyi napędza ciągnicę okrężną, biegnącą w podziemnym kanale, zbudowanym wzdłuż toru tramwajowego. Ciągnica wspiera się na krążkach w odstępach 9 do 10 m, w łukach zaś na gęściej rozłożonych, gdzie również wypada dodać i krążki odwodzące, prowadzące ją w kierunku poziomym. Ciągnica taka, do 12 km długa, wypręża się za pomocą stosownie naciążonego krążka wyprężczego. Z czasem jednak wydłuża się ona do 1% swej długości, należy ją zatem stopniowo skracać przez wyjęcie z niej jednego z kawałków, z jakich się składa. Kanał podziem-

*) E. Reichel, amerykańskie tramwaje o napędzie ciągnicowym, Zeitschr. d. Ver. d. Ing. 1893, str. 676 i n.

ny posiada wzdłuż całego toru szczelinę pionową, 16 do 19 mm szeroką, przez którą przechodzi ramię **wprzęgła**, przenoszące ruch liny na wagon. Ramię to, przytwierdzone do wagonu, a u dołu zakończone wprzęgłem nastawianem z wagonu, które przepuszcza swobodnie ciągnicę w czasie postoju wagonu, zakleszcza się na niej podczas pełnej jazdy, a ślizga się po niej w czasie hamowania wagonu i podczas jego rozbiegu. To ślizganie się ciągnicy po wprzęgle, nagłe jej wytężanie, gdy wagon rusza z miejsca, wreszcie ustawiczny jej obieg po krążkach i połączone z nim tarcie, wszystko to niszczy szybko ciągnicę, której trwanie liczyć można zaledwie na 9 do 12 miesięcy. Wymiana takiej ciągnicy wymaga sporo czasu, może się zatem stać łatwo przyczyną przerwy w prawidłowym obiegu tramwaju. Dlatego też, oraz dla umożliwienia naprawiania ciągnicy, bez przerw w obiegu wagonów, w największej sieci tego rodzaju, t. j. nowojorskiej, założono w kanale nie jedną, lecz dwie ciągnice równoległe, z których każda była naprzemiany czynną przez 24 godzin. Bezczynność drugiej w tym czasie zużywano na jej sprawdzanie i naprawianie. Koszt ozysku, aczkolwiek 20 do 30% mniejszy w porównaniu z tramwajami konnymi, nie zdołał jednak utrwalić tego systemu i nawet sieć nowojorską przebudowano już na elektryczną. Główną wadą tego rodzaju tramwajów, oprócz szybkiego zużywania się ciągnicy i zupełnej przerwy ruchu w razie jej zerwania, jest owa szczelina w kanale podziemnym, przez którą opady atmosferyczne i błoto uliczne wpada do kanału. Opady atmosferyczne łatwo odprowadzać w stosownych odstępach, np. co 100 m, do ulicznych kanałów ściekowych, usuwanie jednak błota z kanału stanowi poważną mitręgę.

# DZIAŁ DWUNASTY.

# OKRĘTOWNICTWO.

## Budowa statków i silników okrętowych.

### Uwagi wstępne.

Żegluga dzieli się na morską i śródziemną. Pod względem napędzania statku rozróżniamy: statki spławiane siłą prądu, np. tratwy, poruszane wiosłami (wiosłowce), poruszane siłą wiatru (żaglowce), wreszcie poruszane silnikami mechanicznymi (silnikowce). Zależnie od rodzaju silnika, silnikowiec może być: parowcem, gdy ma silnik parowy; elektrowcem, gdy ma silnik elektryczny (prądnik); spalinowcem, gdy ma silnik spalinowy, np. ropowy lub naftowy. W zależności od rodzaju pędzisza (propelera) silnikowce dzielą się na kołowce, napędzane kołami łopatkowemi, i na śrubowce, napędzane śrubą. Stosownie do liczby pędziszów na statku rozróżniamy dalej: jednokołowce i dwukołowce, a podobnie też jednośrubowce, dwuśrubowce, trójśrubowce i t. d. Pod względem przeznaczenia statki dzielą się na wojowce, t. j. statki wojenne, i na przewozowce, służące do przewozu osób i towarów. Wojowce są przeznaczone bądź to do boju (bojowce), bądź to do straży (strażowce), bądź też wreszcie do wywiadów (wywiadowce). Wprawdzie trudno określić rodzaje te ścisłemi granicami, gdyż i wojowiec strażniczy lub wywiadowczy może brać udział w bitwie i naodwrót. Naogół jednak do bojowców należy zaliczyć przedewszystkiem pancerniki. Dalej zaś co do swej istoty są jeszcze bojowcami: torpedowce i przeciwtorpedowce, oraz łodzie podwodne, aczkolwiek tych rodzai statków nie zaliczają zazwyczaj do bojowców, których nazwę ograniczają do pancerników. Do strażowców zaliczamy przedewszystkiem krążowce, które jednak biorą udział i w bitwach, a również pełnią i służbę wywiadowczą. Do przewozu wojska służą bądź to same wojowce, bądź też, zwłaszcza dla większej ilości wojska, zwykłe przewozowce handlowe pod strażą wojowców.

Przewozowce należałoby podzielić na przewozowce właściwe, służące do przewozu osób i towarów, i na przewozowce przeznaczenia swoistego, które wprawdzie przewożą osoby lub towary, lecz jest to ich celem drugorzędnym, niezbędnym do spełnienia zadania właściwego, np. dozoru portowego lub celnego, rybołówstwa, holowania statków, rozrywki (jachty) i t. p. Właściwe statki przewozowe dzielimy na towarowce i osobowce. Towarowce służą wyłącz-

nie do przewozu towarów, celem osobowców jest przewożenie podróżnych, zazwyczaj jednak przewożą one równocześnie i towary pospieszne.

# I. KADŁUB OKRĘTOWY.

Podwaliną statku jest **stępka**, t. j. belka, przechodząca poosiowo wzdłuż pod całym statkiem. Przedłużenie jej, wznoszące się w górę na przodzie statku, czyli na jego dzióbie (sztabie) zwać będziemy **dzióbnicą**, a podobne przedłużenie tylne, **tylnicą**. Poszycie statku wspiera się jednak nietylko na stępce dzióbnicy i tylnicy, lecz i na całym szeregu **wręg** obustronnych, stanowiących niejako żebra statku, które dolnym końcem łączą się ze stępką, w górnym zaś rozpierają się nawzajem za pośrednictwem poprzecznic, podtrzymujących pokład, a **pokładnicami** zwanych. Dłuższe wręgi wymagają i rozpór pośrednich, które są zarazem poprzecznicami, podpierającemi stropy pośrednie. Para takich wręg naprzeciwnych zwie się **dwuwręgiem**, a pole przekroju statku, objęte zewnętrznym obrysiem dwuwręgu, **owrężem**. Między wręgami właściwemi. t. j. o pełnej długości, wstawiają się wręgi krótsze, czyli **półwręgi**, a mianowicie w celu gęstszego usztywnienia podwodnej części statku, na którą działa napór wody. Wręga i półwrąg mają kształt wygięty, przystosowany do przekroju poszycia statku, a jego część zaobloną, w której dno przechodzi w ścianę burtową, zwiemy **obłem**. Dno statku od stępki do tego obła wznosi się zazwyczaj łagodnie, a pochyłość tę zwiemy **wspięciem**, miarę zaś tego wzniosu: **wspionem**.

Główny strop okrętu zwiemy jego **pokładem**, obrzeże zaś pokładu, **burtą**, wyżej ponad nim leżące **pomostami** (np. pomost odburzny lub odburznia, pomost sterniczy i t. p.), a stropy, pod pokładem leżące, wprost stropami. Przestrzenie między poszczególnymi stropami mogą otrzymać nazwę piętr. We wielkich statkach mamy, nie jedno, lecz kilka piętr pod pokładem pod sobą, a najlepiej rozróżniać je, tak samo jak i stropy podpokładowe, liczbami porządkowemi, licząc je od pokładu w dół, a więc piętro pierwsze, drugie, trzecie i t. d. Dolna przestrzeń najniższego piętra, a więc przestrzeń tuż nad stępką tworzy **zęzę**, w której zbierają się przecieki, przenikające do wnętrza statku przez nieszczelności poszycia, jakoteż i ścieki (np. od pomywania podłóg) z piętr podwodnych.

Statek dzieli się często na pewną liczbę **grodzieni**, przedzielonych od siebie szczelnemi **grodziami** (ściankami), a to w celu niezalewania całej przestrzeni statku, gdy się poszycie przedziurawi w jednej grodzieni i woda ją zaleje. Jeżeli grodzie te nie sięgają aż do właściwego pokładu, lecz tylko do jednego ze stropów niższych, to strop taki zwiemy **grodźcem**.

# A. Zewnętrzny kształt statku.

## a. Pojęcia ogólne, wymiary i oznaczenia.

1. Najważniejszym wymiarem statku płynącego jest jego **zagłęb**, od niego bowiem zależy możność przepłynięcia przez wody bardziej płytkie. **Zagłęb istotny**, zależny od chwilowego obciążenia statku, należy odróżniać od **zagłębia zasadniczego**, podług którego obliczamy projekt statku, a który oznaczać będziemy przez $T$. Statek może się zagłębiać bardziej na tyle lub na przodzie. Taką różnicę zagłębi zwiemy **przegłębiem**, a właściwość statku, że się jednym końcem przegłębia, przegłębnością, rozróżniając **przegłębność dzióbową**, względnie **tylną**. Zagłęb istotny mierzymy wraz z przegłębiem, a więc od poziomu wody do spodu najniższej części stępki. Zagłęb zasadniczy natomiast mierzy się od poziomu wody do spodu stępki w połowie dłuży statku (p. 3).

2. **Wodnicą** nazywamy poziomy przekrój statku nieprzechylonego Wodnica jest zatem przecięciem nieprzechylonego statku i poziomu wody, a dla każdego poszczególnego zagłębia statku w wodzie otrzymamy odpowiednią wodnicę. Wodnicę, przynależną do zagłębia zasadniczego, zwiemy **wodnicą zasadniczą**. Gdy statek jest przechylony w bok lub pochylony w kierunku poosiowym, to przekrój statku (w chwilowem jego położeniu) z poziomem wody, zwiemy **pływnicą**. Tak wodnice jak i pływnice są figurami płaskiemi, których obrys jest przecięciem się poziomu wody i zewnętrznej powierzchni poszycia. Rozróżniać wypada obrys tych figur, ich pola, wreszcie ich linie przecięcia się z płaszczyznami przekrojów poprzecznych i podłużnych statku *).

3. Zasadnicze wymiary statku.

**Dłuż** $L$ między pionami mierzą w Niemczech poosiowo w poziomie wodnicy zasadniczej, pionami zaś statku zwią piony, a raczej prostopadłe do płaszczyzny wodnicy zasadniczej w jej dzióbowym i tylnym końcu. Koniec ten liczy się jednak po zewnętrznej stronie poszycia, a więc bez wyskoku dzióbnicy, względnie tylnicy. Gdy statek posiada ster odciążony, a więc gdy nie posiada właściwej tylnicy, za tylny pion uważają oś wrzeciona sterowego.

W Anglii dłuż $L$ mierzą w poziomie pokładu między pionami, przełożonymi przez zewnętrzną stronę dzióbnicy, wzgl. tylnicy, lecz na wojowcach i jachtach w poziomie wodnicy ładunkowej.

Od tej dłuży między pionami należy odróżniać **całkowitą dłuż statku**, wogóle zaś wypada zawsze jasno określić, jak dłuż mierzono.

**Szerzą** $B$ statku zwiemy największy wymiar jego części podwodnej w kierunku szerokości. Szerz tę mierzymy między zewnętrznemi powierzchniami poszycia drewnianego, lecz przy poszyciu że-

*) Dodawać będziemy owe wyróżniki: obrys, pole, względnie przecięcie się (czyli linia) wodnicy lub pływnicy tylko wtenczas, gdy bez nich opis stałby się niejasnym, w przeciwnym zaś razie wszystkie te pojęcia zwać będziemy skróconem mianem wodnicy, względnie pływnicy.

laznem zaniedbujemy jego grubość, mierząc ową szerz między zewnętrznemi powierzchniami wręg.

**Boczna wyż** $H$ statku mierzy się w przekroju na połowie dłuży między pionami, a mianowicie od poziomu, przełożonego przez wierzch pokładnicy przy burcie, do wierzchu stępki, a przy poszyciu drewnianem, do najniższego punktu poszycia w tym przekroju środkowym.

**Prześwitna wyż** $RT$ statku jest miarą prześwitu między wręgą a pokładem w środku statku, czyli odstępem pionowym między wierzchami wręgi i pokładnicy, z uwzględnieniem strzałki jej wyklęsłości.

4. **Wspięciem** nazywamy pochyłość dna okrętowego między stępką a obłem, wyrażoną jako stosunek, jako kąt lub w odsetkach, **wspionem** natomiast pionową miarę tego wspięcia w m.

5. Poosiową część pokładu zwiemy jego **grzbietem**, jego obrzeże po bokach **przyburciem**. Sama zaś burta jest to wierzchnia krawędź poszycia na właściwym kadłubie okrętowym, a więc bez uwzględnienia jego nadbudówek. Rzut przyburcia na poosiową płaszczyznę pionową może być w statkach rzecznych i linią prostą, nawet poziomą, na statkach morskich natomiast bywa on zawsze krzywą wklęsłą, którą nazwiemy **zwyżkową**. Rzędne tej krzywej, mierzone od poziomej, stykającej się z jej punktem najniższym, zwać będziemy **zwyżkami** (przyburcia).

6. Pokład w kierunku długości jest wklęsły, lecz w poszczególnych przekrojach poprzecznych wyklęsły, czyli wypukły. Strzałkę tej wyklęsłości zwiemy **wyklęsem** pokładu, wzgl. pokładnicy.

7. **Owręże zasadnicze** jest to podwodne pole przekroju w najszerszem miejscu statku, które leży ponajczęściej w połowie dłuży statku.

8. **Wynios burty**, t. j. miara jej wyniosłości ponad wodą, jest zazwyczaj różnicą $H - T$.

9. **Wyprzeń** jest to bryła wody, wypartej przez statek, a jej objętość w $m^3$ zwiemy **wypornością** $V$ statku, wagę zaś wody wypartej, a zarazem i siłę, wypierającą statek z wody, **wyporem** $P$. Rozumie się, że wypór równa się wadze statku. Jeżeli $m^3$ wody (morskiej) waży $\gamma$ ton, to wypór $P = \gamma V$. **Wypornością zapasową** nazwano objętość nadwodnej części kadłuba okrętowego.

10. **Środkiem** $F$ **wyporu** zwiemy środek ciężkości wyprzeni, a środek ten leży na pionie spólnym ze środkiem ciężkości $G$ samego statku, spokojnie pływającego. **Osią ciężkości** statku będzie linia pionowa, przechodząca przez jego środek ciężkości, gdy statek jest nieprzechylony, a więc oś prostopadła do wodnicy.

11. **Nibyśrodek** (metacentrum) $M$ jest to punkt przecięcia się osi ciężkości statku, przechylonego o różniczkę kąta, z pionem, przechodzącym przez środek wyporu (p. rys. 1037 i 1039). Rozróżniamy **nibyśrodek szerzy** w poprzecznym przekroju statku (p. $M$, a raczej dla przechylenia o $\varphi$, $M\varphi$ w rys. 1037), oraz **nibyśrodek dłuży** ($M_1$ w rys. 1039). Przechylania poprzeczne i pochylania podłużne statku przedstawiają się jako wahania środka ciężkości $G$

około nibyśrodka $M$, wzgl. $M_1$, a wahanie, złożone z dwóch tych wahań, a więc wahanie około pewnej osi chwilowej, nazywamy bujaniem się statku.

12. **Pełnotliwość** statku jest to stosunek objętości wyprzeni, wzgl. jej pól przekrojowych, do tychże wielkości prostopadłościanu, o wymiarach $L$, $B$ i $T$. Rozróżniamy zatem:

a) Pełnotliwość wodnicy zasadniczej $\alpha$:

$$\alpha = \frac{\text{pole wodnicy zasadniczej}}{L \cdot B}.$$

b) Pełnotliwość owręża głównego $\beta$:

$$\beta = \frac{\text{owręże główne}}{B \cdot T}.$$

c) Pełnotliwość objętościową $\delta$:

$$\delta = \frac{V}{L \cdot B \cdot T}.$$

d) Pełnotliwość względną $\varphi$, t. j. stosunek objętości wyprzeni do objętości bryły o długości $L$ i o przekroju owręża zasadniczego:

$$\varphi = \frac{V}{L \times \text{owręże zas.}} = \frac{\delta}{\beta}.$$

## b. Kształt statku.

### 1. Stosunek wymiarów zasadniczych.

**Zagłęb : szerzy $T : B$.**

| | | |
|---|---|---|
| Żaglowce średnio | 0,38 | do 0,47 |
| Nowsze jachty żaglowe, z naciążem zewnętrznym | | do 0,8 |
| Nowsze żaglowce: barki | 0,51 | do 0,53 |
| Nowsze żaglowce: statki pełnożaglone (fregaty) | 0,49 | do 0,50 |
| Nowsze żaglowce: barki czteromasztowe | | 0,49 |
| Holowce | 0,2 | do 0,4 |
| Parowce rybackie | | 0,48 |
| Szybkie parowce strażnicze | 0,19 | do 0,30 |
| Dwuśrubowce pospieszne | 0,35 | do 0,43 |
| Towarowce parowe | 0,45 | do 0,54 |
| Kołowce rzeczne: pospieszne | 0,13 | do 0,14 |
| Kołowce rzeczne: holowce | 0,11 | do 0,13 |

**Dłuż : szerzy $L : B$.**

| | | |
|---|---|---|
| Wartości krańcowe: rosyjskie popówki | | 1 |
| Wartości krańcowe: francuskie parowce rzeczne | | 20 |
| Dawniejsze żaglowce | 3,75 | do 4,5 |
| „ klipry (szybkie żaglowce do przewozu herbaty) | 5 | do 7 |
| Nowsze statki drewniane, nie ponad | | 6,25 |
| Mniejsze „ „ | 8 | do 5,75 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Nowsze żaglowce | barki i statki pełnożaglone | 6,2 | do 6,3 |
| | barki czteromasztowe | 6,6 | do 6,8 |
| Holowce | | 4 | do 6 |
| Parowce rybackie | | 4,85 | do 4,95 |
| Szybkie parowce strażnicze | | 8,0 | do 9,4 |
| Dwuśrubowce pospieszne | | 7,9 | do 9,7 |
| Towarowce parowe | | 6,7 | do 8,5 |
| Kołowce rzeczne | pospieszne | 10 | do 11 |
| | holowce | 7 | do 9 |

## 2. Pełnotliwości (p. str. 461 Nr. 12).

Jeżeli $\delta$ wyrazimy związkiem: $\delta = \varkappa\alpha\beta$, to:
$\varkappa = 0{,}82$ do 0,96, średnio 0,86, a w nowszych ustrojach nawet 0,90.
Jachty: $\delta = 0{,}27$ do 0,42; łodzie rybackie 0,40;
klipry: $\delta = 0{,}52$ do 0,64.

Średnie wartości dla nowszych żaglowców:
- barki: $\delta = 0{,}65$; $\beta = 0{,}925$.
- statki pełnożaglone: $\delta = 0{,}66$; $\alpha = 0{,}80$; $\beta = 0{,}89$.
- barki czteromasztowe: $\delta = 0{,}67$; $\beta = 0{,}91$.

Holowce: $\delta = 0{,}5$ do 0,6; a $\beta =$ średnio 0,75.
Parowce rybackie, wartości średnie: $\delta = 0{,}45$; $\beta = 0{,}75$.
Szybkie parowce strażnicze: $\delta = 0{,}57$ do 0,61; $\alpha = 0{,}71$; $\beta = 0{,}91$ do 0,97.
Dwuśrubowce pospieszne: $\delta = 0{,}58$ do 0,63; $\beta = 0{,}89$ do 0,94.
Towarowce parowe: $\delta = 0{,}65$ do 0,80; $\beta = 0{,}90$ do 0,98.

Kołowce rzeczne:
- pospieszne: $\delta = 0{,}60$ do 0,64; $\alpha = 0{,}77$ do 0,80; $\beta = 0{,}92$ do 0,98.
- holowce: $\delta = 0{,}75$ do 0,85; $\alpha = 0{,}87$; $\beta = 0{,}95$ do 0,99.

## 3. Zwyżka (p. str. 460 Nr. 5).

Zwyżka przyburcia nie przekracza zazwyczaj wartości 0,02 do 0,04 $L$. Najniższy punkt wykresowej zwyżek leży około $^1/_8\,L$ ku tyłowi od środka statku, a od poziomej owego punktu najniższego mierzymy zwyżki przyburcia. Zwyżka tylna bywa dwa razy mniejsza od dzióbowej. Wojowce otrzymują bardzo małe zwyżki, a nawet pokład niezwyższany.

## 4. Wykleś (p. str. 460 Nr. 6).

Wykleś pokładu, t. j. strzałka jego wyklęsłości poprzecznej, bywa 0,02 $B$, a podkładnice (poprzeczne) wyginamy na taki sam wykleś. Wyklęsłość ta przebiega w postaci paraboli, którą najdogodniej wykreślić podług rys. 20 str. 110 T. I. W rysunku tym jednakże przedstawiono tylko zasadę, a w danym przypadku poszczególnym $HG$ byłoby kresą poziomą o długości $B$, a punkt $P$ leżałby prostopadle nad środkiem tej kresy, w odległości dwa razy większej niż pożądany wykleś.

### 5. Wzory przybliżone.

α. **Środek wyporu** $F$ leży w środku ciężkości wyprzeni, a mianowicie poniżej wodnicy zasadniczej, w odległości od niej:

$$\left(\frac{1}{2}+\frac{\delta}{\alpha}\right)\frac{T}{3}, \text{ lub}$$

w przybliżeniu: $(0{,}10+0{,}36\,\beta)\,T$*).

Wznios tegoż środka $F$, ponad wierzch stępki, bywa:

| | |
|---|---|
| w parowcach towarowych . . . . | 0,55 do 0,56 $T$ |
| „ „ pocztowych . . . . | 0,56 „ 0,58 „ |
| „ „ pospiesznych . . . . | 0,58 „ 0,60 „ |
| w pancernikach . . . . . | 0,55 „ 0,57 „ |
| w żaglowcach większych. . . . . | 0,56 „ 0,58 „ |

β. **Nibyśrodek** $M$ (metacentrum) leży pionowo ponad środkiem $F$ wyprzeni w odstępie:

$$FM=(0{,}008+0{,}0745\,\alpha^2)\,\frac{B^2}{T\delta}=\frac{L\,B^3}{V}\,\frac{\alpha^3}{2(\alpha+1)(2\alpha+1)},$$

gdy chodzi o nibyśrodek szerzy, t. j. w przekroju poprzecznym, a $FM'=(0{,}008+0{,}077\,\alpha^3)\,\frac{L^2}{T\delta}$, gdy chodzi o nibyśrodek dłuży, t. j. w przekroju podłużnym statku.

γ. **Środek ciężkości statku,** a raczej jego kadłuba pustego (bez silników, osprzętu i urządzenia), leży o $^1/_3\,H$ (a w statku o dnie podwójnem $0{,}4\,H$) poniżej górnego krańca bocznej wysokości $H$, a około 0,5 m ku tyłowi od środka całkowitej dłuży statku. Położenie to zmienia się jeszcze przez nadbudówki i t. p., które wypada uwzględnić dodatkowo.

δ. **Wznios nibyśrodka** ponad środek ciężkości statku miewają:

| | |
|---|---|
| Dawne statki pełnożaglone (fregaty) . . . . . | 2,2 m |
| Pancerniki dawniejsze . . . . . | 1,2 do 1,5 m |
| „ nowsze . . . . . | około 1,1 m |
| Parowce osobowe morskie. . . . . | 0,4 do 0,6 m |
| „ towarowe „ . . . . . | 0,4 do 0,5 m |
| „ rzeczne . . . . . | 1 do 3 m |

Ogólnie uważają, że w parowych handlowcach morskich wznios ten nie powinienby przekraczać 0,6 do 0,75 m, a dla statków, które stosują i żagle, 1 m, w naładowanych parowcach transatlantyckich uważają nawet 0,3 m za dostateczne.

## c. Sposób obliczenia.

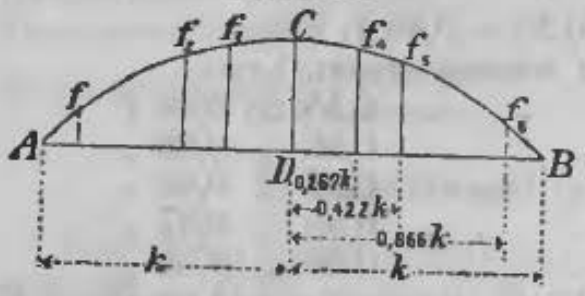
### 1. Zasady obliczenia.

a) **Objętość wyprzeni i jej środek ciężkości,** a więc wielkość i środek wyporu dla statku zaprojektowanego, obliczamy w sposób następujący: Wykreślamy poszczególne wodnice i owręża statku, dobierając nienadmierne odstępy między sąsiedniemi wodnicami,

*) Normand: Mémoire sur l'application de l'algebre aux calculs des batiments de mer, Paryż 1864.

względnie owrężami, a to w zależności od kształtu statku. Obliczamy pola poszczególnych wodnic i owręży, bądź to rozdzielając je na paski równoległe, bądź też za pomocą planimetru. Z pól tych zestawiamy wykres, biorąc za odcięte odległości poszczególnych przekrojów od punktu początkowego, a ich pola za rzędne. Z wykresu tego obliczamy objętość za pomocą wzoru Simpson'a i t. p., lub za pomocą planimetru, a oddalenia środków ciężkości za pomocą tychże wzorów lub wykreślnie.

Rys. 1035.




Co do wzoru Simpson'a por. str. 132 i 133 T. I, tu zaś podajemy nadzwyczaj dokładny wzór Czebyszewa do obliczania powierzchni i położenia środka ciężkości. Jeżeli mamy obliczyć pole figury przedstawionej w rys. 1035, to oznaczamy wartości rzędnych $f_1, f_2, f_3, f_4, f_5, f_6$ w miejscach, określonych w rysunku przez ich odległości od środkowego punktu $D$. Rzędne po lewej stronie leżą w odległościach symetrycznych względem prawych. Natenczas otrzymamy:

$\alpha$) pole powierzchni:

$$F = {}^1/_3\, k\,(f_1 + f_2 + f_3 + f_4 + f_5 + f_6).$$

$\beta$) Odległość środka ciężkości pola od $A$:

$$d = \frac{k\,(0{,}134 f_1 + 0{,}578 f_2 + 0{,}733 f_3 + 1{,}267 f_4 + 1{,}422 f_5 + 1{,}866 f_6}{f_1 + f_2 + f_3 + f_4 + f_5 + f_6}.$$

Gdy $f_1, f_2, f_3 \ldots$ przedstawiają rzędne o wymiarach linijnych, wzory powyższe określają nam pole, wzgl. jego środek ciężkości. Gdy natomiast rzędne $f_1, f_2, f_3 \ldots$ przedstawiają już pola poszczególnych owręży, wzory powyższe dadzą nam jako wynik objętość wyprzeni i odległość jej środka ciężkości.

b) **Momenty bezwładności wodnic** (wzory podajemny dla całego pola wodnicy).

$\alpha$) Względem osi podłużnej (osi symetryi):

$J = {}^2/_3 \int y^3 dx$, w którym to wzorze przez $x$ oznaczono odcięte na osi symetryi, a przez $y$ rzędne obrysu wodnicy, liczone od tejże osi. Zastępując całkę powyższą wzorem Simpson'a (str. 132 i 133 T. I) otrzymamy:

$$J = {}^2/_3 \cdot {}^1/_3\, x\,(1 y_0^3 + 4 y_1^3 + 2 y_2^3 + \cdots\cdots 1 y_n^3).$$

$\beta$) Względem osi poprzecznej, przełożonej przez środek ciężkości pola wodnicy:

$$J_1 = 2 \int y\, dx\, (p\, x)^2,$$

a całkę tę możemy obliczyć wzorem Simpson'a, np. przy podziale na 8 równych odstępów między rzędnemi:

$$J_1 = {}^2/_3\, x^3\,(4^2 y_0 + 4 \cdot 3^2 y_1 + 2 \cdot 2^2 y_2 + 4 \cdot 1^2 y_3 + 2 \cdot 0^2 y_4 + 4 \cdot 1^2 y_5 + 2 \cdot 2^2 y_6 + 4 \cdot 3^2 y_7 + 4^2 y_8).$$

c) **Wznios nibyśrodka $M$ (metacentrum) nad środkiem $F$ wyprzeni** obliczamy podług wzoru:

$MF = \frac{J}{V}$, w którym moment $J$ wodnicy odnosimy do osi podłużnej, gdy chodzi o nibyśrodek $M_\varphi$ szerzy (rys. 1037 str. 470), a do poprzecznej, gdy chodzi o nibyśrodek $M_1$ dłuży (rys. 1039 str. 476).

## 2. Projektowanie kadłuba okrętowego.

### 1. Zasady ogólne.

Do projektowania niezbędnemi są dane poniższe:

1. Rodzaj statku (żaglowiec czy parowiec, dno pojedyńcze czy podwójne, żądane stropy, pomosty i t. p.).
2. Przeznaczenie statku (osobowiec, towarowiec i t. p.).
3. Po jakich wodach ma pływać (rzeki, morza, w strefie umiarkowanej czy podrównikowej i t. p.).
4. Nośność, liczba podróżnych i t. p.
5. Zapasy zabierane (ilość węgla, wody, żywności i t. p.).
6. Pożądane wymiary główne.
7. Zagłęb największy i wznios burty.
8. Klasa porządkowa i rodzaj ustroju.
9. Wymagana prędkość jazdy.
10. Rodzaj urządzenia silnikowego.
11. Sposób ożaglenia.
12. Ilość załogi.
13. Żądania dodatkowe, dotyczące np. niepogrążności, naciążu, wzmocnienia przeciw krze, długości towarowni, rozmiarów czeluści ładunkowych i t. p.
14. Wymagania, dotyczące osprzętu i urządzenia statku.
15. Dla wojowców: liczba i rodzaj dział, rodzaj opancerzenia, ilość amunicyi i t. p.
16. Wymagania nadzwyczajne dla statków o swoistem przeznaczeniu.
17. Koszt budowy, jakiego nie mamy przekroczyć.

Jeżeli nie określono z góry wymiarów zasadniczych $T$, $B$, $L$ i $V$ statku, to oznaczamy je, wzorując się na statkach wykonanych, o ustroju pokrewnym, np. zaczerpując ze zestawień na str. 461 i 462 stosowne wartości $L:B$, $T:B$, oraz $\delta$, a $V$ określamy przybliżenie podług nośności, ustroju i t. p., poczem obliczamy szerz $B$ ze wzoru:

$$B = \sqrt[3]{\frac{V}{\frac{L}{B} \cdot \frac{T}{B} \delta}}.$$

Z założonych stosunków $L:B$ i $T:B$ i ze znanej już wartości $B$ obliczamy pozostałe wymiary $L$ i $T$, a wznios burty ($H$) dobieramy ocennie w przystosowaniu do danych warunków. Oznaczo-

ne w ten sposób wymiary zasadnicze należy jeszcze sprawdzić przez ich porównanie z wartościami średniemi, zaczerpniętemi z doświadczenia, a dotyczącemi:

1. wagi statku (p. str. 487 i 504),
2. prędkości jazdy i mocy silnika (p. str. 490 i nast.),
3. wagi urządzenia silnikowego (p. rozdz. III),
4. klasy porządkowej,
5. stateczności początkowej (p. str. 469 i nast.),
6. wzniosu burty (p. str. 479),
7. pojemności (p. str. 479).

Jeżeli wynik tego porównania okaże się zadawalniającym, bądź to odrazu, bądź też po wprowadzeniu stosownych poprawek w wymiarach zasadniczych, to przystępujemy do zaprojektowania zarysu samego kadłuba, a mianowicie: zarysu stępki, dzióbnicy, tylnicy, wspięcia z obłem i zwyżki. Wreszcie oznaczamy środek ciężkości wyprzeni, przyczem dobieramy stosowne pełnotliwości $\alpha$ i $\beta$ podług danych na str. 462, posiłkując się nadto danemi z tablicy poniższej.

**Pełnotliwości stosowane**

(podług Archibalda Hogg'a).

| $\delta$ | $\beta$ | $\varphi$ | $\delta$ | $\beta$ | $\varphi$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,35 | 0,625 | 0,56 | 0,60 | 0,938 | 0,64 |
| 0,40 | 0,714 | 0,56 | 0,65 | 6,948 | 0,685 |
| 0,45 | 0,789 | 0,57 | 0,70 | 0,965 | 0,725 |
| 0,50 | 0,862 | 0,58 | 0,75 | 0,970 | 0,773 |
| 0,55 | 0,917 | 0,60 | 0 80 | 0,975 | 0,82 |

## 2. Poszczególne wykresy.

**Uwaga.** Przy projektowaniu dzielimy zazwyczaj dłuż $L$ między pionami na 10 równych części i obliczamy owręża dla każdego z punktów podziałowych, zagłęb zasadniczy $T$ dzielimy natomiast na 6 równych części i obliczamy pola wodnic w punktach podziałowych.

Podług Chapman'a wykresowa owręży i wykresowa pól wodnicowych są w przybliżeniu parabolami, określonemi wzorem: $y = px^m$, jeżeli odcięte $x$ liczyć będziemy od środka statku w obydwie strony dla owręży, a od wodnicy zasadniczej w dół dla wodnic. Rzędne $y$ nie oznaczają jednak samych pól owrężonych, względnie pól wodnicowych, lecz dopełnienia tychże pól do pola zasadniczego (por. rys. 1036). Parametr $p$ jest zależny od dłuży $L$, względnie zagłębia $T$, oraz od wielkości pól zasadniczych, a wykładnik $m$ jest stałą, zależną od pełnotliwości.

### $\alpha$. Owrężna (wykresowa owręży).

Przy pełnotliwości $\beta$ owręża, owręże zasadnicze będzie: $\beta B T$, a rzędna $y$ owrężnej w dowolnym punkcie, w oddaleniu $x$ od tegoż owręża zasadniczego, czyli od środka statku, będzie (por. rys. 1036 i uwagę powyższą):

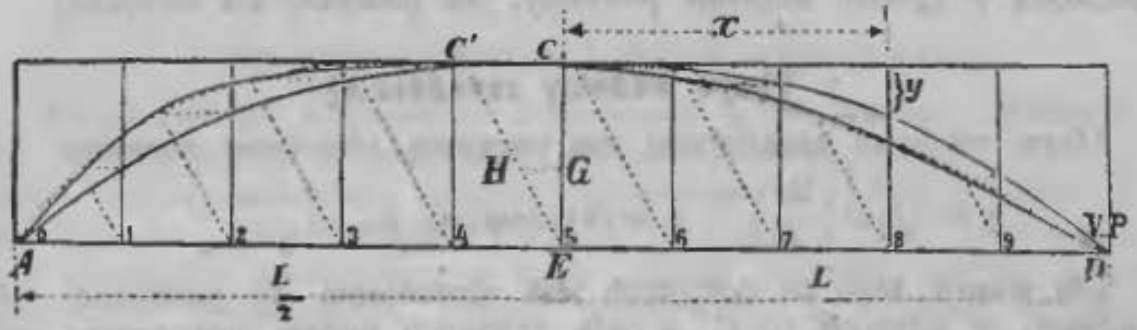
$$y = (\beta B T)\left(\frac{2x}{L}\right)^m, \text{ z wartością wykładnika } m = \frac{\delta}{\beta - \delta}.$$

Środek $G$ ciężkości pola odcinka $ACDEA$ tej paraboli, a więc i środek przynależnej wyprzeni, leżałby poniżej wierzchołka paraboli o

$$CG = (\beta B T)\frac{\beta}{\beta + \delta}.$$

Jeżeli środek wyprzeni ma leżeć w odległości $a = GH$ od środka statku ku tyłowi, to w rys. 1036 kreślimy $GH = a$ poziomo od punktu $G$ ku tyłowi, dalej uskośną $EHC'$, oraz ukośne równoległe przez wszystkie punkty podziałowe. Z każdego punktu paraboli, leżącego ponad punktem podziałowym, t. j. z końca rzędnej podziałowej, kreślimy poziome, a punkty wzajemnego przecięcia się tych poziomych, z owemi ukośnemi, przynależnemi do tego samego

Rys. 1036.




punktu podziałowego, będą punktami paraboli spaczonej, wyznaczającej pożądaną wyprzeń; parabolę tę zaostrzamy zazwyczaj jeszcze u dzióba i u tyłu, jednakże w taki sposób, aby nie zmienić przez to ani pola pod wykresową, ani jego środka ciężkości $H$.

Z otrzymanej tak owrężnej łatwo oznaczyć dowolne owręże, które wykreślamy oddzielnie w postaci prostokąta o wysokości $T$, poczem projektujemy zarys wręgi tak, aby pole owrężone było równe polu owego prostokąta *). Wyporność, czyli objętość wyprzeni, równa się polu pod owrężną.

### β. Wykresowa pól wodnicowych.

Jeżeli pełnotliwość wodnicy zasadniczej jest $\alpha$, to jej pole będzie: $\alpha BL$. Wykresowa pól wodnicowych będzie podobną parabolą, jak owrężna (p. powyżej pod $\alpha$ i uwagę poprzedzającą), lecz określoną wzorem:

$$y = (\alpha B L)\left(\frac{x}{T}\right)^{m_1}, \text{ z wykładnikiem } m_1 = \frac{\delta}{\alpha - \delta}.$$

Odcięte $x$ liczymy od wodnicy zasadniczej w dół, a rzędne $y$ wyznaczają nam (podobnie jak poprzednio pod $\alpha$) nie same pola poszczególnych wodnic, lecz ich dopełnienia do wartości pola wodnicy zasadniczej.

*) Archibald Hogg: Tables for constructing ship lines.

Jeżeli oś odciętych przesuniemy równolegle tak, aby przechodziła przez punkt paraboli przynależnej do odciętej $x = T$, to rzędne $y'$, liczone od tej nowej osi, wyznaczają nam bezpośrednio pola wodnic, a pole wycinka paraboli między nową osią i osią rzędnych równa się wyporności, czyli objętości wyprzeni. Środek ciężkości tej wyprzeni leży na tej samej głębokości, co środek ciężkości owego odcinka paraboli, a odległość tegoż środka od wodnicy zasadniczej oznaczamy ze wzoru:

$$\xi = {}^1/_2\, T\left(\frac{\alpha}{2\alpha - \delta}\right).$$

Jeżeli chcemy nadać środkowi wyprzeni pewne, z góry określone położenie, a więc wyższe lub niższe względnie do otrzymanego środka ciężkości odcinka parabolicznego, to wykreślamy parabolę spaczoną w sposób zupełnie podobny, jak powyżej dla owrężnej.

### γ. Obrys wodnicy zasadniczej.

Obrys wodnicy zasadniczej jest parabolą, określoną wzorem:

$$y = {}^1/_2\, B\left(\frac{2x}{L}\right)^{m_2},\ \text{z wykładnikiem}\ m_2 = \frac{\alpha}{1-\alpha}.$$

Dla wzoru tego oś odciętych jest równoległa do podłużnej osi wodnicy, w odstępie $^1/_2\, B$, a osią rzędnych będzie poprzeczna oś wodnicy.

### δ. Zarys wręgi głównej, wzgl. obrys owręża.

Obrys ten jest podobną parabolą, której wzór:

$$y = B\left(\frac{x}{T}\right)^{m_3},\ \text{z wykładnikiem}\ m_3 = \frac{\beta}{1-\beta},$$

odnosimy do osi odciętych. Oś ta jest równoległa do pionowej osi statku w odstępie $^1/_2\, B$ od niej, podczas gdy poprzeczna oś wodnicy zasadniczej będzie osią rzędnych.

### ε. Przekrój skośny (podług Zimmermann'a).

Najważniejszym z przekrojów skośnych jest przekrój przez obło, a więc przekrój płaszczyzną, przełożoną przez podłużną oś wodnicy zasadniczej i przez punkt największej krzywości obła. Obrys tego przekroju możemy określić wzorem paraboli:

$$y = K\left(\frac{2x}{L}\right)^{m_4},\ \text{z wykładnikiem}\ m_4 = \frac{k}{1-k}.$$

Osie spółrzędnych obrane podobnie jak powyżej dla wodnic pod γ. We wzorach tych wielkość $K$ jest największym odstępem obrysu od osi, a więc rzędną w końcach statku; spółczynnik $k$ natomiast jest pełnotliwością pola tego przekroju, a znając pełnotliwość $\varphi = \frac{\delta}{\beta}$ (por. str. 462), możemy wartość $k$ dobrać z tablicy poniższej.

| $\varphi$ | $k$ | $\varphi$ | $k$ | $\varphi$ | $k$ | $\varphi$ | $k$ | $\varphi$ | $k$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,34 | 0,504 | 0,48 | 0,580 | 0,62 | 0,669 | 0,76 | 0,774 | 0,88 | 0,881 |
| 0,36 | 0,513 | 0,50 | 0,592 | 0,64 | 0,683 | 0,78 | 0,792 | 0,90 | 0,900 |
| 0,38 | 0,523 | 0,52 | 0,605 | 0,66 | 0,688 | 0,80 | 0,808 | 0,92 | 0,920 |
| 0,40 | 0,534 | 0,54 | 0,617 | 0,68 | 0,713 | 0,82 | 0,827 | 0,94 | 0,940 |
| 0,42 | 0,546 | 0,56 | 0,628 | 0,70 | 0,729 | 0,84 | 0,845 | 0,96 | 0,960 |
| 0,44 | 0,558 | 0,58 | 0,642 | 0,72 | 0,742 | 0,86 | 0,862 | 0,98 | 0,980 |
| 0,46 | 0,569 | 0,60 | 0,656 | 0,74 | 0,759 | | | | |

Obrys wykreślony podług wzoru należy jeszcze w obydwu końcach uczynić bardziej ostrawym, z zachowaniem jednakże całkowitej wielkości pola, a uskuteczniamy to ponajczęściej na oko.

### 3. Zestawienie wykresów i dalsze projektowanie.

Wyniki całego wykreślenia zestawiamy w tak zwane: **zestawienie wykresowych**, a posiłkując się niem, rozpoczynamy opracowanie ogólnego projektu kadłuba okrętowego, a raczej projektu jego kształtu zewnętrznego. Projekt ten składa się zazwyczaj: 1) z przekroju podłużnego, w który należy wkreślić obrysy kilku przekrojów równoległych, oprócz poosiowego; 2) z planu wodnic; 3) z przekroju poprzecznego, w który należy wkreślić zarysy kilku (zazwyczaj 10-iu) wręg, wzgl. obrysy owręży; 4) z planu przekrojów skośnych.

Podług obrysu wręgi głównej określamy przekroje samej wręgi, poczem przystępujemy do zaprojektowania całego kadłuba, z oznaczeniem przekrojów poszczególnych części ustrojowych. Wykończony projekt kadłuba wypada sprawdzić szczegółowo przez szereg obliczeń, jako to: obliczenia objętości wyprzeni, a więc i wyporu, wagi statku, stateczności statku i wytrzymałości jego części ustrojowych, niepogrążności na wypadek zalania jednej z grodzieni, przegłębia statku, wreszcie przewidzianej prędkości jazdy.

## d. Stateczność, przechył i przegłęb.

Miarą stateczności statku, przechylonego o kąt $\varphi$, jest moment statyczny, usiłujący przywrócić statek w położenie pierwotne. Jest to iloczyn z wyporu i z jego chwilowej odległości od osi ciężkości statku. A że się wielkość wyporu $P$, jako równa wadze statku, podczas przechylania nie zmienia, więc miarą stateczności może być poniekąd samo ramię momentu stateczności, czyli owa odległość wyporu od środka $G$ ciężkości statku (rys. 1037). Pierwotny środek wyporu $F$, wskutek przechylenia przesuwa się w punkt $F_\varphi$. Statek będzie stateczny, jeżeli moment wyporu $P$, a więc moment $P \cdot GH$ będzie miał dążność do przywrócenia statku w pierwotne jego położenie.

Objętość każdego z klinów, zawartych między wodnicą $WL$ a pływnicą $W_1L_1$, oznaczymy przez $v$, środki ciężkości tychże kli-

nów przez $N$ i $N_1$, wreszcie przez $J$ i $J_1$ rzuty tychże środków na (kropkowaną w rysunku) płaszczyznę poziomą, przełożoną przez punkt $O$.

1. **Stateczność statyczna** $S$ (statyczny moment wyporu) będzie:

$$S = P\left(\frac{v J J_1}{V} - FG \sin\varphi\right) \quad \text{(wzór Atwood'a).}$$

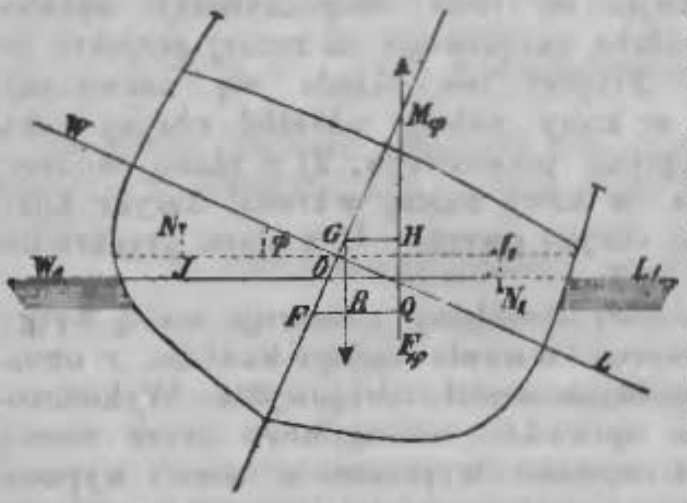
2. **Stateczność dynamiczna** $S_d$ (praca wykonana podczas przechylania) będzie:

$$S_d = \int_0^{\varphi} S \cdot d\varphi = P(F_\varphi H - FG) = P[HQ + QF_\varphi - GF] =$$

$$= P[QF_\varphi - (GF - HQ)], \text{ czyli:}$$

$$S_d = P\left(\frac{v(JN + J_1 N_1)}{V}\right) - FG(1 - \cos\varphi) \quad \text{(wzór Moseley'a).}$$

Rys. 1037.




Drugie wyrazy wzorów powyższych zmienią znak odjemny na dodatny, jeżeli punkt $G$ leżeć będzie nie ponad $F$, lecz poniżej $F$, a więc gdy wartość $FG$ zmieni swój znak. (Wartość $\cos\varphi$ zatrzymuje jednak znak odjemny).

Objętość klina po prawej stronie rysunku musi być równa objętości klina po lewej stronie, gdy się waga statku, a więc i objętość wyprzeni, nie zmienia. W rysunku, a więc w przekroju, pola tych klinów nie są równe, gdyż statek ku dziobowi i tyłowi bywa znacznie szerszy w części wyższej (t. j. zanurzającej się, po stronie prawej), niż w części niższej (wynurzającej się z wody, po stronie lewej). Podczas przechylania statku, pływającego statecznie, jego środek ciężkości $G$ wznosi się, na co niezbędnem jest wykonanie pewnej pracy mechanicznej. Wzniesiony w ten sposób środek ciężkości statku ma dążność do opadania w położenie pierwotne, a może on to uskutecznić przez przywrócenie samego statku w położenie pierwotne.

Przesunięcie środka wyporu, t. j. środka ciężkości wyprzeni, oznaczamy na podstawie zasady: przesunięcie pewnego ciężaru $p$ o $d$ przesuwa środek ciężkości całego układu (o wadze $P$) równolegle do przesuwu $d$, o kresę $\frac{pd}{P}$.

## 1. Przechylanie (około osi podłużnej).

### a. Obliczenie.

Obliczamy podług zasad powyżej podanych stateczność statku dla szeregu przechyłów, w odstępach wzajemnych 7 do 8°, a za-

kończając ów szereg przechyłem, przy którym najniższy punkt przyburcia dosięgnie poziomu wody.

Podobnie wypada obliczyć stateczność dla całego szeregu przechyłów, nietylko dla wodnicy zasadniczej, lecz i dla innych wodnic, a więc dla statku więcej z wody wynurzonego. Szeregi tych obliczeń są bardzo zmudne, a dla statku istniejącego zaleca się oznaczenie i środka ciężkości statku i jego stateczności sposobem poniższym.

### β. Próbne przechylanie statku.

#### Warunki zewnętrzne i przygotowania przedwstępne.

1. Próbę należy wykonać w czasie zupełnego bezwiewu i przy zupełnie zwierciadlistym stanie wody.

2. Oznaczamy ciężkość właściwą wody, na której dokonywamy próby.

3. Statek w stanie pierwotnym powinien stać zupełnie prosto, t. j. bez wszelakiego przechyłu; zęza ma być zupełnie opróżniona; wszelkie przedmioty ruchome należy unieruchomić. Stan wody w kotłach ma być zwykły; wypada sprawdzić zawartości węglowni i pogród wodnych, oraz ich środki ciężkości (węgiel należy zrównać możliwie poziomo, pogrody zaś najdogodniej bądź to napełnić, bądź też opróżnić w zupełności). Przedmioty brakujące na statku, jako też znajdujące się na nim, lecz do niego nie należne, wypada uwzględnić stosownie tak co do ich wagi, jak i położenia ich środków ciężkości.

4. W płaszczyźnie poosiowej statku zawieszamy dwa lub trzy możliwie długie, a ciężkie piony tak, aby na przytwierdzonej obok desce módz znaczyć ich odchyły. Pomierzamy dokładnie dłużę każdego z pionów od punktów zawieszenia do punktu, którego odchyły mamy mierzyć.

5. Naciąż przechyłowy $p$ rozmieszczamy na pokładzie symetrycznie, a więc tak, aby obydwie strony statku zanurzały się jednakowo. Wielkość tego naciążu bywa 0,01 do 0,03 $P$, jeżeli $P$ oznacza wagę całkowitą statku. Możemy też naodwrót założyć kąt przechyłu $\varphi$, jaki zamierzamy osiągnąć, np. około $2^0$, a natenczas obliczyć wielkość potrzebnego naciążu ze wzorów poniższych, wprowadzając w nie wartość $M_\varphi{}'i$ (rys. 1037) podług oceny. Wagę i położenie środka ciężkości poszczególnych części tego naciążu trzeba dokładnie określić.

6. Załoga schodzi ze statku, w przeciwnym zaś razie każdy z załogi musi podczas wymierzania wyników próby nie ruszać się z wyznaczonego mu miejsca.

7. Statek przyczepia się do punktów stałych linami, dokładnie poosiowo, dość luźno, a ustawia wedle możności w kierunku panującego wiatru lub prądu wodnego.

#### Sposób przeprowadzenia próby.

1. Mierzymy zagłęb dzióbowy i tylny.

2. Znaczymy początkowe położenia pionów, a po obu bokach

statku znaczymy pływnicę początkową, a więc chwilowy poziom wody.

3. Połowę naciążu, umieszczoną np. na lewej stronie pokładu, przenosimy na stronę prawą, w położenie symetryczne, poczem mierzymy odchył pionów, a również wynur lewej strony statku i zanur prawej w połowie długości statku, a więc oznaczamy pływnicę statku przechylonego.

4. Przenosimy cały naciąż ze strony prawej na lewą, w położenie symetryczne i powtarzamy wszystkie pomiary.

5. Połowę naciążu przenosimy powrotnie ze strony lewej na prawą, a więc przywracamy stan początkowy i sprawdzamy, czy piony i pływnica powróciły do położenia początkowego.

## Obliczenia wyniku próby.

Wzajemny odstęp między środkami ciężkości obydwóch połów naciążu oznaczamy przez $2d$, czyli odległość środka jednej połowy od płaszczyzny symetryi statku przez $d$. Kąt przechyłu $\varphi$ obliczamy ze związków: $\operatorname{tg}\varphi$ równa się stosunkowi odchyłu pionu do jego dłuży, albo też stosunkowi zanuru, wzgl. wynuru, po bokach statku do połowy szerokości pływnicy początkowej. Stosunek ten obliczamy dla każdego z pionów i dla każdego zanuru i wynuru obydwóch przechyleń statku, a z wartości średniej określamy $\operatorname{tg}\varphi$.

Z projektu statku znamy jego nibyśrodek $M\varphi$ (rys. 1037), niezależny od środka ciężkości samego statku, a położenie tego środka określimy przez kresę $M_\varphi G$, którą obliczamy ze wzoru:

$$M_\varphi G = \frac{p\,d}{(P+p)\operatorname{tg}\varphi}.$$

Moment stateczności statku naciążonego jest $p\,d$ dla przechyłu $\varphi$.

Położenie środka ciężkości i moment stateczności podają nam wzory powyższe dla statku naciążonego. Wartości te dla statku nienaciążonego, a z przedmiotami, których brakowało na nim podczas próby, otrzymamy przez wprowadzenie stosownych poprawek, obliczonych na zasadzie momentów statycznych tych ciężarów.

### γ. Zmiana stateczności przez ciężary ruchome.

Jeżeli ciężar $p$ przesuniemy w poprzek statku o $d$, to środek ciężkości $G$ (rys. 1037) statku o wadze $P$, przesunie się o $\frac{pd}{P}$. Ciężary ruchome przesuwne przy przechylaniu się statku, mogą stanowić poważne niebezpieczeństwo dla jego stateczności. Ładunki nasypne zaczynają się staczać przy przechyleniu o 25°, naciąż wodny zaś w pogrodach przy najmniejszych przechyleniach. Gdyby wskutek takich przesunięć wartość $\Sigma\frac{pd}{P}$ stała się większą od $GH$ (rys. 1037), znikłaby stateczność statku, który natenczas przechyłałby się dalej, aż do zupełnego przewrócenia, o ile przy większych

przechyłach wartość $GH$ nie stałaby się znów większą od $\Sigma\frac{pd}{P}$. Dlatego należy możliwie zapobiegać przesuwności ciężarów, a więc ciężary stałe ładować jak najszczelniej, towarami sypnymi wypełniać poszczególne przedziały aż po sam strop, zmniejszać te przedziały przez przegrody podłużne, a pogrody na ładunki ciekłe (np. naftę) lub na naciąż wodny, wypełniać aż po sam strop. Swobodną przestrzeń, niezbędną na rozszerzanie się cieczy, wytwarzamy natenczas przez rurowate nadstawki pionowe ponad stropem. Ciecz wypełnia nietylko całą pogrodę w zupełności, lecz i dolną część owej nadstawki, skutkiem czego nieznaczne ilości cieczy, przesuwające się w tych nadstawkach podczas przechylenia, pozostają prawie bez wpływu na stateczność statku, gdyż przesuw ich $d$ jest bardzo mały, a to z powodu względnie małej średnicy owych nadstawek. Ciężar swobodny, zawieszony wahliwie, aczkolwiek ruchomy, nie zmienia stateczności statku, gdyż pod tym względem można go uważać za działający w punkcie zawieszenia.

### δ. Stateczność statku z grodzienią zalaną.

Jeżeli poszycie statku jest tak nieszczelne (np. przedziurawione), że woda zaleje jedną lub kilka jego grodzieni, to statek zagłębi się bardziej, a natenczas należałoby obliczyć objętość i środek ciężkości nowej wyprzeni na zasadzie wodnicy wyżej położonej, leżącej w poziomie tej pływnicy, jaka się w istocie ustali. Od całej objętości owej wyprzeni należy potrącić objętość wody, która zalała grodzienie, a więc pojemność tych grodzieni, zmniejszoną o objętość ładunków zalanych. Skutkiem takiego zalania środek ciężkości statku nie zmienia zazwyczaj swego położenia, a że i waga statku wraz z ładunkiem (bez wody zalewającej) pozostaje również bez zmiany, więc objętość nowej wyprzeni (po potrąceniu wody zalewającej) równa będzie objętości wyprzeni pierwotnej, t. j. przed zalaniem statku.

### ε. Stateczność statku pod żaglami.

Pod nieszarpiącem parciem wiatru na żagle, statek przechyla się i ustala swój kąt przechyłu $\varphi$ w ten sposób, że moment stateczności dla tego kąta $\varphi$ pozostaje w równowadze z przechylającym momentem parcia wiatru.

Jeżeli dla odciętych $\varphi$ wykreślimy rzędne, wyrażające przynależne momenty stateczności, otrzymamy zwykłą **wykresową stateczności**. W rys. 1038 przedstawiono taką wykresową $S$ w granicach od $\varphi = 0^0$ do $\varphi = 90^0$, lecz nawiniętą na powierzchnię półwalca, skutkiem czego odcięte zamiast wartości $\varphi$ przedstawiają wartość $(1 - \cos 2\varphi) = 2\sin^2\varphi$. Taka **skurczona** wykresowa stateczności $S$ ma tę zaletę, że wykresowa momentu parcia wiatru przedstawi się w niej w postaci linii prostej $W$. Moment parcia wiatru na żagiel pionowo stojący niechaj będzie $m$, to, gdy statek przechyli się o $\varphi$,

moment ten będzie $m \cos^2 \varphi$. W rys. 1038, gdybyśmy przedłużyli prostą $W$ aż do rzędnej w punkcie 0, to rzędna ta prostej $W$ przedstawiałaby nam moment $m$ dla statku niepochylonego. Dla dowolnego $\varphi$, czyli dla odciętej $2 \sin^2 \varphi$, rzędną $y$ prostej $W$ otrzymamy ze stosunku:

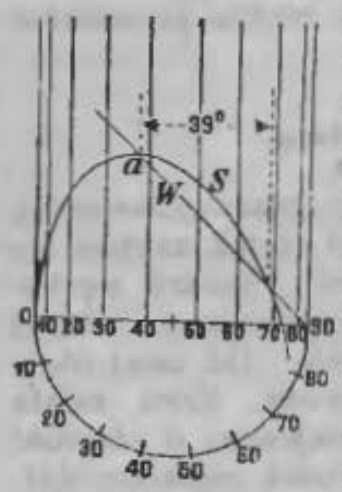
$$2 : m = (2 - 2 \sin^2 \varphi) : y, \text{ czyli}$$

$$y = m (1 - \sin^2 \varphi) = m \cos^2 \varphi.$$

Prosta $W$ przedstawia zatem w istocie wykresową momentu parcia wiatru na żagle.

Podług Rankin'a doświadczenie wykazało, że stateczność statku użaglonego będzie wystarczająca, jeżeli wykresową $W$ tak wkreślimy we wykres stateczności, aby punkty przecięcia się obydwóch wykresowych leżały we wzajemnym odstępie 39°. Gdy statek przechyli się aż do kąta odpowiadającego punktowi przecięcia $a$, moment parcia wiatru równa się momentowi stateczności, gdyż rzędne obydwóch wykresowych są te same. Przy dalszem przechylaniu o następne 39° moment stateczności byłby stale większym od momentu parcia wiatru, czyli stateczność dążyłaby do powrotnego wyprostowania statku, co daje zapas bezpieczeństwa przeciw wywróceniu statku przez uderzenia fali.

Rys. 1038.




Tak przedstawiałyby się stosunki, gdy wiatr wieje strumieniem ciągłym bez uderzeń i podrywów. Uderzenia wiatru powodują jednak w przybliżeniu dwa razy większe przechyły statku, niż ciągły strumień wiatru tej samej prędkości, i dlatego liczą zazwyczaj na przechyły (wskutek wiatru bez podrywów) dwa razy mniejsze, niż wypadałoby z wykresu (rys. 1038). Natenczas wykresowa $W$ przecięłaby wykresową $S$ nie w punkcie $a$ (odpowiadającym przechyłowi 37°), lecz w punkcie odpowiadającym przechyłowi dwa razy mniejszemu (około $18^1/_2{}^0$). Przy nagłem bowiem uderzeniu wiatru miarodajną dla równowagi jest nie stateczność statyczna, lecz dynamiczna, t. j. praca wykonana przez moment stateczności podczas przechylania statku, a praca ta musi znieść pracę parcia wiatru, t. j. naporu pomnożonego przez drogę, jaką środek ciężkości pola żagli przebywa podczas przechylania statku.

Jeżeli wykres skurczony (rys. 1038) rozwiniemy powrotnie z powierzchni półwalcowej na płaszczyznę, to w takim wykresie nieskurczonym pole między wykresową $S$ (wzgl. $W$), a osią odciętych, leżące między osią rzędnych, a dozwoloną rzędną, przedstawi nam pracę stateczności (względnie pracę parcia wiatru). Statek pod uderzeniem wiatru przechyli się zatem aż do kąta $\varphi$, którego rzędna ograniczy jednakowe pola z wykresu $S$ i z wykresu $W$. (Jak już wspomniano, pochyłość wykresowej $W$ powinnaby dla takich uderzeń być mniejsza niż w rys.

1038, a mianowicie punkt $a$ powinienby leżeć na wykresowej $S$ w punkcie odpowiadającym wartości $\varphi = 18^1/_2{}^0$, a natenczas zrównanie się owych dwóch prac, czyli obydwóch pól wykresu nastąpiłoby przy przechyle $\varphi \sim 37^0$).

Podług ostrożnie wkreślonej wykresowej $II'$ (zazwyczaj liczą tak, aby statek w czasie żaglowania przechylał się tylko o 8 do $10^0$, jachty i mniejsze łodzie więcej), oznaczamy wartość jej rzędnej $m$ dla $\varphi = 0$, która przedstawia nam bezpieczny moment parcia wiatru na żagle statku prosto stojącego. Podług tego momentu określamy pole i rozmieszczenie ożaglenia dla wiatrów różnej siły, rozumie się z uwzględnieniem i tej okoliczności, że przechylająca siła wiatru zmniejsza się i w miarę tego, jak się zwiększa kąt, pod którym ustawiamy żagle względem osi statku. Dalsze szczegóły podano na str. 498 i nast.

**Stopniowanie wiatrów podług Beaufort'a.**

| Wiatry | | | | | Fala | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Stopień | Nazwa wiatru | Prędkość wiatru m/sek. | Prędkość wiatru mil morsk./godz. | Parcie wiatru kg/m² | Stopień | Rodzaj fali | Wysokość fal w m |
| 0 | Bezwietrze lub powiewik . . . | 0 do 1,3 | 0 do 2,5 | 0 do 0,2 | 0 | Morze zwierciadliste . . . . . | 0 |
| 1 | Powiew . . . . . | 3,6 | 7 | 1,5 | 1 | Morze spokojne. . . | < 1 |
| 2 | Wietrzyk . . . . | 5,8 | 11.3 | 4,1 | 2 | „ pomarszcz. . | 1 – 2 |
| 3 | Słaby wiatr. . . | 8,0 | 15,6 | 7,7 | 3 | „ pofalowane . | 2—3 |
| 4 | Mierny wiatr . . | 10,3 | 20,0 | 12,6 | 4 | „ rozigrane . . | 3—4 |
| 5 | Dobry wiatr. . . | 12,5 | 24,3 | 18,9 | 5 | „ rozfalowane . | 4—5 |
| 6 | Silny wiatr . . . | 15,2 | 29,6 | 27,9 | 6 | „ wzburzone . | 6—7 |
| 7 | Wicher. . . . . | 17,9 | 34,8 | 38,7 | 7 | Fala spiętrzona. . . | 8—9 |
| 8 | Wicher burzliwy | 21,5 | 41,8 | 55,6 | | | |
| 9 | Burza . . . . . | 25,0 | 48,6 | 75,6 | 8 | Bałwany spiętrzone. | 10—12 |
| 10 | Silna burza . . . | 29,1 | 56,6 | 102,5 | | | |
| 11 | Gwałtown. burza | 35,5 | 65,1 | 135,7 | 9 | Morze rozwścieczone . | > 12 |
| 12 | Orkan . . . . . | 40,2 | 78,1 | 195,5 | | | |

Uwaga. Przy wietrze Nr. 1 statek zaczyna już być posłusznym sterowi, przy Nr. 2 osiąga prędkość 1 do 2 węzłów, przy Nr. 3 prędkość 3 do 4 węzłów, a przy Nr. 4 prędkość 5 do 6 węzłów. Przy Nr. 5 zwijamy nadszczyciele; przy Nr. 6 szczyciele, a wyżle fałdujemy raz; przy Nr. 7 fałdujemy drugi raz wyżle, a dzióble też dwa razy; przy Nr. 8 fałdujemy trzykrotnie wyżle, dzióble i t. p.; przy Nr. 9 fałdujemy zupełnie wyżle i pniele, z wyjątkiem wyżla wielkiego; przy Nr. 10 fałdujemy zupełnie i wyżel wielki; przy Nr. 11 zwijamy wszystkie żagle, nawet dzióble, rozpinając jedynie przewięzieł odburzny, a w jego braku fałdzimy zupełnie wyżel wielki, rozpinając małą tylko jego część przy pęcinie zawietrznej. (Nazwy powyższe żagli i t. p. p. str. 498 i n.).

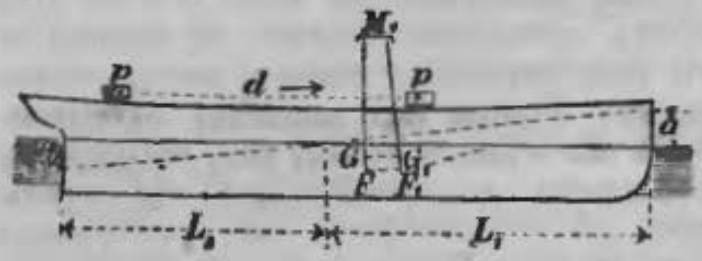
## 2. Pochylenie (około osi poprzecznej) i przegłęb.

Zadanie polega na oznaczeniu zagłębia dzióbowego i tylnego dla danego położenia środka $G$ ciężkości statku i dla danej wagi statku.

### a. Obliczenie podług znanego nibyśrodka.

W rys. 1039 pierwotny środek $G$ ciężkości statku, którego waga jest $P$, przesuwa się do $G_1$, skutkiem czego statek pochyli się aż do pływnicy kropkowanej. Przesunięcie środka ciężkości mogło nastąpić np. przez przesunięcie ciężaru $p$ z położenia pierwotnego w kierunku strzałki o $d$. Jeżeli statek pochyli się o kąt $\psi$, który niechaj będzie względnie mały, to otrzymamy poniższe wzory: zanur dzióbowy $a = L_1 \psi$, wynur tylny $b = L_2 \psi$, a suma:

Rys. 1039.




$$a + b = (L_1 + L_2)\psi = L\psi, \text{ jest przegłębiem.}$$

Nibyśrodek $M_1$ leży na przecięciu się linii $GM_1$, prostopadłej do pływnicy pierwotnej i $G_1M_1$, prostopadłej do pływnicy kropkowanej. Kąt zawarty między $M_1G$ i $M_1G_1$ jest równy kątowi pochylenia $\psi$. Przesunięcie środka ciężkości będzie: $GG_1 = M_1G \cdot \psi$.

**Moment przegłębiający**, t. j. moment, który pochyla statek o wadze $P$ będzie zatem:

$$T_r = P \cdot GG_1 = P \cdot M_1G \cdot \psi,$$

a wprowadzając ze wzoru pierwszego wartość:

$$\psi = \frac{a+b}{L}, \text{ otrzymamy:}$$

$$T_r = P \cdot M_1G \cdot \frac{a+b}{L}.$$

Dla przegłębia jednostkowego, t. j. dla wartości $a + b = 1$ m, jednostkowy moment przegłębiający będzie:

$$T'_r = \frac{P \cdot M_1G}{L}.$$

Znając wielkość przesuwanego ciężaru $p$ i jego przesuw $d$, otrzymamy wprost moment przegłębiający:

$$T_r = pd,$$

który musi być równy poprzednio obliczonemu, a więc:

$$T_r = pd = P \cdot M_1G \cdot \frac{a+b}{L}.$$

Ze wzoru tego otrzymamy wartość **przegłębia**:

$$a + b = \frac{p}{P} \cdot \frac{L}{M_1G} \cdot d.$$

Całkowite przegłębie rozdziela się na zanur $a$ i wynur $b$ w stosunku do kres $L_1 : L_2$, na jakie środek ciężkości pływnicy dzieli jej długość całkowitą $L$. Otrzymamy zatem:

$$\text{zanur } a = (a+b)\frac{L_1}{L}, \quad \text{wynur } b = (a+b)\frac{L_2}{L}.$$

**β. Przegłęb wskutek dodania lub odjęcia ciężaru $p$.**

Jeżeli ciężar $p$ znajduje się w poziomej odległości poosiowej $d$ od środka ciężkości $G$, a ciężar $p$ w stosunku do wagi statku $P$ jest mały, to możemy bez znacznego błędu założyć, że moment przegłębiający będzie:

$$T_r = p \cdot d, \text{ a jest on też} = G G_1 (P \pm p).$$

Otrzymamy zatem przesunięcie środka ciężkości:

$$G G_1 = \frac{pd}{P \pm p}.$$

Dalej postępujemy jak poprzednio, pod $\alpha$, licząc jednak zagłęb środkowy dla wagi statku: $(P \pm p)$.

Jeżeli statek osiądzie na mieliźnie, a więc dotknie gruntu, to odpór gruntu na statek możemy uważać za jednoznaczny z odjęciem ze statku ciężaru, równającego się temu odporowi.

**γ. Przegłęb wskutek zalewu.**

Wagę wody, jaka zalała jedną z grodzieni, uważamy za ciężar, dodany do statku, i postępujemy, jak powyżej pod $\beta$.

**δ. Podłużenie statku przy jego przebudowie.**

Część wstawiona zwiększa swą wagą wagę statku pierwotnego, lecz zwiększa ona również i objętość wyprzeni, a więc i wypór statku. Statek podłużony możemy obliczać albo w ten sam sposób, jak nowo projektowany, albo też zużyć dane z obliczeń projektu pierwotnego dla części nie usuniętych i obliczyć oddzielnie część wstawioną, a wyniki te złączyć nawzajem ze sobą, uwzględniając wzajemne położenia poszczególnych części. Złączenie to polega zatem przeważnie na obliczaniu momentów całych figur ze znanych momentów ich części.

## e. Spuszczanie statku ze śluzyn *).

Spadek śluzyn bywa 1 : 10 do 1 : 20. Najlepiej jednak ułożyć tor po spadku, zakreślającym łuk koła w płaszczyźnie pionowéj.

*) Śluzynami zwie Aleksandrowicz (O drzewie i jego użytkach, Warszawa 1855) tor pochyły, t. j. ślizem leżący, i namydlony, po którym spuszczają się pnie do wody. A że śluz ma i znaczenie ślizgich wydzielin, do których podobnym jest smar na torze więc „helling" nazwaliśmy śluzynami.

Ciśnienie na tor śluzyn $p = 2$ do 4 kg/cm². Prędkość spuszczania średnio 4 do 5 m/sek.

Sposób obliczenia. Obliczamy wagę statku $P$ i położenie jego środka ciężkości. Określamy stan wody, przy którym spuszczenie statku ma się odbyć. Dogodnem będzie wyrysowanie podłużnego zarysu statku, wraz z płozami sań i oznaczeniem środka ciężkości statku, na kalce i przesuwanie tej kalki po podłużnym przekroju toru z wkreślonym poziomem wody.

Statek budujemy na śluzynach w takiem położeniu, aby spuszczać go tyłem do wody. Z chwilą, gdy podczas spuszczania tylnica zetknie się z wodą, rozpoczyna się działanie wyporu, który wszakże jest zmienny, a zwiększa się w miarę tego, jak statek zanurza się w wodę. Wypada obliczyć go dla szeregu kolejnych położeń statku, ześlizgującego się ze śluzyn. Na kalce przesuwanej zaznaczamy kolejne pływnice i obliczamy dla poszczególnych wyprzeni tak ich objętości, jak i środki wyporu, posiłkując się w tym celu obliczeniem owręży, sporządzonem do projektu.

Jeżeli momenty liczyć będziemy względem punktu $O$, w którym statek dotyka sań w części wyżej położonej, a więc przydzióbowej i jeżeli oznaczymy przez:

$P$ wagę całkowitą statku spuszczanego, w t,
$V$ chwilowy wypór zanurzonej części statku, w t,
$a$ poziomą odległość środka ciężkości statku od punktu $O$, w m,
$b$ poziomą, zmienną odległość wyporu od punktu $O$, w m, to otrzymamy:

1) Moment, działający na dociskanie statku do toru śluzyny: $Pa =$ stałej;
2) moment zmienny, działający na uniesienie statku z toru i z sań: $V \cdot b$; wreszcie
3) nacisk w punkcie $O$ na tor: $P - V$.

Wykresowa stałego momentu $Pa$ jest równoległą do osi odciętych wykresu, a wykresową momentu $Vb$ wykreślamy z szeregu jej punktów podług wartości obliczonych. Punkt przecięcia się obydwóch tych wykresowych wyznacza chwilę, w której się dwa owe momenty nawzajem równoważą, a więc chwilę, w której statek, dotychczas się coraz głębiej zanurzający, rozpoczyna powrotnie wynurzać się z wody.

Jeżeli środek ciężkości statku $G$ przekroczy kraniec toru, zanim nastąpi wspomniana powyżej równowaga momentów, to przydzióbowa część statku i sań uniesie się z toru, a tył statku zanurzy się głębiej. Dla bliższego określenia tych pochyleń, należy obliczyć momenty około osi poprzecznej, przełożonej przez kraniec toru. Jeżeli chwilowy odstęp punktu $O$ od krańca toru oznaczymy przez $x$, to moment dążący do zanurzania statku będzie: $P(a - x)$, a moment, dążący do jego wynurzania będzie: $V(b - x)$.

Gdy moment zanurzający jest większy od wynurzającego, dziób statku unosi się z toru; gdy na odwrót moment wynurzający jest większy od zanurzającego, statek wywiera nacisk na punkt $O$, a uno-

si się nad krańcem toru. By nie nadwyrężać statku podczas jego spuszczania, pożądanem jest, aby różnica owych dwóch momentów była możliwie jak najmniejsza.

Jeżeli statek spuszczamy do basenu wodnego, o względnie małej powierzchni, to woda, wyparta przez wyprzeń statku, podnosi poziom w takim basenie tak znacznie, że wypada w obliczeniach uwzględnić i te różnice poziomu wody.

### f. Wznios burty.

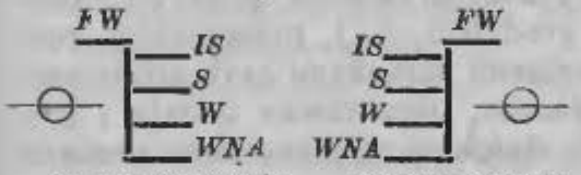
Ściśle biorąc, przez wznios burty rozumiemy wznios ponad wodę najniższego punktu przyburcia pokładowego, w statkach zaś bez pokładu, wznios najniższego punktu samej burty ponad wodę.

Pożądana wielkość wzniosu burtowego zależy od wymaganej stateczności i wymaganej wyprzeni zapasowej, wreszcie od stopnia, w jakim chcemy zabezpieczyć statek od przelewania się przezeń fal, na co nie bez znacznego wpływu pozostaje i zwyżka pokładu. Słowem wznios burtowy zależy przeważnie od wymagań, stawianych przez okrętnika (właściciela statku).

Ponajczęściej w zarysie projektu statku liczymy wznios burty w środku statku około $^1/_3\,H$, t. j. całej jego wysokości bocznej.

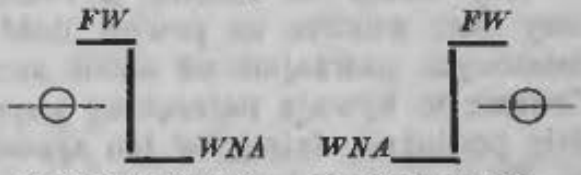
Prawo angielskie z 9-go czerwca 1890 r. wymaga, aby na każdym statku znajdowały się oznaczenia dozwolonych zagłębi ładunkowych, przedstawione w rys. 1040 i 1041.

Rys. 1040.




po prawej stronie po lewej stronie
parowca.

Rys. 1041.




po prawej stronie po lewej stronie
żaglowca.

*FW* oznacza zagłęb w wodzie słodkiej, *IS* w wodach indyjskich latem, *S* na innych morzach latem, *W* zimą, *WNA* zimą na morzu północnem.

Znaki te umieszczają się po obu stronach statku w jego części środkowej, długość kresek ma być 229 mm (9″), grubość zaś 25 mm (1″).

## B. Wnętrze statku.

### a. Pojemność.

Opłaty portowe i t. p. obliczają się zazwyczaj podług pojemności statku. Prawodawstwa różnych krajów określają odmienne sposoby pomiarów tej pojemności, a jako przykład podajemy sposób obowiązujący w Anglii.

Pojemność, wyrażona w tonach rejestrowych, czyli łasztach ang. po 100 stóp sześć. ang., a więc po 2,832 m³, wyraża się wzorem:

$$\text{pojemność} = \delta_1 \frac{L\,B\,T' + A}{100} \text{ łasztów},$$

w którym oznacza:

$L$ dłuż w prześwicie między poszyciem, mierzoną na pokładzie od dzióba do tyłu, w stop. ang.,

$B$ największą, prześwitną szerz statku, mierzoną między poszyciem zewnętrznem, a jeżeli wręgi otrzymały i poszycie wewnętrzne, to mierzoną między temże poszyciem wewnętrznem, w stop. ang.,

$T'$ wyż, mierzoną w środku statku do poszycia obok stępki aż do spodu pokładu, w stop. ang.,

$A$ pojemność nadbudówek ponadpokładowych, w stop. ang.,

$\delta_1$ spółczynnik zależny od pełnotliwości objętościowej $\delta$ (p. str. 462), a mianowicie średnio:

$$\delta_1 = \delta + 0{,}04.$$

**Wartości spółczynnika $\delta_1$.**

| | | |
|---|---|---|
| Dla żaglowców | | 0,7 do 0,74 |
| dla parowców i kliperów | dwupiętrowych | 0,65 |
| | trzypiętrowych | 0,68 |
| dla jachtów ponad 60 łasztów | | 0,5 |
| „ „ mniejszych | | 0,45 |

## b. Grodzienie.

Aby statek nie zatonął w razie przedziurawienia poszycia, dzielimy jego wnętrze na pewną ilość grodzieni, t. j. przedziałów, rozdzielonych nawzajem od siebie szczelnemi ściankami czyli grodziami. Grodzie te bywają najczęściej poprzeczne, lecz nieraz dodają i grodzie podłużne, dzieląc w ten sposób statek na większą ilość grodzieni. W razie przedziurawienia poszycia woda zalewa jednę lub dwie grodzienie, a ich pojemność powinna być tak obliczona, aby podobne zalanie nie pogrążało statku pod wodę, lecz zanurzyło go nie głębiej, jak do najniższego punktu przyburcia pokładowego, jeżeli grodzie sięgają aż do pokładu, względnie aby nie zanurzyło go poniżej tego stropu, do którego sięgają grodzie, a który nazwaliśmy grodźcem.

Przy projektowaniu statku, określiwszy położenie owych grodzi, należy sprawdzić, czy zalanie jednej, wzgl. dwóch sąsiednich grodzieni nie pogrąży statku głębiej, niż powyżej podano, a również, czy wskutek przegłębienia się dzióba, wzgl. tyłu. pokład lub grodziec ma zwyżkę dostateczną, aby jego część przydzióbowa, wzgl. odtylna pozostawała jeszcze ponad wodą. Obliczenia takie najdogodniej przeprowadzać sposobem wykreślnym, a mianowicie za pomocą tak zwanej wykresowej grodzieni, której rzędne oznaczają bezpieczną długość grodzieni w danym punkcie statku, odcięte zaś liczą się w kierunku długości statku. Wykreśliwszy taką wykresową przed zaprojektowaniem grodzi. możemy je stawiać w miejscach dogodnych ze względu na rozkład wewnętrzny statku, bacząc tylko na to,

by wzajemny odstęp sąsiednich grodzi nie był większy niż rzędna wykresowej w danym miejscu.

Zazwyczaj w parowcach osobowych ponad 100 m dłuży, a towarowych ponad 120 m, liczymy na niepogrążność statku przy zalaniu dwóch sąsiednich grodzieni, w parowcach krótszych natomiast przy zalaniu tylko jednej grodzieni. Grodzień przydzióbowa miewa ponajczęściej stosunkowo małą pojemność, gdyż jej poszycie jest najbardziej narażone na przedziurawienie, tak przy zderzeniu się dwóch statków, jakoteż wskutek uderzenia statku o zawady podwodne, skały, pale i t. p.

## c. Ładowność towarów.

Stosunek ilości towaru do niezbędnej przestrzeni, zajmowanej przez niego w towarowni, zwiemy ładownością danego towaru. Jeżeli ilość towaru liczymy na wagę, otrzymamy jego ładowność na wagę, wyrażającą się w tonach na metr sześc. (t/m³); jeżeli natomiast ilość towaru liczyć będziemy podług jego objętości, otrzymamy ładowność na objętość towaru, wyrażającą się w m³ towaru na m³ zajęty w towarowni. Odwrotny stosunek ładowności zwać będziemy ładunkową objętością właściwą, t. j na jednostkę wagi (tonę), lub na jednostkę objętości (m³) samego towaru.

1. **Ładowność objętościowa**, t. j. stosunek objętości samego ładunku do przestrzeni zajmowanej w towarowni:

Walcowate beczki żelazne 80%.
Zboże nasypane lub w workach 75%.
Beczki zwykłe, drewniane 70%.
Węgiel kamienny 60%.
Skrzynki, tłomoki i t p. 10%.

2. **Ładunkowe objętości właściwe**, t. j. zajmowana objętość towarowni w m³ na 1 t towaru.

| | Rodzaj opakowania | m³/t | | Rodzaj opakowania | m³/t |
|---|---|---|---|---|---|
| Asfalt | w bochenkach | 0,57 | sosnina | — | 1,65—1,8 |
| Bawełna niestłaczana | w belach | 5,1 | wiązowe | — | 1,59—2,77 |
| „ stłaczana | „ | 2,6 | Granit lub piaskowiec | bez | 0,42 |
| Belki sosnowe | bez | 1,3 | Groch biały lub okrągły | bez | 1,2 |
| Cegła (250 sztuk/t) | bez | 0,86 | Herbata | w skrzyniach | 2,49—2,6 |
| Cement | w beczkach | 1,1 | Imbier | w skrzyniach | 2,25 |
| Chleb | w workach | 4,0 | Indygo | w skrzyniach | 3,0 |
| Cukier | w workach | 1,25 | Jedwab | w belach | 3,84 |
| | w skrzyniach | 1,72 | Jęczmień | bez | 1,15—1,52 |
| Drzewo: | bez | | Juta | w belach | 1,47—2,31 |
| buczyna | — | 1,26—1,5 | Kamfora | w beczkach | 1,2 |
| dębina | — | 0,96—1,2 | Kawa | w workach | 1,4 |
| heban | — | 0,78—0,9 | Koks | bez | 2,2 |
| jesionowe | — | 1,08—1,35 | Konopie | w belach | 2,4 |
| jedlina | — | 1,5 —1,74 | Korek | w belach | 6,9 |
| klonowe | — | 1,38—1,47 | Kukurydza | bez | 1,38 |
| lipina | — | 1,68—1,77 | Len | w belach | 2,4 |
| mahoń | — | 0,96—1,5 | Lód | bez | 1,5 |
| orzechowe | — | 1,5 —1,62 | Łój | w beczkach | 1,44 |

| | Rodzaj opakowania | m³/t | | Rodzaj opakowania | m³/t |
|---|---|---|---|---|---|
| Łupek | bez | 0,39 | Skórki kożuchowe | w belach | 3,33 |
| Margiel | bez | 0,84 | Skóry solone | bez | 1,42 |
| Masło | w beczkach | 1,46 | Sól kuchenna | w workach | 0,5 |
| Maź pogazowa (smoła) | w beczkach | 1,5 | Syrop | w beczkach | 1,8 |
| Mąka | w beczkach | 1,75 | Torf | bez | 1,7 —2,8 |
| Mąka | w workach | 1,2 | Tytoń | w beczkach | 2,41 |
| Mięso | w beczkach | 1,46 | Wapień | bez | 0,5 |
| Nafta | bez | 1,3 | Wapno gaszone w proszku | bez | 2,00 |
| Nafta | w beczkach | 1,5 | Węgiel brunatny | bez | 1,41 |
| Olej | w beczkach | 1,3 | „ kamienny | bez | 1,3 |
| Owies | bez | 1,46 | Wełna: | | |
| Owoce południowe | w beczkach | 2,4 | niestłaczana | w belach | 7,0 |
| Papier | w belach | 1,34—1,44 | stłacz. nieprana | w belach | 2,5 |
| Piasek | bez | 0,64 | stłacz. prana | w belach | 3,0 |
| Piwo | w beczkach | 1,6 | Wino | w beczkach | 1,2 |
| Popiół | bez | 1,2 | Zaprawa mularska | bez | 0,58 |
| Przędza bawełniana stłaczana | w belach | 5,00 | Zboże (w ogóle) | bez | 1,35 |
| Pszenica | bez | 1,35 | Ziemia zwykła | bez | 0,5 —0,6 |
| Ryż | w workach | 1,38 | „ z pogłębiarki | bez | 0,33 |
| Saletra | bez | 0,96 | Ziemniaki (kartofle) | bez | 1,42 |
| Siano stłaczane | bez | 3,15 | Żelazo (surówka) | bez | 0,27 |
| Siano niestłaczane | bez | 4,2 | Żyto | bez | 1,35 |
| Słonina | w skrzyniach | 1,55 | Żwir | bez | 0,7 |
| Smalec | w beczkach | 1,76 | | | |

Na zapasy żywności liczy marynarka niemiecka na tydzień i osobę: Wody 140 l.

Na jednostkę załogi: mięsa 3,3 kg = 0,0234 m³; chleba: 4,51 kg = 0,0106 m³; żywności suchej: 2,98 kg = 0,0372 m³: wódek 0,50 kg = 0,0053 m³.

Dla komendanta 127 kg ogółem. a na oficera po 40 kg.

## d. Wewnętrzne urządzenie statku.

1. **Węglownie** im będą szersze, tem łatwiej ładowne. Szerokość ich niema być mniejsza od 0,8 m, czeluście do nasypywania przynajmniej 500 mm średnicy; wymiary znacznie większe są pożądane. W 1 m³ węglowni możemy pomieścić 0,8 do 0,85 t węgla kamiennego.

2. **Mieszkania** (przepisy niemieckie). Na każdego wychodźcę, jadącego statkiem ma być przynajmniej 2,85 m³ przestrzeni pod pokładem, oraz 0,25 m² obszaru na pokładzie, a to zupełnie swobodnych od towarów i tłómoków. Jeżeli prześwit między stropami jest większy niż 2,4 m, to owa przestrzeń swobodna oblicza się tak, jak gdyby wysokość była tylko 2,4 m. Piętro, zajęte przez wychodźców, ma być przynajmniej 1,83 m wysokie od podłogi do sufitu, podłoga ma być szczelna, a znajdować się na takim poziomie, aby w czasie jazdy można jeszcze było otwierać okna. Gdy wychodźcy mają mieszkać na piętrze, bezpośrednio pod pokładem żelaznym się mieszczącem, to pokład taki powinien otrzymać wykładzinę drewnianą. Ponad mieszkaniami wychodźców nie wolno ustawiać bydła przewożonego. **Tapczany** mają być przynajmniej 0,6 m szerokie,

przegrodzone nawzajem niskiemi ściankami, aczkolwiek dozwala się i para tapczanów bez takiej przegrody. Nie wolno ponad sobą umieszczać więcej niż dwa tapczany, z których dolny musi się wznosić przynajmniej 0,15 m nad podłogę, a górny pozostawać w odstępie przynajmniej 0,75 m od sufitu. Na każde 100 wychodźców należy urządzić oddzielne **schody**, przynajmniej 0,8 m szerokie, z poręczami, a wiodące wprost na pokład.

Umywalnie, zaopatrzone w stosowną ilość umywalników mają być oddzielne dla mężczyzn, a oddzielne dla kobiet, ogólne takie umywalnie stają się jednak zbędnemi, jeżeli wychodźcy sypiają nie w salach ogólnych, lecz w oddzielnych alkierzach (nie ponad 6 osób w każdym), zaopatrzonych w umywalniki. Na statkach, przekraczających 30° szerokości ku równikowi, należy obowiązkowo urządzić kąpiele i dla wychodźców, chociażby w postaci natrysków. Na każde 50 mężczyzn, wzgl. kobiet liczy się przynajmniej po jednym ustępie.

Na każdą setkę wychodźców należy dodać po 10 $m^3$ objętości w alkierzach dla chorych, oddzielnych dla mężczyzn i dla kobiet, a na każdego chorego, pomieszczonego w takim alkierzu liczy się po 5 $m^3$ przestrzeni.

Przestrzenie zamieszkane na statku trzeba **przewietrzać** należycie, zaopatrując je w oddzielne nawiewniki i wywiewniki. Przewietrzanie statku urządzamy najdogodniej, wyprowadzając przewiewki (rury przewietrzające) aż ponad pokład i nasadzając na ich końce czepkowate nasady pokrętne. Czepce takie na nawiewkach zwracamy w stronę dążności jazdy, by się w nie powietrze wtłaczało samoczynnie, a zwracamy je w stronę odwrotną na wywiewkach, by prąd powietrza ssał z nich powietrze zepsute.

## C. Osprzęt.

(z wyłączeniem ożaglenia, wzgl. urządzenia silnikowego).

### a. Ster.

**1. Wielkość pióra sterowego**, a raczej jego pole w stosunku do podłużnego przekroju wyprzeni, zależy od pożądanej zwrotności statku i bywa:

| | |
|---|---|
| na parowcach transatlantyckich . . . . . | $^1/_{50}$ do $^1/_{70}$ $LT$, |
| na takichże pospiesznych . . . . . | $^1/_{85}$ $LT$, |
| na towarowcach parowych na dalekie jazdy . . | $^1/_{40}$ do $^1/_{60}$ $LT$, |
| na małych parowcach i żaglowcach . . . . . | $^1/_{40}$ do $^1/_{50}$ $LT$, |
| na holowcach i promach . . . . . | $^1/_{30}$ $LT$, |
| na wojowcach . . . . . | $^1/_{30}$ do $^1/_{50}$ $LT$, |

a mianowicie pancerniki miewają mniejsze pola sterowe, krążowce zaś większe.

By zapewnić stateczność położenia steru odciążonego, wypada umieszczać przed jego osią nie więcej niż $^1/_4$ całkowitego pola pióra.

**2. Średnicę osi steru** obliczamy podług wzoru poniższego:

$$d = \sqrt[3]{0{,}08\, F r v^2} = 0{,}43 \sqrt[3]{F r v^2}.$$

w którym oznacza:

$d$ średnicę osi, w cm,
$F$ pole pióra sterowego, w m²,
$r$ odległość środka ciężkości tego pola od osi, w cm,
$v$ prędkość płynięcia w węzłach (w milach morsk/godz.).

Jeżeli znamy napór $R$ wody na ster, to moment skręcający oś steru będzie $Rr$, a z niego możemy obliczyć wymiary osi i osprzętu sterowego, wymagane ze względu na wytrzymałość. Podług Middendorf'a, który do poniższego wzoru Rankin'a dodał spółczynnik $\varepsilon$ jest:

$$R = 11\, F \varepsilon v^2 \sin^2 \alpha.$$

W tym wzorze $\alpha$ oznacza kąt odchylenia steru (35 do 40° na wojowcach, a 40 do 43° na handlowcach), $\varepsilon$ natomiast spółczynnik, o wartości:

$\varepsilon = 1$ dla żaglowców,
$\varepsilon = 1{,}1$ dla kołowców,
$\varepsilon = 1{,}2$ dla śrubowców.

Podług Rankin'a $R = 11\, F v^2 \sin^2 \alpha$,
„ Weisbach'a $R = 34{,}5\, F v^2 \sin \alpha\,(1 - \cos \alpha)$.

Obydwa te wzory dają wyniki jednakowe dla wartości $\alpha = 35^1/_3{}^0$.

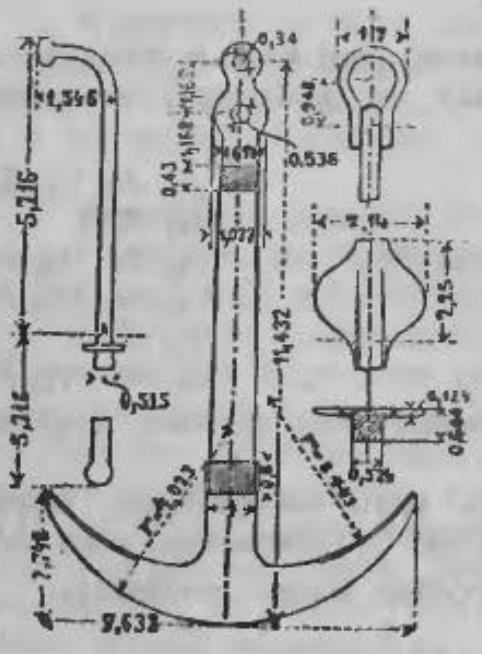
Pół minuty powinno starczyć na przestawienie steru z jednego położenia skrajnego w drugie.

Obliczywszy osprzęt sterowy, dodajemy około 40% na ścieranie się przewodów łańcuchowych, prętownikowych i t. p.

## b. Kotwice, łańcuchy i przywięzie z przynależnościami.

1. **Kotwice** zwykłe (rys. 1042) składają się z trzonu z poprzeczką i dwóch ramion zakończonych pazurami. Przy zapuszczaniu kotwicy, poprzeczka kładzie się na dno morskie, skutkiem czego jedno z ramion, leżących w płaszczyźnie prostopadłej do poprzeczki, wciska się swym pazurem w grunt, pod wpływem ciężaru kotwicy. Większy z dwóch wymiarów przekroju trzona, w pobliżu ramion oznaczymy przez $d_0$, a w rysunkach 1042, 1043 i 1044 wpisane wymiary wyrażono w owem $d_0$ jako jednostce. Dla kotwicy zwykłej (rys. 1042) bywa $d_0$ w mm:

Rys. 1042.




Jednostka wymiarów $d_0$

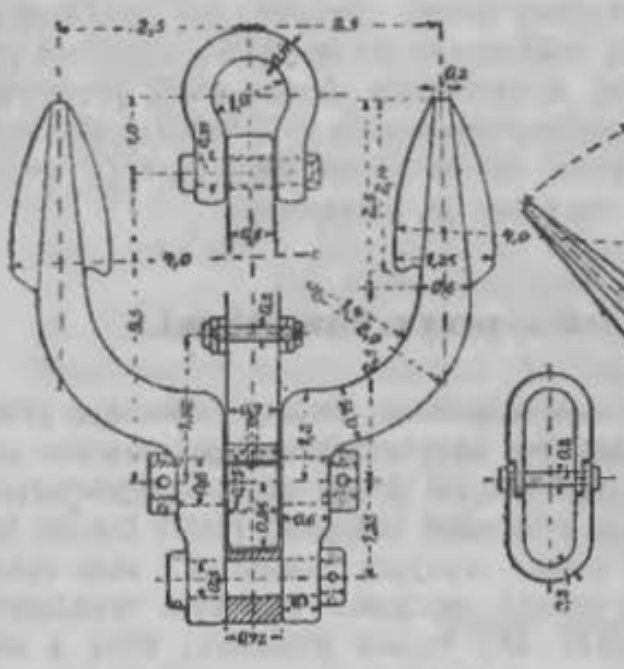
$$d_0 = 22{,}7 \sqrt[3]{G}$$

jeżeli $G$ oznacza całkowitą wagę kotwicy w kg. Dla kotwicy przegubowej (rys. 1043 i 1044) będzie:

$$d_0 = 18{,}8 \sqrt[3]{G}\ .$$

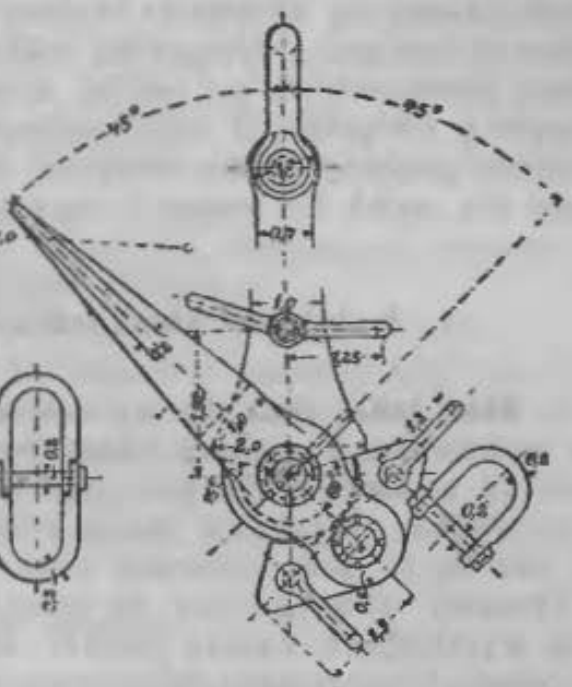
2. **Łańcuchy** (p. T. I str. 525 i n.). Jeżeli $d$ jest średnicą przekrojów ogniwa w mm, to waga łańcucha kotwicznego będzie:

Rys. 1043.



Jednostka wymiarów $d_0$.

Rys. 1044.



Jednostka wymiarów $d_0$.

$0{,}0246\,d^2$ kg/m. Wagi takich łańcuchów podaje tablica poniższa:

| Średnica przekrojów ogniwa mm | Waga kg/m | Średnica przekrojów ogniwa mm | Waga kg/m | Średnica przekrojów ogniwa mm | Waga kg/m | Średnica przekrojów ogniwa mm | Waga kg/m | Średnica przekrojów ogniwa mm | Waga kg/m | Średnica przekrojów ogniwa mm | Waga kg/m |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 16 | 5,5 | 30 | 19,4 | 44 | 41,7 | 58 | 72,5 | 72 | 111,7 | 86 | 159,4 |
| 18 | 7,0 | 32 | 22,1 | 46 | 45,6 | 60 | 77,6 | 74 | 118,0 | 88 | 166,9 |
| 20 | 8,6 | 34 | 24,9 | 48 | 49,6 | 62 | 82,8 | 76 | 124,5 | 90 | 174,5 |
| 22 | 10,4 | 36 | 27,9 | 50 | 53,9 | 64 | 88,3 | 78 | 131,1 | 92 | 182,4 |
| 24 | 12,4 | 38 | 31,1 | 52 | 58,3 | 66 | 93,9 | 80 | 137,9 | 94 | 190,4 |
| 26 | 14,6 | 40 | 34,5 | 54 | 62,8 | 68 | 99,6 | 82 | 144,9 | | |
| 28 | 16,9 | 42 | 38,0 | 56 | 67,6 | 70 | 105,6 | 84 | 152,0 | | |

3. **Przywięź z przynależnościami.** Statek u przystani przywiązujemy do **przywięźli** nadbrzeżnych, do **trójpali** w porcie, do **pław** i t. p. za pomocą **przywięzi**, t. j. grubych lin, które petlą zakładamy zazwyczaj na owe przywięźle, drugi zaś ich koniec, pozostający na statku przeprowadzamy przez **ucha przyburtowe** i doprężamy tak, aby statek, przytwierdzony kilku takimi przywięziami w dwóch lub więcej kierunkach, stał możliwie nieruchomo. Na małych statkach doprężają taką przywięź majtkowie od ręki, na więk-

kszych zaś służą do tego celu dźwigarki. Przywięź w czasie przystawania statku obkładamy około **uwięźla** przyburtowego, po którym przywięź ślizga się, a jej tarciem hamujemy też resztę ruchu statku. Po ostatecznem zatrzymaniu statku przywięź przyczepia się na stałe do owego uwięźla przyburtowego za pośrednictwem węzła, albo za pośrednictwem jej obmotania cieńszą linką. Przywięziel nadbrzeżny dogodniej zastąpić przyciągarką, zwłaszcza dla statków, które nie posiadają dźwigarek na pokładzie, a natenczas można petlę przywięzi zaczepić o uwięziel lub ucho przyburtowe statku, a obłożywszy drugi koniec przywięzi kilku zwojami około bębna przyciągarki. przyciągać nią statek do brzegu i dopręžać ją ostatecznie.

## c. Łodzie na statkach z przynależnościami.

1. **Ilość łodzi**, jaka ma się znajdować na statku, określają przepisy państwowe i przepisy związków okrętniczych, a mianowicie zależnie od pojemności statków jako też od ilości osób, znajdujących się na statku. Właściwie statek powinien posiadać tyle i takich łodzi, aby się w nich pomieścić mogli wszyscy podróżni i cała załoga. Przepisy obowiązujące są jednak poczęści pod tym względem mniej wymagające, żądają jednak, aby łodzie właściwe, wraz z dodatkowemi urządzeniami ratunkowemi, jako to: łodziami składanemi, tratwami ratunkowemi i t. p., starczyły na zabranie wszystkich ludzi ze statku.

Poszczególne łodzie na wojowcach, zwłaszcza na większych, rozróżniamy nazwami międzynarodowemi, a mianowicie: największa łódź, dwumasztówka, lub parowa, na setkę ludzi, uzbrojona działami, zwie się **barkasą**, a podobna łódź nieco mniejsza **pinasą**. **Kutrami** zwiemy łodzie do zwykłego użytku, **gigiem** łódź komendanta, budowy ostrawej, ze względnie znaczną ilością wioseł, w celu zwiększenia prędkości jazdy. Najmniejsza łódź na statku zwie się **dżolą**. Łodzie okrętowe otrzymują napęd od wioseł, żagli lub śruby, która znów napędza się silnikami parowymi, naftowymi i t. p. Łodzi mniejszych niż 3 $m^3$ pojemności na ogół nie używają.

Łodzie spuszczamy ze statku do wody za pomocą dwóch żórawików obrotnych, których słup łagodnem zakrzywieniem przechodzi w wysięgnicę. Na końcu wysięgnicy mieszczą się krążki stałe wciągów linowych, których krążki ruchome przyczepiają się do łodzi w dwóch punktach, t. j. w blizkości jej dzióba i tyłu. Średnicę $d$, w łożysku naszyjnem takiego żórawika, oznaczamy ze wzoru:

$$d = 0{,}223 \sqrt[3]{G\,(a + 0{,}18\,h)} \text{ cm},$$

w którym $G$ oznacza wagę połowy łodzi z załogą w kg, $a$ wysięg żórawika w cm, wreszcie $h$ wysokość od łożyska naszyjnego do górnego końca, który, podobnie jak i czop dolny, otrzymuje średnicę $^2/_3\,d$.

## D. Waga statku.

### 1. Statki drewniane.

Doświadczenie poucza, że, gdy statek zagłębia się we wodę na $^2/_3$ swej wysokości bocznej $H$, posiada on ładunek, równający się $^3/_4$ do $^4/_5$ największego ładunku dozwolonego. Jeżeli wypór statku przy takiem zagłębiu ($^2/_3 H$) oznaczymy przez $P$, to waga samego statku wraz z masztami, ożagleniem, osprzętem, urządzeniem wewnętrznem, załogą i zwykłym zapasem żywności, lecz bez ładunku będzie w przybliżeniu:

0,41 do 0,44 $P$ dla statków dębowych, dosięgając wartości:
0,5 $P$ przy ciężkiej budowie;
do $^1/_3 P$ dla statków sosnowych.

Wagę statku w kg możemy też ocenić z zasadniczych jego wymiarów $L$, $B$, $H$ w m, podług wzorów poniższych:

140 do 160 $LBH$ dla statków większych,
100 do 125 $LBH$ dla jachtów,
do 45 $LBH$ dla małych statków.

### 2. Statki żelazne.

Wagę statku żelaznego, wraz z przynależnościami jak powyżej pod 1., lecz bez ładunku, oceniamy podług danych poniższych, w których cyfry oznaczają stosunek wagi statku w kg do $LBH$ w $m^3$:

| | |
|---|---|
| Statki o pokładzie całkowitym | 180 do 220. |
| Statki o pokładzie przerwistym | 160 — 180. |
| Małe statki | 150 — 160. |
| Holowce i odlodowce | 200 — 230. |
| Strażowce (portowe i celne) | 130 — 150. |
| Takie same, lecz lekko zbudowane | do 100. |
| Parowce rzeczne, lekkiej budowy, z nadbudówkami na całej długości, np. osobowce na Renie | 150 — 155. |
| Pancerniki | 130 — 140. |
| Krążowce opancerzone (na poszyciu) | 125 — 135. |
| Krążowce opancerzone (z pancerzem i na pokładzie) | 120 — 140. |
| Działowce (kanonierki) | 170 — 180. |
| Torpedowce | 95 — 105. |
| Sam kadłub okrętowy waży średnio | 100 do 160 $LBH$. |

Nadbudówki, t. j. piętra nadpokładowe, uwzględnimy najwłaściwiej, rozkładając ich objętość równomiernie na cały pokład i powiększając wartość $H$, o grubość tej warstwy rozłożonej na pokładzie.

## E. Wytrzymałość statku.

Statek pływający uważamy za belkę wydrążoną, na którą z dołu w górę działa wypór, rozłożony na długość tej belki w ten sposób, że w dowolnym punkcie odciążenie to pozostaje w prostym stosun-

ku do przekroju wyprzeni, a obciążenie tej belki z góry w dół wynika z wagi poszczególnych części statku i ładunku.

Największe naprężenie w takiej belce pojawi się, gdy statek spoczywa na fali równo długiej jak sam statek, a mianowicie w dwóch przypadkach: a) gdy wierzchołek fali leży w pośrodku statku, a przyległe jej wklęsy w końcach statku; b) gdy środek statku znajduje się nad wklęsem fali, końce zaś na przyległych jej wierzchołkach. Wytrzymałość statku należy obliczyć dla obydwóch tych przypadków skrajnych, aczkolwiek ponajczęściej przypadek z pod a) będzie najbardziej niebezpieczny.

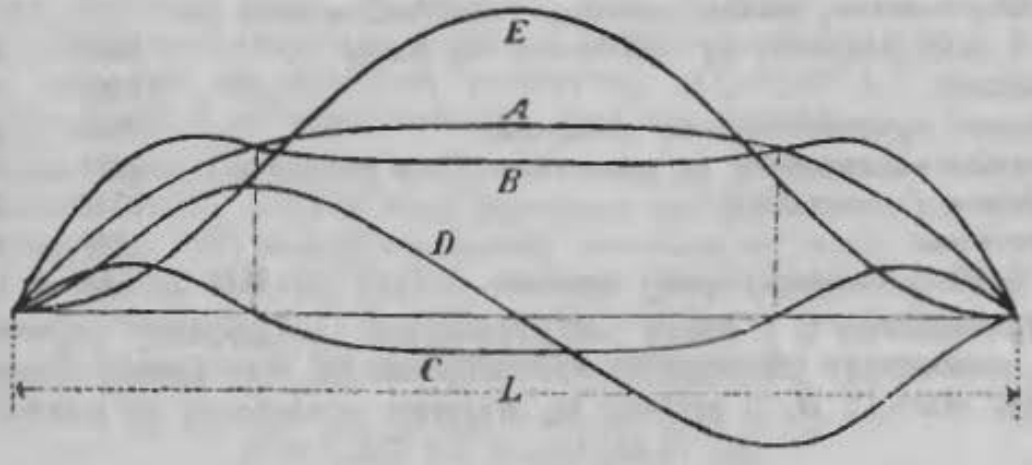
Krótsze lub dłuższe fale, przy jednakowej wysokości są mniej niebezpieczne: krótsze zmniejszają bowiem rozpiętość belki niepodpartej, dłuższe zaś mają łagodniejszy przebieg krzywości samej fali.

Wytrzymałość statku obliczamy zatem na falę o długości $L$, a wysokości $^1/_{20}\,L$, od dna do wierzchołka, wykreślając zwierciadło fali w przekroju podłużnym w postaci **trochoidy.**

Trochoidę tę wykreślamy w sposób następujący: zakreślamy koło o średnicy $^1/_{20}\,L$, a na jego stycznej w punkcie najniższym, a więc na stycznej poziomej, odcinamy od punktu styczności w obydwie strony kresy $^1/_2\,L$. Obwód koła i całą kresę L dzielimy na jednakowe, zresztą dowolne, najdogodniej parzyste ilości równych części. Punkty podziałowe obwodu łączymy z punktem styczności, a do tych połączeń kreślimy równolegle przez odpowiednie punkty podziałowe kresy $L$. Przecięcie się każdej takiej równoległej z poziomą, przełożoną przez przynależny punkt podziałowy obwodu koła, wyznaczy nam punkt żądanej trochoidy, którą wkreślamy od ręki, przeprowadzając ją przez wyznaczony w ten sposób szereg jej punktów. Wzajemna przynależność punktów podziałowych obwodu i kresy liczy się tak, że środek kresy odpowiada wierzchniemu punktowi koła. Od tych, do siebie przynależnych punktów liczymy następne, nawzajem przynależne, kolejno od tych punktów głównych, a mianowicie w obydwie strony, t. j. na prawo, względnie na lewo.

Podług kształtu fali wykreślamy nad kresą o długości $L$ (rys. 1045) szereg wykresowych, a mianowicie: wykresową $A$ wyporu, oraz wykresową $B$ wag statku. Rzędne wykresowej $A$ przedstawia-

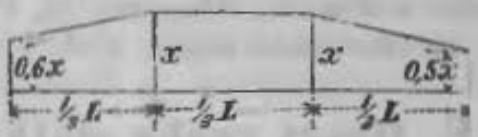
Rys. 1045.




ją siłę wyporu na jednostkę długości (odciążenie jednostkowe), rzędne zaś wykresowej $B$ wagę statku na jednostkę długości (obciążenie jednostkowe) w danym punkcie. Całkowite pola między osią poziomą, a temi wykresowemi, przedstawiają nam cały wypór, wzgl. wagę statku, które muszą być nawzajem sobie równe. Wykresową $B$

wykreślamy podług znanego rozkładu obciążenia wagą statku i ładunkiem. Wykreśloną trochoidę przesuwamy w górę, wzgl. w dół, oraz pochylamy względnie do statku tak, aby pole wykresu $A$ stało się równem polu wykresu $B$, oraz aby środek ciężkości pola $A$ leżał na tym samym pionie, co środek ciężkości pola $B$. Poszczególne rzędne wykresowej $A$, dla założonego położenia trochoidy, oznaczamy jako równe polom przynależnych owręży, dla znanego ich zanurzenia w trochoidę, t. j. we falę.

Rys. 1046.




Rozłożenie ciężaru statku i ładunku na jego długość, a więc wykresową $B$, możemy wykreślić z przybliżoną dokładnością, w sposób przedstawiony w rys. 1046, licząc wartość $x$ jako równą całej wadze statku z ładunkiem, podzielonej przez $0{,}85\,L$, przyczem rzędna $0{,}5\,x$ dotyczy dzióba statku, a rzędna $0{,}6\,x$ jego tyłu.

Jeżeli na statku mamy poszczególne, niezwykłe, większe ciężary, to rozkładamy w sposób, przedstawiony w rys. 1046, tylko wagę statku z potrąceniem tych niezwykłych ciężarów, które rozkładamy oddzielnie na przynależne kawałki długości, zwiększając na nich stosownie wysokość wykresu. Poprawiony w ten sposób wykres zaokrąglamy łagodnie w załomach, poczem przedstawi się on, np. w postaci wykresu $B$ (rys. 1045). Różnice rzędnych wykresowej $A$ i wykresowej $B$ są różnicami odciążeń i obciążeń belki, czyli obciążeniami belki, występującemi czynnie, a zestawiamy je w wykresie $C$, którego rzędne są czynnemi obciążeniami jednostkowemi belki w danym punkcie. Pole wykresu $C$, ponad dowolną częścią długości statku, przedstawia sumę obciążeń czynnych na tejże części. Jeżeli pola te liczyć będziemy od lewego końca kresy $L$ aż do dowolnej rzędnej, i na niej odetniemy wielkość tego pola, to otrzymamy wykresową $D$, której dowolna rzędna przedstawia nam **siłę tnącą** w danym przekroju belki.

Jeżeli w podobny sposób pola wykresu $D$ zestawimy jako rzędne, otrzymamy wykresową $E$ **momentów gnących**. Dowolna rzędna wykresowej $E$ przedstawia nam moment gnący w przynależnym przekroju. Dzieląc ten moment gnący przez moment wytrzymałości przekroju, otrzymamy wreszcie naprężenia skrajne w danym przekroju.

Jako przekrój belki przeginanej liczymy przekroje ustrojowych części statku, rozciągające się na znaczniejszą jego długość, a więc nie tylko przy poszyciu statku, lecz i w podłużnych ściankach przedziałowych i we wiązaniach pośrednich. Do obliczenia momentu bezwładności (a więc i wytrzymałości) poszczególnych przekrojów statku żelaznego, doliczamy deski pokładowe, lecz tylko w wartości 4% istotnego ich przekroju, uwzględniając w ten sposób mniejszą wytrzymałość drzewa w stosunku do żelaza. Po ściskanej stronie belki liczymy całkowite przekroje części ustrojowych, natomiast po stronie rozciąganej potrącamy 12,5% na dziury nitowe i t. p.

Wytrzymałość statku obliczamy zazwyczaj z 4 do 5-io krotnem bezpieczeństwem, dla parowców bardzo długich starczy nawet 2 do

3-krotne bezpieczeństwo, jeżeli obliczamy statek podług wskazówek powyższych, albowiem fale, o założonej poprzednio długości i wysokosci, będą o wiele większe od tych, na jakie statek może istotnie być wystawiony (p. T. I str. 271).

Przybliżoną wartość największego momentu, gnącego statek, otrzymamy z wzoru: $M_{max} = {}^1/_{30}\, P L$, w którym $P$ oznacza wagę statku, wraz z ładunkiem, a $L$ dłuż statku.

## F. Opory ruchu statku płynącego, jego prędkość i moc napędu.

### a. Jednostki prędkości.

Jednostką prędkości jest mila morska na godz., czyli jedna minuta, a więc $^1/_{60}$ stopnia południka na godz. Jednostka ta otrzymała miano **węzła,** a mianowicie od węzłów na lince **loga,** t. j. miernika prędkości płynięcia. Jedna mila morska = 1852 m (w Anglii zaś 1853 m, a dla statków wojennych 1855 m), a odstępy między węzłami linki logowej dla używanej w Niemczech klepsydry 28-sekundowej obliczy się na: $(1852 : 3600)\, 28 = 14{,}4$ m, w istocie jednak, uwzględniając uślizg deszczułki logowej w wodzie, potrącają jeszcze 5% z tej wartości, tak że odstęp międzywęzłowy będzie w tych warunkach 13,68 m.

Jeżeli na przepłynięcie jednej mili morskiej zużywamy $t$ sekund, to prędkość statku w mil. morsk. na godz., czyli jego prędkość w węzłach będzie: $3600 : t$.

Drogą na dobę zwiemy w żeglarstwie drogę, przebytą w okresie czasu od południa jednego dnia do południa następnego. Chcąc z drogi na dobę obliczyć średnią prędkość, należy uwzględnić różnicę czasu między punktami skrajnymi tej drogi na dobę, licząc na każdy stopień długości geograficznej po 4 minuty różnicy czasu. Różnicę tę należy dodawać do 24 godzin, jadąc na zachód, a odejmować, płynąc na wschód. Podobną różnicę czasu należy uwzględniać wogóle przy dłuższych podróżach, chcąc z całej przebytej drogi obliczyć prędkość średnią.

### b. Jazdy próbne.

Przed taką próbą należy sprawdzić jak najszczegółowiej ogólny stan statku, jego ożaglowania, wzgl. urządzenia silnikowego i pędziszów, pomierzyć zagłębie przednie i tylne. Natomiast przy obliczaniu wyników wypada uwzględnić wpływ prądów wodnych, jakoteż i głębokości wody, gdyż opór statku bywa mniejszy na wodach głębokich.

Na parowcach w czasie jazdy próbnej należy dokładnie mierzyć wydawaną moc silnika, ilość jego obrotów, jakoteż zużycie węgla i wody w kotłach, przyczem trzeba uwzględnić moc i wydajność dodatkowych silników i urządzeń, oraz ich udział w zużyciu węgla i wody.

Do oceny wartości całego urządzenia silnikowego i samego statku, oraz do porównania danego parowca z innymi nadają się przedewszystkiem próby jazdy z prędkością zmieniana co pewien okres czasu lub odstęp drogi.

**Dosięg jazdy** parowca jest to ta największa droga, jaką statek przebyć może z prędkością określoną, przy zużyciu całego normalnego zapasu węgla. Dosięg statku obliczamy z ilości węgla zużytego podczas jazdy próbnej na przebycie pewnej drogi w określonym czasie.

## c. Oznaczenie oporu statku i mocy silnika.

### 1. Wskazówki wytyczne.

Przy niezmiennych warunkach pozostałych **opór ruchu statku wzrasta w stosunku kwadratu prędkości**. Moc niezbędna na przezwyciężenie tego oporu, jako równa oporowi pomnożonemu przez prędkość, wzrasta zatem w stosunku trzecich potęg prędkości jazdy.

**Moc wskazana** $Ni$ równa się sumie: mocy użytkowej zużytej na poruszanie statku, strat na tarcie i t. p. w pędziszu, w jego pędni i w samym silniku, wreszcie mocy zużytej na napęd urządzeń dodatkowych, wraz z ich tarciem i t. p. Zazwyczaj sama moc użytkowa $N_e$, zużyta na przezwyciężenie oporu ruchu statku, bywa zaledwie 0,45 $N_i$.

Miarą mocy jest moc konia $MK$, czyli koń mechaniczny, a o jego wielkości w różnych krajach p. T. I str. 194, o obliczeniu pędziszy natomiast p. str. 505 i n.

### 2. Wzory ocenne.

Wzory te można stosować jedynie do oceniania niezbędnej mocy wskazanej parowców, zbudowanych i napędzanych podobnie do tych, podług jakich oznaczono spółczynniki.

Jeżeli pole owręża zasadniczego oznaczymy przez $\Omega$, to:

$\alpha)$ $N_i = \Omega \left(\frac{v}{m}\right)^3$ (wzór francuski).

$\beta)$ $N_i = \frac{v^3 \cdot D^{2/3}}{C}$ (wzór angielski).

$\gamma)$ $N_i = \frac{\Omega \cdot v^3}{C_1}$.

Wartości spółczynników $m$, $C$ i $C_1$ dla wzorów powyższych należy zaczerpnąć z tablicy str. 492.

$\delta)$ $N_i = \varrho \times$ powierzchnia ogrzew. kotłów (w $m^2$).

(dalszy ciąg str. 493).

## Tablica wartości spółczynników $m$, $C$ i $C_1$.

| Rodzaj statku | Dłuż $L$ m | Waga $P$ t | Pole owrę-ża $\Omega$ m² | Prędkość $v$ węzłów | $N_i$ $M$ | $\frac{N_i}{P}$ | Spółczynniki $m$ | $C$ | $C_1$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wielki parowiec pospiesz. | 202,00 | 22900 | 166,5 | 23.52 | 37800 | 1,65 | 3,86 | 277 | 57 |
| „ „ „ | 190,50 | 21385 | 148,7 | 22,00 | 27000 | 1,31 | 3.84 | 292 | 57 |
| „ „ „ | 153,16 | 11540 | 114,7 | 19,80 | 16100 | 1,39 | 3.83 | 245 | 55 |
| „ „ pocztowy | 159,32 | 17460 | 138,5 | 16,5 | 9000 | 0,52 | 4,10 | 336 | 69 |
| Mniejszy parowiec osobowy | 69,50 | 2200 | 44.3 | 10,0 | 1050 | 0,48 | 3 48 | 162 | 43 |
| Parowiec kanałowy . . . | 103,63 | | 30,0 | 22,2 | 8135 | | 3,44 | | 40 |
| „ „ . . . | 84,73 | | 32,0 | 17,0 | 3545 | | 3,54 | | 45 |
| „ „ . . . | 70,00 | | 16,2 | 17,0 | 1800 | | 3,37 | | 44 |
| Jacht parowy . . . . . | 121,92 | 5710 | 63.7 | 15,0 | 3700 | 0,645 | 3,86 | 294 | 58 |
| „ „ . . . . . | 116 60 | 4260 | 65,3 | 21,5 | 9650 | 2,26 | 4,12 | 272 | 68 |
| Wielki parowiec towarowy | 170,69 | 24800 | 176,0 | 13,5 | 5460 | 0,22 | 4,29 | 380 | 80 |
| „ „ „ | 152,40 | 21115 | 163.0 | 12,0 | 4000 | 0,19 | 4,13 | 330 | 71 |
| „ „ „ | 131,06 | 12400 | 115,4 | 11,0 | 2500 | 0.21 | 3.96 | 284 | 62 |
| „ „ „ | 105,16 | 7985 | 89.7 | 11,0 | 1700 | 0,21 | 4,12 | 314 | 71 |
| Mały parowiec towarowy . | 88,10 | 4580 | 63,1 | 10,5 | 1225 | 0,27 | 3,92 | 264 | 73 |
| „ „ „ . | 79,86 | 3400 | 59,9 | 9,0 | 700 | 0,21 | 3,96 | 234 | 62 |
| „ „ „ . | 62,10 | 1760 | 37,3 | 9,0 | 440 | 0,25 | 3,96 | 243 | 62 |
| „ „ „ . | 47,30 | 940 | 29,4 | 8,0 | 350 | 0,37 | 3,50 | 142 | 43 |
| „ „ „ . | 37,84 | 320 | 13.54 | 9,0 | 260 | 0,82 | 3,36 | 130 | 38 |
| Parowiec rybacki. . . . | 33 53 | | 11,1 | 10,5 | 300 | | 2,60 | | 44 |
| Holowiec . . . . . | 40,00 | 390 | 17,2 | 11,0 | 350 | 0,89 | 4.00 | 142 | 66 |
| „ . . . . . | 35,00 | 340 | 16,1 | 12,1 | 520 | 1,53 | 3,80 | 165 | 55 |
| „ . . . . . | 15,24 | 48 | 5,2 | 9,1 | 150 | 3,16 | 2,97 | 66 | 26 |
| Odlodowiec. . . . . | 47,25 | 890 | 29,8 | 9,5 | 500 | 0,56 | 3,70 | 160 | 51 |
| Mniejszy strażowiec. . . | 32,00 | 130 | 6,9 | 12,0 | 225 | 1,72 | 3,74 | 199 | 53 |
| „ „ . . . | 26,00 | 66 | 4,1 | 12,0 | 220 | 3,33 | 3,18 | 128 | 32 |
| Rzeczny śrubowiec towar. | 77,40 | 1460 | 21,8 | 6,0 | 60 | 0,042 | 1,98 | | 79 |
| Rzeczny kołowiec osobow. | 54,86 | 252 | 6,5 | 13,5 | 540 | 2,14 | 2,90 | 184 | 30 |
| „ „ „ . | 40,50 | 100 | 3.2 | 11,1 | 250 | 2,53 | 2,60 | 118 | 17 |
| Rzeczny kołowiec holown. | 50.30 | | 9,6 | 10,0 | 340 | | 3,04 | | 28 |
| „ „ „ . | 40,00 | 212 | 6,9 | 10,5 | 300 | 1,42 | 3,00 | 137 | 27 |
| Parowiec z kołem tylnem . | 46.80 | 144 | 3,8 | 9,0 | 210 | 1,44 | 2,40 | 97 | 13 |
| „ „ „ . | 22,80 | 43 | 2,4 | 8,0 | 80 | 1,85 | 2,50 | 73 | 15 |
| Barkasa . . . . . | 16,00 | 28 | 2,9 | 9,5 | 90 | 3,05 | 3,06 | 106 | 29 |
| „ . . . . . | 15,00 | 23 | 2.6 | 8,0 | 65 | 2,70 | 2,75 | .67 | 21 |
| „ . . . . . | 16,00 | | 2,2 | 12,5 | 180 | | 2,88 | | 24 |
| „ . . . . . | 13,20 | 20 | 2,6 | 8,5 | 40 | 2,05 | 3,40 | 112 | 39 |
| Bojowiec. . . . . | 122 00 | 13200 | 156,5 | 18,0 | 16000 | 1,21 | 3,76 | 205 | 57 |
| Wielki krzyżowiec . . . | 139,00 | 11320 | 136,0 | 22,5 | 22000 | 1,94 | 4,12 | 258 | 70 |
| Mniejszy „ . . . | 104,00 | 3300 | 52,3 | 22,0 | 10000 | 3,06 | 3,82 | 235 | 56 |
| Działowiec (kanonierka) . | 62.00 | 1000 | 25,3 | 13,5 | 1300 | 1,33 | 3,64 | 250 | 48 |
| Torpedowiec . . . . . | 62,50 | | 7,2 | 30,0 | 5600 | | 3,20 | | 35 |

Jeżeli kotły pracują bez nadmuchu, to spółczynnik $\varrho$ ma, podług Middendorf'a, wartości zestawione w tablicy poniższej:

| Silniki sprzężone | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| dwuprężne | | | trójprężne | | | czwórprężne | | |
| $N_i$ | | $\varrho$ | $N_i$ | | $\varrho$ | $N_i$ | | $\varrho$ |
| poniżej | 250 | 2,50 | poniżej | 400 | 3,00 | poniżej | 1500 | 3,30 |
| 250 do „ | 350 | 2,55 | 400 do „ | 600 | 3,05 | 1500 do „ | 2500 | 3,35 |
| 350 „ „ | 550 | 2,60 | 600 „ „ | 1000 | 3,10 | 2500 „ „ | 4000 | 3,40 |
| 550 „ „ | 850 | 2,65 | 1000 „ „ | 1600 | 3,15 | 4000 „ „ | 6000 | 3,45 |
| 850 „ „ | 1250 | 2,70 | 1600 „ „ | 2400 | 3,20 | 6000 „ i | wyżej | 3,50 |
| 1250 „ „ | 1750 | 2,75 | 2400 „ „ | 3400 | 3,25 | | | |
| 1750 „ i | wyżej | 2,80 | 3400 „ „ | 4600 | 3,30 | | | |
| | | | 4600 „ i | wyżej | 3 35 | | | |

### 3. Stosunki oporu płynięcia statków, kształtem podobnych.

Jeżeli mamy statek, dla którego znamy opory i moc potrzebną dla różnych prędkości jazdy, to projektując statek podobny o wymiarach linijnych $\alpha$ razy większych, otrzymamy jego wyprzeń $\alpha^3$ razy większą. Jeżeli nadto statek projektowany będzie się poruszał z prędkością $\sqrt{\alpha}$ razy większą, to opór jego będzie $\alpha^3$ razy większy, a moc, niezbędna do jego napędu, $\alpha^3 \sqrt{\alpha}$ razy większa. Chcąc w statku projektowanym osiągnąć prędkość $V$, powinniśmy jazdę próbną statkiem istniejącym wykonać z prędkością $v = V : \sqrt{\alpha}$.

**Przykład:**

| Statek istniejący | | Mnożnik | Statek projektowany |
|---|---|---|---|
| Dłuż | $L = 62{,}0$ m | $\alpha = 1{,}13$ | 70 m |
| Szerz | $B = 9{,}7$ m | $\alpha = 1{,}13$ | 11,0 m |
| Zagłęb | $T = 2{,}95$ m | $\alpha = 1{,}13$ | 3,35 m |
| Waga | $P = 1000$ t | $\alpha^3 = 1{,}44$ | 1440 t |
| Prędkość | $v = 13{,}5$ węzł. | $\sqrt{\alpha} = 1{,}06$ | 14,3 węzł. |
| Moc | $N_i = 1300$ *MK* | $\alpha^3 \sqrt{\alpha} = 1{,}525$ | 1980 *MK* |

### 4. Sposób obliczenia podług Froude'a.

Całkowity opór $W$ płynięcia statku, mierzony w kg, rozkładamy na 4 opory składowe, a mianowicie:

1) Opór $W_t$ wskutek tarcia powierzchni statku o wodę.

2) Opór $W_p$ pędzisza, zależny przeważnie od jego położenia względem statku, a w śrubowcach i od kształtu tylnej części statku, mniej zaś od kształtu samej śruby.

3) Opór $W_w$ wskutek wirów.

4) Opór $W_f$ wskutek fali, a obydwa opory w końcu wspomniane pozostają przeważnie w zależności od kształtu statku. A zatem będzie:

$$W = W_t + W_p + W_u + W_f.$$

**Opór $W_t$ tarcia się** powierzchni statku o wodę zależy od wielkości, rodzaju i stanu tej powierzchni, oraz od jej długości, a wartość tego oporu w kg wyraża się wzorem:

$$W_t = \gamma\, O\, v_s^m f.$$

We wzorze tym oznacza:

$\gamma$ ciężkość właściwą wody: dla wody słodkiej $\gamma = 1{,}0$, a dla wo morskiej średnio $\gamma = 1{,}025$,

$O$ powierzchnię podwodną (zanurzoną) statku, w $m^2$,

$v_s$ prędkość jazdy w m/sek., wreszcie

$f$ i $m$ spółczynniki, których wartości zestawiamy w tablicach poniższych.

*a.* **Wartości spółczynników $f$ i $m$ dla modeli parafinowych.**

$m = 1{,}94$, a wartości $f$ zależą od dłuży $l$ modelu w m, a mianowicie:

| $l$ | $f$ | $l$ | $f$ | $l$ | $f$ | $l$ | $f$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,6 | 0,2140 | 2,2 | 0,1805 | 3,0 | 0,1710 | 4,2 | 0,1610 |
| 1,0 | 0,2025 | 2,4 | 0,1775 | 3,2 | 0,1689 | 4,6 | 0,1585 |
| 1,5 | 0,1915 | 2,6 | 0,1750 | 3,4 | 0,1669 | 5,0 | 0,1565 |
| 2,0 | 0,1830 | 2,8 | 0,1730 | 3,8 | 0,1638 | 6,0 | 0,1520 |

*β.* **Wartości spółczynników $f$ i $m$ dla statków o poszyciu nieobrosłem (wodorostami).**

| Dłuż $l$ wodnicy zasadniczej m | Poszycie żelazne, powleczone farbą olejną lub pokostem | | Poszycie ze świeżem obiciem miedzianem lub cynkowem | | Poszycie ze starem obiciem miedzianem | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $f$ | $m$ | $f$ | $m$ | $f$ | $m$ |
| 5 | 0,1780 | 1,8507 | 0,1633 | 1,9015 | 0,2263 | 1,8660 |
| 10 | 0,1622 | 1,8427 | 0,1590 | 1,8525 | 0,2087 | 1,8525 |
| 20 | 0,1572 | 1,8290 | 0,1563 | 1,8270 | 0,1985 | 1,8430 |
| 30 | 0,1555 | " | 0,1546 | " | 0,1945 | " |
| 40 | 0,1540 | " | 0,1533 | " | 0,1925 | " |
| 50 | 0,1530 | " | 0,1522 | " | 0,1906 | " |
| 60 | 0,1515 | " | 0,1510 | " | 0,1895 | " |
| 70 | 0,1502 | " | 0,1502 | " | 0,1882 | " |
| 80 | 0,1490 | " | 0,1498 | " | 0,1873 | " |
| 90 | 0,1480 | " | 0,1490 | " | 0,1862 | " |
| 100 | 0,1472 | " | 0,1485 | " | 0,1855 | " |
| 110 | 0,1468 | " | 0,1483 | " | 0,1852 | " |
| 120 | 0,1460 | 1,8290 | 0,1482 | 1,8270 | 0,1846 | 1,8430 |

Sposób Froude'a da się jedynie zastosować, jeżeli wykonamy sami doświadczenia z modelem, albo przynajmniej gdy posiadamy przydatne dane z takich doświadczeń. Obliczamy natenczas opory $W_t$ tak dla modelu, jak i dla projektu. Znając zaś z doświadczeń

całkowity opór $W$ dla modelu, znamy i różnicę $W - W_t = W_p + W_w + W_f$ dla modelu. Jeżeli model nie posiadał pędzisza pracującego, np. dla żaglowców, to jego $W_p = 0$. Oznaczając przez $\alpha$ stosunek wymiarów linijnych statku do tychże wymiarów modelu, dobieramy dla doświadczenia stosunek prędkości, równający się: $\sqrt{\alpha}$, a natenczas opory $W_p$ i $W_w + W_f$ dla statku i modelu posiadać będą wzajemny stosunek $\alpha^3$.

Sposób obliczenia oporu $W$ statku jest zatem następujący: od oporu $W$ modelu, znanego z doświadczenia, odejmujemy obliczoną wartość $W_t$ dla modelu. Otrzymaną różnicę mnożymy przez $\alpha^3$ i dodajemy do niej obliczony dla projektowanego statku opór $W_t$, a suma ta oznaczy nam całkowity opór $W$ statku.

Sposób ten jest w zasadzie podobny do sposobu powyżej podanego pod **3**, jest jednak o tyle ściślejszy, że obliczamy oddzielnie i z większą dokładnością najważniejszy z oporów t. j. $W_t$, a tylko pozostałe, mniej wpływowe, obliczamy ze stosunku modelu do statku. Zaznaczamy wreszcie, że dotychczas jeszcze się nie udało, otrzymać oddzielnych wartości na $W_w$ i $W_f$, t. j. na opory od wirów i od fali, lecz tylko wartości na sumę obydwóch tych oporów łącznie.

Doliczając jeszcze przeróżne opory, np. spowodowane ruchem śruby, jej tarciem o wodę, tarciem wewnętrznem silnika, uślizgiem śruby, wreszcie doliczając i moc niezbędną do napędzania pomp i innych urządzeń dodatkowych, otrzymamy ogółem moc wskazaną silnika $N_i$ średnio 2,7 razy większą, niżby ona wypadała z samego oporu $W$ płynięcia statku, czyli że niezbędna moc wskazana silnika będzie:

$$N_i = 2{,}7 \frac{W \cdot v_s}{75} \text{ KM}.$$

## 5. Sposób Rankine'a.

Rankine podał wzór:

$$N_i = \frac{v^3}{1850} L G (1 + 4 \sin^2 \varphi + \sin^4 \varphi),$$ w którym oznacza:

$v$ prędkość statku w węzłach,
$L$ dłuż statku, w m,
$G$ średnią wartość podwodnych obwodów owręży, w m,
$\varphi$ średnią wartość połowy kąta dzióbowego wodnic.

Wzór ten daje jednak zgodne wyniki tylko dla statków ostrawych o pełnotliwościach $\delta < 0{,}5$, $\alpha < 0{,}66$.

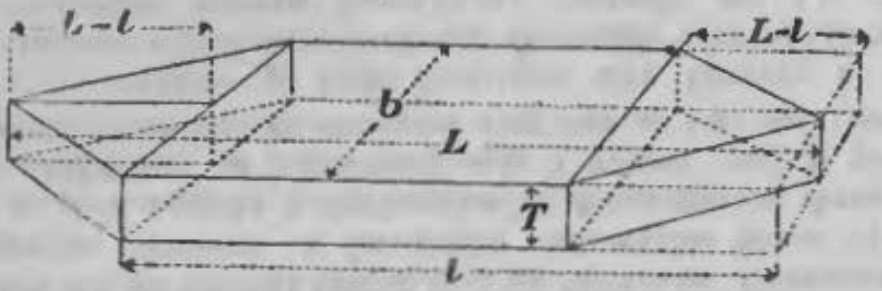
## 6. Sposób Kirk'a.

Kirk zastępuje bryłę wyprzeni prostopadłościanem jednakowej objętości, o przekroju $b \cdot T$, a długości $l$, przyczem $b < B$ i $l < L$, a mianowicie:

$b$ = polu owręża zasadniczego, podzielonemu przez zagłęb $T$;
= objętości wyprzeni, podzielonej przez owe pole owręża zasadniczego.

Z tego prostopadłościanu ścina Kirk z jednego końca dwa kliny o długości $L - l$ i szerokości $\frac{b}{2}$ (p. rys. 1047), a odcięte te dwa kliny przystawia w drugim końcu, przez co otrzymuje nieprawidłowy graniastosłup sześciokątny (przedstawiony w rys. 1047), o dłuży $L$,

Rys. 1047.




zagłębiu $T$ i szerzy $b$. Bryła ta ma nam zastąpić bryłę istotnej wyprzeni i posłużyć do łatwiejszego obliczenia podwodnej powierzchni statku, na którą Kirk podaje wzór poniższy: $O = \xi \cdot F$, w którym $F$ oznacza pole dna i boków owej bryły, a spółczynnik $\xi$ ma wartości:

$\xi = 0{,}98$ dla statków bardzo pełnotliwych,
$\xi = 0{,}97$ dla zwykłych parowców morskich,
$\xi = 0{,}95$ dla parowców średnio ostrawych,
$\xi = 0{,}92$ dla statków bardzo ostrawych.

Z obliczonego pola $O$ możemy, dla danej prędkości $v$, oznaczyć opór tarcia którymkolwiek ze sposobów powyżej już wskazanych.

Kirk podaje jednak dogodniejszy wzór do bezpośredniego obliczenia wskazanej mocy silnika, a mianowicie:

$$N_i = \lambda \cdot F \cdot (0{,}1 \cdot v)^3 \; MK,$$

w którym to wzorze $v$ oznacza prędkość w węzłach, $F$ podwodną powierzchnię owej bryły zastępczej w $m^2$, a $\lambda$ spółczynnik o wartościach:

$\lambda = 0{,}425$ dla parowców bardzo ostrawych z silnikami wysokiej sprawności;

$\lambda = 0{,}532$ jest średnią wartością dla dobrze zbudowanych zwykłych parowców morskich, wreszcie

$\lambda = 0{,}64$ do $0{,}75$ dla szerokich statków pełnotliwych.

## 7. Sposób Afonasiewa.

a) dla największej prędkości $v_{max}$:

$$N_{i\,max} = \frac{1000}{1 - s} \sqrt[3]{\frac{B \cdot P^2}{L^2}} \sqrt[3]{\left(\frac{v_{max}}{A}\right)^{10}},$$

b) dla dowolnej mniejszej prędkości $v$ będzie:

$$\frac{N_i}{N_{i\,max}} = \frac{1}{2}\left(1+\frac{v^2}{v_{max}^2}\right)\sqrt[3]{\left(\frac{v}{v_{max}}\right)^7}.$$

We wzorach powyższych oznaczono przez:

$s$ uślizg pędzisza (śruby, koła),
$B$ szerz statku,
$L$ dłuż statku,
$P$ wypór lub wagę statku,
$v$ prędkość w węzłach, wreszcie
$A$ spółczynnik o wartościach poniższych:

| Rodzaj pędzisza | Poszycie malowane | Poszycie obite miedzią |
|---|---|---|
| Śruba polerowana lub koło o łopatkach samonastawnych . . . . . | 29,5 | 30,5 |
| Śruba niepolerowana lub koło o łopatkach nienastawnych . . . . | 29 | 30 |

## d. Obliczenie podwodnej powierzchni statku.

### 1. Za pomocą wzoru Simpson'a.

Pomierzywszy podwodne obrysy owręży, obliczamy powierzchnie podług wzoru Simpson'a i poprawiamy wynik, mnożąc go przez 1,015 do 1,030, a to zależnie od pełnotliwości statku.

### 2. Podług wzorów swoiście przystosowanych.

1. **Bourgeois** podał wzór:
$O = \varepsilon L(B + 2T)$, z wartością $\varepsilon = 0{,}65$ do $0{,}78$;

2. **Denny:** $O = LB\frac{\delta}{\beta} + 1{,}7\,LT$;

3. **Dupré:** $O = 2 \cdot L \cdot \sqrt{\Omega}$,
gdy $\Omega$ oznacza pole owręża zasadniczego;

4. **Rota:** $O = 0{,}95\,\frac{\delta}{\beta} \cdot U + 2 \cdot T\left(1 - \frac{\delta}{\beta}\right)$,
w którym $U$ oznacza obrys podwodny owręża zasadniczego; wreszcie
4. **Kirk** określił wzór, podany już powyżej na str. 496.

## II. OŻAGLENIE *).

Na jednomasztowcu nie mamy potrzeby wyróżniania masztu w jego nazwie, będzie on poprostu masztem. Gdy jednak statek ma więcej masztów, wyróżnianie takie okaże się niezbędnem. Na trójmasztowcu, np. na fregacie, rozróżniamy: maszt **przedni** (ren), maszt **wielki** (środkowy) i maszt **tylny**, a pochyły, z dzióba wychodzący maszt prawie poziomy zwiemy **dzióbakiem**, wreszcie na samym tyle statku stoi **drzewiec** na banderę. Gdy statek ma więcej niż trzy maszty, np. 4 do 5-iu, maszt stojący między przednim a wielkim zwiemy masztem **zaprzednim**, tylne zaś mogą być **rejakiem**, wzgl. **soszakiem tylnym**. Maszt na mniejszych statkach bywa cały z jednego pnia, na większych natomiast składa się on z dwóch, a ponajczęściej z trzech ponad sobą stojących, i ze sobą złączonych pni. masztakami nazwanych. Dolny pień takiego masztu zwiemy **pniakiem**, wyższy, ponad nim stojący, **wyżakiem**, wreszcie trzeci u szczytu stojący, **szczyciakiem**. Gdy wyjątkowo ponad szczyciakiem znajduje się jeszcze 4-ta nadstawka, tworząca niejako sam wirch masztu, zwiemy ją **wirszakiem**. Dolna część wyżaka przylega do wierzchniej części pniaka, a dwa te **masztaki** (t. j. poszczególne pnie masztu) łączą się ze sobą nawzajem obchwytującemi je złączami, z których dolne zwiemy **jarzmem**, górne zaś **dybami**. Na jarzmie mieści się **gniazdo**, będące niejako czatownią statku. Podobne złącza mamy i między pozostałymi masztakami. Przynależność do danego masztu wyróżniamy przez dodanie przymiotnika, np. pniak dzióbakowy, pniak przedni, wyżak przedni, wyżak wielki, szczyciak wielki i t. p.

Żagle nie rozpinają się bezpośrednio na masztach, lecz na drągach do masztów przyczepionych. Jeżeli drąg taki, czyli **żaglak**, jest poziomy i łączy się swym środkiem z masztem, zwiemy go **reją**, a żagiel na rei rozpinany, **rejelem**. Gdy żaglak przyczepia się swym środkiem do masztu, zazwyczaj do jego szczytu, lecz nie jest poziomy, a tak pochyły, że niższy jego koniec zbliża się do poziomu burty, zwiemy go **obłąkiem**, rozpięty zaś na nim żagiel trójkątny (łaciński), **obłączlem**. Gdy żaglak swym niższym końcem jest przegubowo przyczepiony do wyższej części masztu i wznosi się od niego pochyło w górę zwiemy go **sochą**, a żagiel między nim a masztem (lub jego przystawką) rozpięty, zwiemy **soszelem**. Jeżeli wresz-

---

*) Na wielkich żaglowcach ilość żagli, oraz ich przynależności jest bardzo wielka, a każdy z tych żagli ma oddzielną swą nazwę w językach narodów, trudniących się żeglugą. Niektóre z tych nazw są spólne dwom, a czasem nawet kilku językom, lecz nie są to nazwy międzynarodowe, nie można ich zatem było przenosić żywcem do naszego języka, który nazw takich w ogóle nie posiada. Okazała się zatem konieczność wytworzenia całych szeregów nazw nowych.

cie żaglak swym niższym końcem łączy się z masztem w niższej, przypokładowej jego części i wznosi się pochyło w górę, rozpierając tylko żagiel, rozpięty na maszcie samym lub na jego przystawce, to żaglak taki zwiemy **rozprzą**, a żagiel przez nią rozpierany, **rozprzelem**. Do poziomego rozparcia takiego rozprzela lub soszela stosują zazwyczaj u spodu poziome rozwory, nieraz jednak wyprężają spód takiego żagla linami. Maszt spoczywa swą **piętą** albo bezpośrednio na stępce statku, względnie na nadstępce, albo też na **podpiętku**, który się dopiero wspiera na stępce. Poziomym przesuwaniom się pięty masztu zapobiegają obchwytujące go opiętniki. W przejściach masztu przez pokład, stropy lub pomosty przytwierdzamy maszt, zakliniając go silnie w tych **objęciach**. Wyższe punkty masztu łączą się z boku **uwięziami** z burtą, a poszczególne, pochyłe te uwięzie są bądź to linami pojedyńczemi, bądź też uwięziami drabiniastemi, które się składają z pary lin, złączonych ze sobą nawzajem szczeblami, wytworzonemi również z kawałków linek. W płaszczyznie poosiowej statku górne części masztów łączą się nawzajem ze sobą, oraz z dzióbem i tyłem statku za pomocą lin, które zwiemy **przewięziami**, a żagiel, rozpięty na takiej przewięzi między masztami, zwiemy **przewięźlem**.

Między masztem przednim (lub jego przewięzią), a dzióbakiem rozpinamy żagle trójkątne, **dzióblami** nazwane.

Podług ich położenia na poszczególnych masztakach wyróżniamy żagle nazwami: **pniel** na pniaku, **wyżel** na wyżaku i **szczyciel** na szczyciaku. Mały żagielek na samym wirchu masztu zwiemy **wirszelem**. Jeżeli na tym samym masztaku, np. na wyżaku, mamy dwa żagle ponad sobą, to dolny zwiemy **wyżlem**, górny zaś **nadwyżlem**. Dodając do tych nazw przymiotniki znamionujące, na którym z masztów znajduje się dany żagiel, otrzymamy w samej nazwie żagla ścisłe określenie jego położenia, a więc np. **szczyciel przedni** *) jest to żagiel na szczytowej części (na szczyciaku) masztu przedniego, a jeżeli na tej części masztu mieszczą się dwa żagle ponad sobą, to nazwa ta dotyczy niżej położonego, podczas gdy żagiel nad nim umieszczony zwałby się nadszczycielem przednim; podobnież będzie: pniel zaprzedni, wirszel wielki, i t. p.

Poszczególne **reje** mianujemy podług żagli, do których należą, np. przednia reja szczyciela, wielka reja wyżlowa, i t. p.

Każda reja przyczepia się do masztu pokrętnie za pośrednictwem **opaski**. Na środkowej części rei rozpinamy żagiel (rejel), a jej końce wystające poza żagiel, zwiemy **rogami**. Oddzielnymi powrozami trzymamy reję za jej rogi i ustawiamy ją w pożądane położenie. Żagiel przy dolnym obrąbku w swych narożnikach jest zaopatrzony w **pęciny**, do których przyczepiamy powrozy, służące do wyprężenia i nakierowania żagla. W miarę potrzeby **fałdujemy** żagle rozpięte jedno-, dwu- lub trzykrotnie, zmniejszając przez to ich czynną powierzchnię, wreszcie zwijamy je zupełnie, przytraczając zwinięty żagiel **trokami** do rei.

*) Żagiel ten zwie się: po ang. Topgallant fore sail; po franc. le perroquet de misaine; po niemiecku Fockbramsegel lub Vorbramsegel; po rosyjsku fokowyj bramsejl, a więc żagle w ogóle nie mają nazw międzynarodowych.

# A. Maszty, reje i t. p.

## a. Rozstawienie masztów, oraz ich odchyły od pionu.

| Znaczenie cyfr w dziale tablicy | Nazwa masztu | Barka 4-ro masztowa | Statek pełnożaglony (fregata) | Barka 3 masztowa | Bryg | Szkuniec 3-masztowy | Szkuniec 2-masztowy |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Odstęp masztu od pionu przydzióbowego, wyrażony w dłuży $L$ statku. | Dzióbak . . | — | — | — | — | — | — |
| | Przedni . . | 0,17 $L$ | 0,195 $L$ | 0,21 $L$ | 0,18 $L$ | 0,20 $L$ | 0,22 $L$ |
| | Wielki . . . | 0,43 $L$ | 0,53 $L$ | 0,56 $L$ | 0,65 $L$ | 0,56 $L$ | 0,64 $L$ |
| | Przedtylny . | 0,71 $L$ | 0,83 $L$ | — | — | 0,87 $L$ | — |
| | Tylny (soszak) . . | 0,89 $L$ | — | 0,84 $L$ | — | — | — |
| Odchylenie masztu od pionu ku tyłowi, a dla dzióbaka jego pochylenie względem poziomu w stopniach, lub procentach długości. | Dzióbak . . | 20° | 20° | 20° | 20° | 17° | do $8\frac{1}{2}$° |
| | Przedni . . | 6— 7% | 4— 6% | 6% | 3° | 6° | do $14\frac{1}{2}$° |
| | Wielki . . . | 7— 8% | 5— 7% | 7% | $5\frac{1}{2}$° | do $7\frac{1}{2}$° | do $14\frac{1}{2}$° |
| | Przedtylny . | 8—10% | 6—10% | — | — | do 9° | — |
| | Tylny (soszak). . | 10—11% | — | 8% | — | — | — |

## b. Wymiary.

### 1. Długość.

Dłuż $p$ całego pniaka masztu wielkiego służy za jednostkę miary, w której wyrażamy dłuże pniaków pozostałych. Sam wymiar $p$ pozostaje natomiast w zależności od największej szerzy $B$ owręża zasadniczego.

Dla statku pełnożaglonego, np. fregaty 3-masztowej bywa: $p = 2{,}3\,B$; pniak przedni $0{,}96\,p$; pniak tylny $0{,}89\,p$, pniak dzióbaka wystaje poza dzióbnicę $0{,}5\,B$, a przedłużenie jego, t. j. przeddzióbak bywa $0{,}54\,B$ długi. Wyżak zachodzi na pniak na $0{,}14\,p$.

Dla szkuńca dwumasztowego zwykłe wymiary będą: $p = 3{,}15\,B$; pniak przedni $0{,}95\,p$; wyżaki zachodzą na pniaki o 0,11 do $0{,}12\,p$; dzióbak $0{,}7\,B$; przeddzióbak $0{,}63\,B$.

Długość poszczególnych wyżaków i szczyciaków pozostaje w zależności od ich ożaglenia, przyczem części te na maszcie przednim miewają tę samą długość, co na wielkim.

Długości rei czyniono dawniej zależnemi od całej dłuży statku, np. przednie i wielkie reje pnieli były na barkach i statkach pełnożaglonych $0{,}49\,L$ długie, a na brygach 0,5 do $0{,}53\,L$, na szkuńcach nawet $0{,}6\,L$. Obecnie długość rei czynią raczej zależną od szerzy $B$ statku, licząc na reje pnielowe $2{,}2\,B$, a reje wyżlowe miewają 0,8, szczycielowe zaś 0,56 dłuży rei pnielowej.

## 2. Średnice.

Pniak miewa największą średnicę w objęciu pokładowem, a mianowicie $^1/_{36}$ swej dłuży, gdy jest orejony, a $^1/_{40}$ do $^1/_{48}$, gdy zamiast rei ma sochę. Największa średnica dzióbaka bywa równa średnicy pniaka przedniego w objęciu pokładowem.

Wyżaki i szczyciaki orejone miewają w jarzmie i w dybach średnicę 0,027 swej dłuży, a na soszaku 0,022 do 0,020 swej dłuży.

Grubość rei w pośrodku bywa: na pniele 0,018, na wyżele niezdwojone 0,013, na szczyciele 0,0075 dłuży samej rei. Końce, czyli **rogi** rei, mają średnice dwa razy mniejsze. Na średnicę $d$ w pośrodku rei podaje Tideman *) wzór:

$$\mu \sqrt[3]{l^2 h},$$ w którym

$l$ jest całkowitą szerokością żagla na danej rei,
$h$ jego wysokością po rozpięciu, ($h$ i $l$ w dowolnej jednostce długości),
$\mu$ jest spółczynnikiem o wartości 0,023 dla rei pnielowych, a 0,019 dla wszystkich pozostałych.

## 3. Stosunek średnic w końcach do średnicy największej.

Pniaki: w pięcie $^5/_6$, górą $^4/_5$ (a dla sochy $^3/_5$).
Wyżaki i szczyciaki: dołem $^4/_5$, górą $^9/_{13}$.
Dzióbak: dołem $^5/_6$ (na szkuńcach i kutrach $^1/_3$), górą $^2/_3$.
Reje: w końcach $^1/_2$.

## 4. Uwagi dodatkowe.

Średnio można liczyć, że środki rei na maszcie leżą w przedłużonej osi szczyciaka. Osie poszczególnych rei wkreślamy zatem prostopadle do tej osi. Odstęp między reją na pniaku a jarzmem bywa 3,6 średnicy pniaka, rei zaś na wyżaku 0,006 do 0,01 jego długości. Rozwora soszla przynajmniej 2 m ponad pokładem, aby pod nią pozostawało swobodne przejście. Socha siedzi na pniaku w odstępie 5-iu jego średnic poniżej jarzma, a jeżeli maszt jest orejony, to socha łączy się nie z samym masztem, lecz z jego przystawką w poziomie najniższej rei. Socha od swego punktu przyczepienia wznosi się pochyło w górę pod kątem 20 do 30° względem poziomu, zazwyczaj równolegle do przewięzi, idącej od tego masztu ku dzióbowi statku. Dolny obręb soszla ma być tak długi, aby jego pęcina (do której przyczepia się powróz wyprężający ten żagiel) sięgała poza tylny pion statku o 0,23 $L$ na statkach pełnożaglonych, a o 0,16 do 0,19 $L$ na brygach. Dolny obręb dzióbla ma być o 0,6 m dłuższy od dzióbaka; obręb przedni 0,8, a tylny 0,64 długości prowadnicy dzióblowej. Prowadnica ta, t. j. lina rozpięta między dzióbakiem a wyżakiem przednim, tworzy z nim kąt 51° do 53°, podczas gdy przewięź kudzióbowa masztu przedniego tworzy z nim kąt 34° do 35°.

*) Memorial van de Marine.

### 5. Żórawie przymasztowe.

Do ładowania i wyładowania ciężkich towarów stosują na statkach bądź to oddzielne żórawie obrotne, bądz też żórawie, których słupem jest pniak masztowy. Główną częścią takiego żórawia przymasztowego jest wysięgnik, dolnym końcem złączony obrotnie z pniakiem, górnym zaś końcem przyczepiony do niego liną, przechodzącą przez krążki, co dozwala na dowolną zmianę pochylenia wysięgnika, a więc i jego wysięgu. Nośność takiego żórawia przymasztowego bywa do 3 t przy wysięgnikach drewnianych, o dłuży do 13 m, do większej nośności stosują już wysięgniki żelazne. Podnios takiego żórawia bywa do 8 m ponad pokład, a wysięg jego około 1,8 m poza burtę. Średnica $d$ wysięgnika drewnianego, o dłuży $l$ w m, na nośność $P$ w t, określa się wzorem:

$$d = 10 \sqrt[4]{\frac{a P l^3}{6}} \text{ cm, w którym spółczynnik}$$

$a = 0{,}7$ do $0{,}8$, gdy $l < 7$ m,
$a = 0{,}8$ „ $0{,}9$, „ $l = 7$ do 10 m, wreszcie
$a = 0{,}9$ „ $1{,}0$, „ $l = 10$ do 13 m.

## B. Żagle.

### a. Wielkość żagli.

W obliczeniu powierzchni żagli należy uwzględnić przedewszystkiem żagle podane w zestawieniu poniższem.

**Rozstawienie żagli na poszczególnych masztach.**

| Rodzaj żaglowca | Na soszaku (za m. tylnym) | Na maszcie tylnym | Na maszcie wielkim i przednim, t. j. na każdym z nich | Dzióble i przewięźle |
|---|---|---|---|---|
| Barka czteromasztowa | 1 soszel pniakowy<br>1 soszel wyżakowy | 1 pniel<br>2 wyźle<br>2 szczyciele | 1 pniel<br>2 wyźle<br>2 szczyciele | 1 przewięziel przedni<br>2 dzióble |
| Statek pełnożaglony | — | 1 soszel<br>2 wyźle<br>2 szczyciele | 1 pniel<br>2 wyźle<br>2 szczyciele | 1 przewięziel przedni<br>2 dzióble |
| Barka | 1 soszel pniakowy<br>1 soszel wyżakowy | — | 1 pniel<br>2 wyźle<br>2 szczyciele | 1 przewięziel przedni<br>2 dzióble |
| Bryg | — | — | 1 pniel<br>2 wyźle<br>2 szczyciele<br>nadto na maszcie wielkim 1 soszel | 1 przewięziel przedni<br>2 dzióble |
| Szkuniec | — | — | 1 soszel pniakowy<br>1 soszel wyżakowy<br>nadto rejele na maszcie przednim | 1 dzióbel |

Jeżeli pole owręża zasadniczego uważać będziemy za jednostkę, to całkowite pole $Z$ żagli będzie w przybliżeniu:

32 na barkach czteromasztowych,
27 na statkach pełnożaglonych (fregatach),
25 na barkach,
65 na brygach i szkuńcach.

## b. Rozdział pola żaglowego na poszególne maszty i żagle.

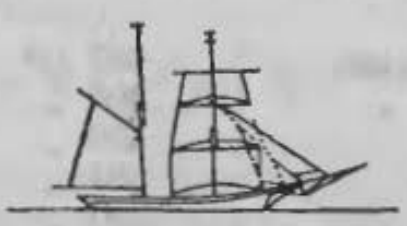
Podług stateczności statku (por. str. 473 i nast.) oznaczamy bezpieczny moment parcia wiatru, a z niego i z założonego parcia jednostkowego obliczamy bezpieczny moment statyczny ($Zh$) pola ($Z$) żagli względnie do pływnicy, przyczem $h$ będzie wzniosem środka ciężkości pola żaglowego ponad poziom tej pływnicy. Dla statków wązko budowanych dobieramy większe $Z$, a mniejsze $h$, dla statków szerokiej budowy naodwrót większe $h$, a węższe żagle. Jeżeli całe pole $Z$ żagli podzielimy na 1000 równych części, to części te rozdzielamy na poszczególne maszty i żagle w stosunku do liczb poniżej podanych.

| Rodzaj żaglowca | Na szoszku tylnym | Na rejaku tylnym | Na maszcie wielkim | Na maszcie przednim | Dziobie i przewięzie | Ogółem |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Barka czteromasztowa | 80 | 290 | 290 | 280 | 60 | 1000 |
| Statek pełnożaglony . | — | 210 | 360 | 340 | 90 | 1000 |
| Barka . . . . . | 150 | — | 380 | 370 | 100 | 1000 |
| Bryg. . . . . | — | — | 400 na rejach<br>148 szoszel | 386 | 66 | 1000 |

Oznaczając znów pole ożaglenia na maszcie wielkim przez 1000, rozdzielamy je na poszczególne żagle w stosunku: pniel 389, wyżel 358, szczyciel 253; nadszczyciel do sumy tej nie jest wliczony, a wielkość jego pola równałaby się $^5/_7$ pola szczycielowego.

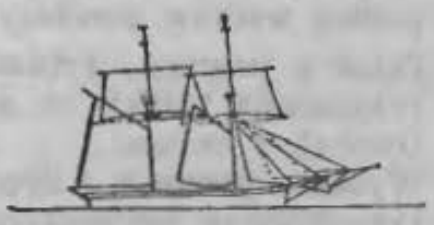
W rys. 1048 do 1052 przedstawiamy zarysy ożaglenia kilku rodzajów żaglowców, a rozdział żagli będzie na nich następujący:

Rys. 1048.



Szkuniec brygowy.

Rys. 1049.

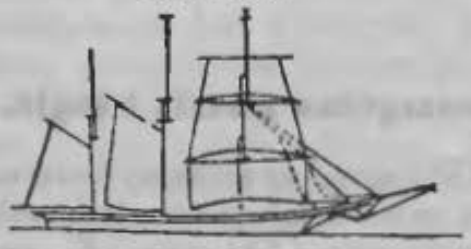


Brygantyna.

**Szkuniec brygowy** (rys. 1048): Maszt wielki 328, przedni 516 (z tego pniel 223, wyżel 197, szczyciel 96), dzióbel 93, przewięziel 63

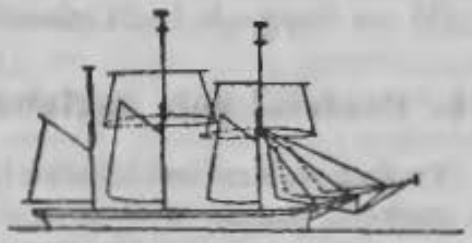
**Brygantyna** (rys. 1049): Maszt wielki 420 (soszel na pniaku 265, wyżel 155), maszt przedni 313 (soszel 171, wyżel 142), żagle przydzióbowe 267 (przewięziel przedni 83, dzióbel 82, przeddzióbel 102).

Rys. 1050.



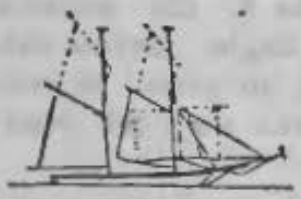
Szkuniec trzymasztowy.

Rys. 1051.



Szkuniec barkowy.

Rys. 1052.



Szkuniec sochowy.

**Szkuniec trzymasztowy** (rys. 1050): Soszak tylny 172, maszt wielki 236, maszt przedni 469 (pniel 209, wyżel 175, szczyciel 85), żagle przydzióbowe 123 (dzióbel 49, przeddzióbel 74).

**Szkuniec barkowy** (rys. 1051): Soszak tylny 144, maszt wielki 339 (soszel 193, wyżel 146), maszt przedni 306 (soszel 171, wyżel 135), żagle przydzióbowe 211 (przewięziel 67, dzióbel 54, przeddzióbel 90).

**Szkuniec sochowy** (rys. 1052): Maszt wielki (soszak) 400, maszt przedni 300, dzióbel 120, przeddzióbel 180.

**Środek ciężkości pola żagli** leży przed środkiem wyporu o:
0,040 do 0,031 $L$ na statkach pełnożaglonych i na barkach,
0,033 do 0,025 $L$ na brygach,
0,022 do 0,020 $L$ na szkuńcach.

W Anglii budują żaglowce w ten sposób, aby środek ciężkości pola żagli leżał przed środkiem ciężkości wodnicy zasadniczej o 0,071 $L$ w szerokich statkach pełnożaglonych, do 0,033 $L$ w takichże wązkich i w barkach, o 0,05 $L$ w brygach, podczas gdy w szkuńcach obydwa te środki ciężkości leżą ponad sobą.

## C. Wagi własne części ożaglenia.

Oznaczywszy przez $l$ dłuż w m, a przez $d$ największą średnicę w m, otrzymamy wagę poszczególnych masztaków rei i t. p. w kg, podług wzorów poniższych:

| | |
|---|---|
| Pniak z jarzmem, dybami i okuciem . . . | 667 $ld^2$ |
| Przystawka pniaka (na sochę) . . . . . | 400 „ |
| Dzióbak z dybami . . . . . | 450 „ |
| Wyżak z jarzmem i dybami . . . . . | 594 „ |
| Przeddzióbak lub szczyciak . . . . . | 390 „ |
| Reje . . . . . | 430 do 610 „ |
| Sochy . . . . . | 435 „ |

Płótno żaglowe, cięższe waży 0,7 do 0,9 kg/m², lżejsze 0,36 do 0,6 kg/m². Żagle gotowe wraz z zakładkami, obrąbkiem i t. p. ważą

na 1 m² $1^1/_2$ do 2 razy, a nawet do 3 razy więcej niż m² płótna.

**Waga całkowitego ożaglenia wraz z masztami i t. p.** rozłożona na 1 m² pola żaglowego bywa bardzo zmienna, bo (pomijając mniejsze łodzie i jachty) 23 do 65 kg na 1 m² żagla. Poniżej podajemy kilka przykładów:

Statek pełnożaglony, o polu żagli 2327 m², waga ożaglenia 152 t, czyli 65 kg/m².

Takiż statek o 1311 m² żagli, waga ożaglenia 64 t, czyli 49 kg/m².

Barka o 814 m² żagli, waga ożaglenia 37,6 t, czyli 46 kg/m².

Bryg o 950 m² żagli, waga ożaglenia 36,8 t, czyli 39 kg/m².

Szkuniec o 571 m² żagli, waga ożaglenia 13 t, czyli 23 kg/m².

---

# III. PĘDZISZE I SILNIKI OKRĘTOWE.

## A. Pędzisze (propelery).

### a. Koła łopatkowe.

Oznaczmy przez:

$W$ opór ruchu statku, w kg,

$v_s$ prędkość statku, w m/sek. (p. str. 490 i n.),

$l$ szerz, $h$ wyż łopatek, w m,

$m$ ilość łopatek w każdem kole,

$A$ $(=2lh)$ powierzchnię dwóch łopatek, t. j. prawego i lewego koła, w m²,

$d$ średnicę obwodu nacisków, t. j. środków ciśnienia łopatek, w m,

$\gamma$ ciężkość właściwą wody, w kg/m³,

$g$ przyspieszenie ciężkości $= 9{,}81$ m/sek²,

$u$ prędkość obwodową środków ciśnienia, w m/sek.,

[środek ciśnienia liczą w Niemczech w odległości $^1/_2 h$ od zewnętrznej krawędzi łopatek, w Anglii zaś w odległości $^1/_3 h$].

$e$ zanur łopatki, t. j. największą odległość zewnętrznej krawędzi łopatki od powierzchni wody,

$n$ ilość obrotów koła na minutę,

a otrzymamy:

$$W = m A \frac{\gamma \xi}{2\pi g} u^2 \left[ \vartheta_1 - \frac{v_s}{u} \vartheta_2 + \left(\frac{v_s}{u}\right)^2 \vartheta_3 \right] = m A \frac{\gamma \xi}{2\pi g} u^2 \Omega .$$

Wartość spółczynnika $\xi$ jest: podług Campaignac'a 1,24 do 3,9; podług Dubuat'a 1,443; podług Poncelet'a 1,333, a podług Duchevêque'a 1,254.

Sprawność prędkości, t. j. stosunek $v_s : u$ leży w granicach 0,70 i 0,85, a pozostałą stratność 30 do 15% stanowi uślizg (p. str. 508 w objaśnieniu znaku $C$).

Tablicę poniższą zestawiono, dla rozmaitych kątów $\varphi$ zanurzania się łopatki, zakładając średnią sprawność prędkości $v_s : u = 0{,}80$.

| $\varphi$ w stopniach | $\varphi$ w łuku | $\vartheta_1$ | $\vartheta_2$ | $\vartheta_3$ | $\Omega$ | $\eta$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 20 | 0,3491 | 0,34202 | 0,67046 | 0,32868 | 0,01601 | 0,782 |
| 25 | 0,4363 | 0,42262 | 0,81932 | 0,39746 | 0,02154 | 0,773 |
| 30 | 0,5236 | 0,50000 | 0,95661 | 0,45830 | 0,02802 | 0,754 |
| 35 | 0,6109 | 0,57358 | 1,08075 | 0,51068 | 0,03582 | 0,735 |
| $37^1/_2$ | 0,6545 | 0,60876 | 1,13746 | 0,53356 | 0,04027 | 0,724 |
| 40 | 0,6981 | 0,64279 | 1,19051 | 0,55426 | 0,04511 | 0,713 |
| 45 | 0,7854 | 0,70711 | 1,28540 | 0,58926 | 0,05592 | 0.685 |
| 50 | 0,8727 | 0,76604 | 1,36511 | 0,61620 | 0,06832 | 0,652 |

**Sprawność ogólna** będzie: $\eta = \frac{r}{u} \frac{\Omega}{\varphi - \frac{2 r_s}{u} \vartheta_1 + \left(\frac{r_s}{u}\right)^2 \frac{\vartheta_2}{2}}$.

W szybkich kołowcach morskich (parowcach pocztowych między Anglią i lądem stałym o prędkości ponad 14 węzłów) $h = 0{,}38$ do $0{,}48\, l$, średnio zaś $h = 0{,}43\, l$;

w parowcach strażniczych (8 do 16 węzłów) $h = 0{,}23$ do $0{,}30\, l$;

w parowcach rzecznych (7,5 do 11 węzłów) $h = 0{,}17$ do $0{,}24\, l$.

W statkach morskich $l$ dosięga wartości $^1/_3 B$, w rzecznych zaś nawet $^1/_2 B$.

**Średnica** $D$, obwodu zewnętrznych krawędzi łopatek, bywa:

$D = 5{,}3$ do $5{,}5\, h$ na szybkich kołowcach morskich o łopatkach samonastawnych;

$D = 8{,}1$ do $8{,}8\, h$ na parowcach strażniczych;

$D = 8{,}2$ do $10{,}0\, h$ na małych parowcach rzecznych o łopatkach nienastawnych;

$D = 4{,}2$ do $5{,}5\, h$ na nowszych holowcach rzecznych (z mimośrodem między ścianą boczną a kołem). Stosunek zanurów w kole bywa: $e : D = 0{,}22$ do $0{,}24$ w dużych, szybkich parowcach o łopatkach samonastawnych. Do statków mniejszych biorą ogólnie, podług Scott Russell'a: $e : D = 0{,}17$ do $0{,}22$. Wewnętrzna krawędź łopatek powinna się unurzać przynajmniej na 100 mm.

**Wewnętrzną średnicę** $D_1$ koła łopatkowego określamy wzorem

$$D_1 = 1{,}10 \text{ do } 1{,}15 \frac{1852\, v}{60 \pi n} = 11{,}0 \text{ do } 11{,}5 \frac{v}{n},$$

w którym $v$ oznacza prędkość statku w węzłach.

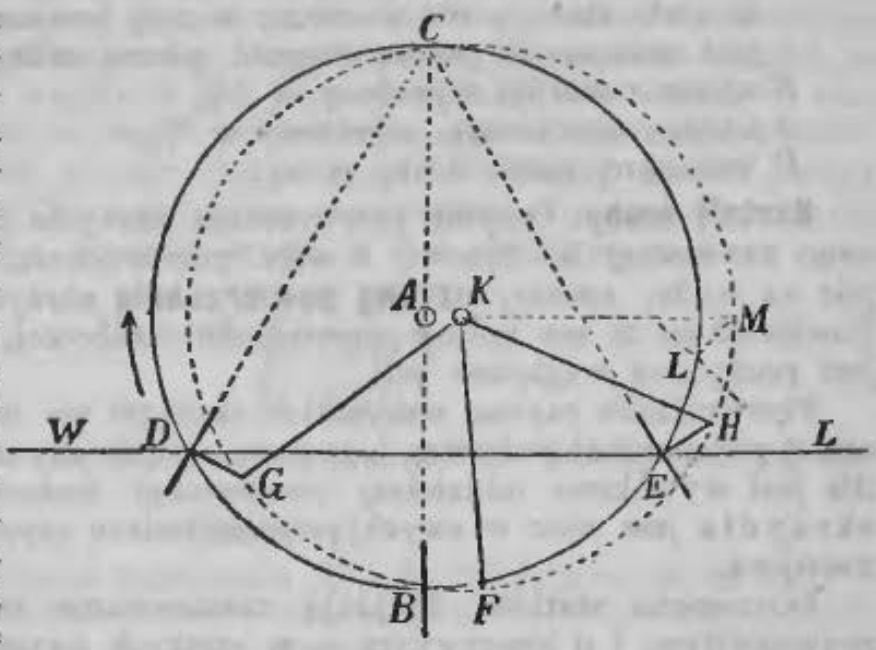
Ilość obrotów $n$ na min. nie przekraczała dawniej wartości 20 do 30, obecnie jednak dosięga ona wartości 40 do 50, a nawet więcej.

**Odstępy międzyłopatkowe** (podziałka), mierzone po obwodzie nacisków, bywają 0,9 do 1,2 m, na parowcach rzecznych do 0,7 m, a między łopatkami samonastawnemi do 1,9 m i więcej. Jednocześnie powinny być zanurzone przynajmniej 3 łopatki każdego koła.

### Ustrój kół o łopatkach samonastawnych.

W rys. 1053 $WL$ oznacza wodnicę, $A$ środek (oś) samonastawnego koła łopatkowego, $D$, $B$, $E$ środki łopatek, $C$ punkt na obwodzie tych środków (leżący pionowo ponad $A$), w którym to punkcie mają się zbiegać przedłużenia łopatek. Natenczas, wyprowadzając ze środków łopatek prostopadłe do nich rączki $DG$, $BF$ i $EH$, o długości $0{,}6\,h$, możemy wyznaczyć środek $K$ koła, przechodzącego przez przeguby rączek $GFH$, a punkt $K$ będzie środkiem mimośrodu nastawiającego łopatki. Należy sprawdzić, czy nastawiaki w położeniu $KM$, odpowiadającem największemu odchyleniu rączek łopatkowych, nie dotykają łopatki; w danym razie wypada zrobić stosowne wycięcia w łopatkach.

Rys. 1053.




**Waga koła łopatkowego** w kg. Jeżeli $d$ oznacza średnicę obwodu nacisków (środków ciśnienia) w m, $b$ — szerokość koła w m, $N_i$ moc wskazaną silnika w $MK$, a jako bezpieczne naprężenie żelaza założymy 1000 kg/cm², to przybliżoną wagę koła oznaczamy ze wzorów:

na koła o łopatkach nienastawnych . . $14\,b\,d\sqrt{N_i}$.
na koła o łopatkach samonastawnych. . $26\,b\,d\sqrt{N_i}$.

### b. Śruby napędne *).

Poniżej oznaczać będziemy przez:

$D$ średnicę śruby, t. j. obwodu, zakreślanego przez końce skrzydeł, w m,

*) Bauer, Berechnung u. Construction der Schiffsmaschinen u. Kessel.

$H$ skok śruby w m (liczony na cały obrót, a nie na szerz skrzydła),
$A$ istotną, rozwiniętą powierzchnię każdego skrzydła, w $m^2$ (nie powierzchnią rzutu),
$z$ ilość skrzydeł w śrubie,
$N_i$ moc wskazaną silnika, w $MK$, przypadającą na daną śrubę,
$n$ ilość obrotów wała na min.,
$V$ prędkość statku w węzłach (prędkość 1-go węzła = 1 mila morska, czyli 1852 m na godz., p. str. 490),
$C$ pobieg śruby w węzłach, t. j. jej skok, pomnożony przez ilość obrotów na godz., wyrażony w milach morskich, czyli droga, jakąby śruba przebyła przez godzinę, gdyby się wkręcała w ciało stałe, a nie w ciecz; w niej bowiem droga przebyta jest mniejsza o pewną długość, zwaną uślizgiem,
$S$ uślizg pozorny, wyrażony w %,
$s$ uślizg rzeczywisty, wyrażony w %,
$P$ wskazany napór śruby w kg.

**Kształt śruby**. Odtylną powierzchnię skrzydła śruby. przechylonego zazwyczaj ku tyłowi, a więc powierzchnię, wywierającą napór na wodę, zwiemy **czynną powierzchnią** skrzydła, wzgl. śruby. Powierzchnia ta ma kształt powierzchni śrubowej, której tworząca jest pochylona względem osi.

Powierzchnie czynne wszystkich skrzydeł nie leżą w jednej i tej samej powierzchni śrubowej, lecz powierzchnia czynna każdego skrzydła jest wycinkiem oddzielnej powierzchni śrubowej. Śruba trójskrzydła jest więc w swych powierzchniach czynnych śrubą trójzwojną.

Do napędu statków znajdują zastosowanie śruby i o gwincie prawozwitym, i o lewozwitym, a w statkach dwuśrubych jedna śruba bywa zawsze prawozwita, druga zaś lewozwita. Odchylenie tworzącej od pionu ku tyłowi bywa $0^0$ do $20^0$, średnio $8^0$, a bywa ono tem większe, im większą jest ilość obrotów śruby w jednostce czasu. Celem tego odchylenia jest zwiększenie sprawności śruby, gdyż skrzydło tak odchylone wtłacza niejako do tyłu **ku osi** wodę, która, skutkiem siły odśrodkowej, ma dążność odśrodkową. Jednak i śruby bez tego ochylenia, nawet przy wielkiej ilości obrotów, wykazują sprawność czasami nie gorszą.

Skrzydło rozwinięte ma zazwyczaj postać elipsowatą, rozszerzającą się przy piaście. Naodwrót w holowcach o małym zagłębie, a o wielkiej powierzchni skrzydeł, powierzchnia ta poszerza się niekiedy przy obwodzie.

Śruby budują obecnie najczęściej jako czworoskrzydłe, w bojowcach i mniejszych szybkopłyńcach jako trójskrzydłe, a śruby dwuskrzydłe wychodzą powoli z użycia.

**Napór wskazany**. Teoretycznie praca wykonana przez napór śruby, a więc iloczyn z tegoż naporu i pobiegu śruby, powinnaby się równać wskazanej pracy silnika. Ów teoretyczny napór, zwany naporem wskazanym, określi się więc wzorem:

$$P = \frac{N_1 \cdot 75 \cdot 60}{n H}.$$

**Sprawność śruby.** Moc pożytkowa, zużywana na obracanie śruby, będzie $N_e = \eta N_i$, przyczem sprawność silnika $\eta$ bywa do 0,8 w małych silnikach (do 500 *MK*), a do 0,95 w dużych.

Sprawność śruby wyrażamy stosunkiem:

$$\eta_s = \frac{\text{pożytkowa praca naporu śruby w kierunku poosiowym}}{\text{pożytkową pracę silnika}},$$

albo, licząc prace tę na jednostkę czasu wyrażamy:

$$\eta_s = \frac{N_n}{N_e}.$$

Śruby wyborowego ustroju wykazują sprawność $\eta_s = 60$ do $70\%$, która jednak zmniejsza się znacznie w śrubach mniej doborowych.

**Obliczenie średnicy śruby.** Im większem jest owręże zasadnicze statku, a więc im większym jest jego opór ruchu, tem większym musi być napór śruby, a więc i jej średnica, aby w niej módz pomieścić niezbędne pole powierzchni naporu. Z drugiej jednak strony nie można średnicy tej powiększać nadmiernie, aby się skrzydła nie wynurzyły z wody. Średnicę śruby w mm określamy wzorem:

$$D = K_1 \sqrt[3]{\frac{N_i}{\left(\frac{nH}{100}\right)^3}},$$

w którym wartość na $K_1$ należy wprowadzić podług tablicy poniższej:

**Tablica 1.**

Wartości spółczynników liczbowych $K_1$ i $K_2$ dla (wzoru na str. 510) *).

| Rodzaj statku | Prędkość v węzłów | Ilość: Śrub | Ilość: Skrzydeł w śrubie | $K_1$ | $K_2$ | Tworzywo (materyał) śruby |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. Towarowiec pełnotliwy | 8—10 | 1 | 4 | 0,87—0,90 | 1,8—1,6 | żeliwo |
| 2. Towarowiec miernie pełnotliwy | 10—13 | 1 | 4 | 0,92—0,97 | 1,6—1,4 | żeliwo |
| 3. Pocztowiec i osobowiec mało pełnotliwy (ostrawy) | 13—17 | 1 | 4 | 1,00—1,05 | 1,4—1,2 | odlew spiżowy lub stalowy |
| 4. Takiż | 13—17 | 2 | 4 | 1,05—1,10 | 1,3—1,2 | odlew spiżowy lub stalowy |
| 5. Takiż o nadzwyczaj małej pełnotliwości (bardzo ostrawy) | 17—22 | 1 | 4 | 1,08—1,13 | 1,2—1,0 | spiż |
| 6. Takiż | 17—22 | 2 | 3 | 1,13—1,18 | 1,0—0,8 | spiż |
| 7. Bojowiec nadzwyczaj niepełnotliwy (bardzo ostrawy) | 16—22 | 2 | 4 | 1,08—1,15 | 1,1—1,0 | spiż |
| 8. Takiż | 16—22 | 2 | 3 | 1,13—1,21 | 0,8—0,7 | spiż |
| 9. Torpedowiec | 20—26 | 1 | 3 | 1,23—1,38 | 0,7—0,5 | spiż |

*) Wartości te zaczerpnięto z podręcznika: Seaton, Pocket-book of marine engineering.

Szybkopłyńce o dwóch śrubach czworoskrzydłych miałyby spółczynnik $K_1$ o wartości pośredniej między wartościami z pod 6 i 7, niekiedy jednak $K_1$ dla nich dosięga wartości 1,2.

Gdy obliczona tak średnica okaże się za wielką dla danego zagłębia statku, tak iż śruba wynurzyłaby się z wody, lub musiała się zagłębiać nadmiernie, natenczas wypada jedną śrubę o wielkiej średnicy zastąpić dwiema o średnicy mniejszej i na nie rozdzielić moc silnika.

**Unur śruby**, t. j. głębokość wierzchu obwodu śruby pod zwierciadłem wody, we wielkich okrętach ma być 200 do 600 mm. W małych szybkopłyńcach, o silnym wale, unur śruby może dosięgać zera, a więc jej obwód może dotykać wodnicy zasadniczej.

**Obliczenie czynnej powierzchni śruby.** Napór jednostkowy, czyli parcie czynnej powierzchni $A$ skrzydła na wodę, a więc $\frac{P}{zA}$, liczymy 0,3 do 0,9 kg/cm², przyczem mniejsze z tych wartości stosujemy do pełnotliwych towarowców o małym zanurze, albo do wolnopłyńców z silnikami szybkobiegami, wartości największe do torpedowców, wreszcie pośrednie, a więc 0,6 do 0,7 kg/cm², stosują się do szybkopłyńców. Całkowitą powierzchnię skrzydeł oznaczamy ściślej ze wzoru:

$$zA = K_2 \sqrt{\frac{N_i}{n}},$$

w którym $K_2$ jest spółczynnikiem liczbowym, o wartościach, podanych w powyższej tablicy 1. W zwykłych warunkach można też oznaczyć rozwiniętą powierzchnię skrzydła ze związków poniższych:

$$\frac{\text{Rozwinięta powierzchnia skrzydła}}{\text{pole objęte obwodem śruby}} =$$

= 0,3 do 0,33 w torpedowcach i krzyżowcach torpedowych,
= 0,33 do 0,39 we większych szybkopłyńcach i w towarowcach z silnikami, o powolnym biegu,
= 0,39 do 0,45 w powoli płynących statkach z silnikami szybkobiegami,
= 0,45 do 0,8 w płytkobiernych statkach o małych śrubach, zwłaszcza też w holowcach.

Stosunek ten zwiększa się tem bardziej, im większym będzie napór śruby, oraz im mniejszą będzie sama śruba; z natury rzeczy musi on zatem być największy w holowcach, które oprócz własnego, przezwyciężać jeszcze muszą opór ruchu statku holowanego.

**Obliczenie skoku śruby.** Stosunek skoku śruby do jej średnicy waha się zazwyczaj w granicach 0,9 do 1,5; przekroczenie wartości 1,5 powodowałoby już złą sprawność śruby. Ponajczęściej śruby miewają skok jednostajny, t. j. o stałym stosunku różniczki skoku

do różniczki kąta środkowego. Stosują jednakże i skoki niejednostajne, a mianowicie bądź to o niejednostajności poobwodowej, bądź też o niejednostajności po promieniu. Skrzydło o niejednostajności poobwodowej posiada przy jednej krawędzi bocznej inny skok, aniżeli przy drugiej. Skrzydło o niejednostajności skoku po promieniu posiada skok odmienny w każdym z pasków poobwodowych, wyciętych z niego przez spółosiowe walce, o stopniowo wzrastającym promieniu. Skok śruby obliczamy na zasadzie uślizgu. Należy rozróżniać uślizg pozorny i rzeczywisty. **Uślizg** pozorny jest różnicą pobiegu śruby, t. j. drogi, jakąby śruba przebyła, gdyby się wkręcała w ciało stałe i drogi istotnie przebytej przez śrubę, a więc i przez statek, lecz w wodzie stojącej, ponieważ przy płynięciu z prądem lub pod niego należałoby drogę istotnie przebytą przez statek zastąpić jego drogą względną w porównaniu z prądem. Uślizg jest właściwie długością (drogą), dogodniej jednak wyrażać go w prędkościach, a nawet w odsetkach, a mianowicie wzorem:

$$S = \frac{C - V}{C} 100,$$

w którym pobieg $C$ śruby w węzłach (w milach morskich na godz.) będzie:

$$C = \frac{n H 60}{1852}.$$

**Tablica 2.**

**Wartości uślizgu pozornego** w %, $S = \frac{C - V}{C} 100.$

| | |
|---|---|
| Towarowiec powolny, tyłem pełnotliwy . . . . | — 2 do + 8 |
| Ostrawy parowiec osobowy . . . . . | + 8 „ + 15 |
| Wielki bojowiec ostrawy . . . . . | + 13 „ + 20 |
| Małe statki ostrawe . . . . . | + 20 „ + 27. |

Wartości powyższe opierają się na założeniu, że śruby mają wymiary, oznaczone na zasadzie spółczynników z tabl. 1 str. 509. Uślizg rzeczywisty bywa zawsze większy od pozornego, nie znajduje jednak zastosowania do obliczeń śrub i t. p. Jest on różnicą pobiegu śruby i względnej jej drogi w porównaniu z prądem zastatkowym, jaki się zawsze wytwarza poza statkiem w kierunku jego ruchu.

Jeżeli przez $U$ oznaczymy prędkość owego prądu zastatkowego w węzłach, to uślizg rzeczywisty w % będzie:

$$s = \frac{C - (V - U)}{C} 100.$$

Każdy statek płynący wytwarza poza sobą ów prąd zastatkowy, który będzie większym za statkami pełnotliwymi, mniejszym za ostrawymi, w każdym jednak razie uślizg rzeczywisty nie będzie nigdy odjemnym.

**Wytrzymałość skrzydeł** obliczają ocennie w sposób poniższy, który, wskutek niekorzystnych założeń, daje wyniki z nadmiarem bezpieczeństwa. Zakładamy, że poobwodowy przekrój skrzydła jest odcinkiem paraboli, o szerokości $l$, a grubości $h$, czyli że moment wytrzymałości takiego przekroju, względem poobwodowej osi ciężkości, jest $W = \frac{8}{105} lh^2$. W rzeczywistości, z powodu zakrzywienia skrzydła w kierunku poobwodowym, moment ten będzie większy. Jeżeli zaś moment gnący w owym przekroju jest $M$, to naprężenie skrajne będzie:

$$\sigma_z = \frac{M}{8} \frac{105}{lh^2}.$$

Przekrój najniebezpieczniejszy skrzydła znajduje się tuż przy piaście, której promień oznaczymy przez $r$, a promień obwodu śruby przez $R$. Zazwyczaj liczą, że środek parć skrzydła na wodę leży w odległości $0{,}7\,R$ od osi. Jeżeli śruba o $z$ skrzydłach wywiera napór $P$ kg, to moment gnący $M$ w przekroju niebezpiecznym, spowodowany tym naporem, będzie:

$$M = \frac{P}{z}(0{,}7\,R - r).$$

Gdy tworząca śruby stoi pod kątem ostrym do jej osi, występują jeszcze siły odśrodkowe, zwiększające ten moment gnący, a należy je uwzględniać zwłaszcza, gdy śruba wiruje prędko, oraz gdy odchylenie tworzącej i długość skrzydła są znaczne.

Naprężenie bezpieczne liczą:

$k_z = 550$ kg/cm² w odlewie stalowym,
$= 400$ „ w spiżu ścisłym,
$= 200$ „ w żeliwie,

a w śrubach dla wojowców nawet większe.

Obliczywszy w sposób powyższy grubość przekroju niebezpiecznego, obieramy należytą grubość na obwodzie skrzydła, a więc 6 do 20 mm dla skrzydeł spiżowych, względnie 15 do 30 mm dla żeliwnych, a to zależnie od ich długości. Przekrojom pośrednim nadajemy grubości pośrednie.

**Wykonanie.** Mniejsze śruby, a mianowicie do $4^1/_2$ m średnicy, można odlewać w całości, o ile nie zamierzamy zmienić skoku skrzydła przez jego nastawienie względem piasty, albo wymieniać poszczególnych skrzydeł, w razie ich zepsucia. Skrzydła większych śrub odlewamy oddzielnie i przyśrubowujemy je do piasty łbiakami stalowymi, ponieważ spiżowe nie okazały się zaufnymi. Dziury na łbiaki w kołnierzach przyłącznych skrzydła bywają podłużne, co dozwala na pewne pokręcanie skrzydła względem kulistej piasty, a więc dozwala zmienić skok skrzydła przy jego przytwierdzaniu. Piasty są ponajczęściej żeliwne, często jednak odlewane ze stali, a dla wojowców i z bronzu. Skrzydła wojowców i pierwszorzędnych statków kupieckich bywają ze spiżu o wysokiej wytrzymałości, w zwykłych towarowcach żeliwne, rzadziej z odlewu stalowego,

który natomiast znajduje szerokie zastosowanie do skrzydeł holowców i odlodowców, a to w celu zwiększenia wytrzymałości skrzydeł, narażonych na uderzenia o twarde przedmioty. Nadmienić jednak wypada, że odlew stalowy rdzewieje prędzej od żeliwnego.

**Waga** skrzydła składa się z wagi jego kołnierza, obliczanej podług wymiarów istotnych i z wagi skrzydła właściwego, którą liczymy, jako równającą się 40% iloczynu z powierzchni czynnej, z grubości $h$ przy kołnierzu i z ciężkości właściwej tworzywa.

## B. Silniki okrętowe.

Oznaczywszy moc $N_i$ silnika w $MK$, niezbędną na ruch naprzedni statku, przystępujemy do obliczenia wymiarów cylindrów, posiłkując się wzorem z T. I str. 862, a mianowicie:

$$\frac{\pi D^2}{4} = F = \frac{75}{10000} \cdot \frac{N_i}{c} \frac{1}{p_i},$$

jeżeli średnicę $D$ cylindra oznaczymy w m, średnią prędkość $c$ tłoka w m/sek., a średnią prężność wskazaną $p_i$ w kg/m².

**Średnia prężność wskazana** $p_i$ zależy od bezwzględnej prężności $p_0$ w kotle, albo, gdy przydławiamy prężność kotłową, od bezwzględnej prężności w skrzynce suwakowej wysokoprężnej, dalej od napełnienia ogólnego, t. j. od:

$$\varepsilon = \frac{\text{napełnieniu cylindra wysokoprężnego}}{\text{stosunek objętości}},$$ wreszcie od sposobu działania stawidła, od wielkości strat skutkiem chłodnienia i t. d. A zatem będzie:

$$p_i = k p_0 \varepsilon \left(1 + ln \frac{1}{\varepsilon}\right) = k p_0 \Theta.$$

Sposób działania stawidła, straty skutkiem chłodnienia i t. p. uwzględniamy w spółczynniku pełnoty $k$, którego wartość można odpowiednio oznaczyć ze zjednoczonego wykresu (p. str. 871 T. I) podobnych silników parowych, a zwłaszcza z pełnoty wskaz (p. str. 872 T. I). Na spółczynnik $k$ można liczyć następujące wartości średnie:

| | |
|---|---|
| w silnikach dwuprężnych . . . | 0,65 do 0,70 |
| w takichże szybkobiegach . . . | 0,60 „ 0,65 |
| w silnikach trójprężnych . . . . | 0,55 „ 0,60 |
| w takichże szybkobiegach . . . | 0,52 „ 0,58 |
| w silnikach czwórprężnych . . . | 0,52 „ 0,54 |

Spółczynnik pełnoty $k$ staje się tem mniejszym, im więcej cylindrów będzie w silniku, a więc np. do silnika trójprężnego, o czterech cylindrach, należałoby stosować mniejszą z podanej wartości spółczynnika.

Najodpowiedniejsza wartość **rozprężenia zastępczego** $\frac{1}{\varepsilon}$ będzie:

| | | |
|---|---|---|
| w silnikach sprzężonych na łodziach parowych i małych parowcach osobowych. . . . . | 5 do | 6 |
| w silnikach sprzężonych na towarowcach . . . . . | 7 „ | 8 |
| „ „ trójprężnych na torpedowcach . . . . . | 5 „ | 7 |
| „ „ „ „ innych wojowcach . . . . | 6,5 „ | 8 |
| „ „ „ „ parowcach pospiesznych . . | 8 „ | 10 |
| „ „ „ „ towarowcach . . . . . | 9 „ | 10 |
| „ „ czwórprężnych na parowcach pospiesznych . | 10 | |
| „ „ „ „ towarowcach. . . . . | 11 „ | 13 |

Napełnienie cylindra wysokoprężnego dla danych powyższych założono 70%, jednakże towarowce i powoli płynące osobowce stosują przeważnie tylko 60%.

**Tablica 3.**

Wartości $\Theta = \varepsilon\left(1 + \ln\frac{1}{\varepsilon}\right)$

| $\varepsilon$ | $\Theta$ | $\varepsilon$ | $\Theta$ | $\varepsilon$ | $\Theta$ | $\varepsilon$ | $\Theta$ | $\varepsilon$ | $\Theta$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,01 | 0,056 | 0,10 | 0,330 | 0,19 | 0,506 | 0.28 | 0,636 | 0,40 | 0,767 |
| 0,02 | 0,098 | 0,11 | 0,353 | 0,20 | 0,522 | 0,29 | 0,649 | 0,45 | 0,810 |
| 0,03 | 0,135 | 0,12 | 0,374 | 0,21 | 0.538 | 0,30 | 0,661 | 0,50 | 0,847 |
| 0,04 | 0,169 | 0,13 | 0,395 | 0,22 | 0,555 | 0,31 | 0,673 | 0,55 | 0,879 |
| 0,05 | 0,200 | 0,14 | 0,415 | 0,23 | 0,569 | 0,32 | 0,685 | 0,60 | 0,906 |
| 0,06 | 0,229 | 0,15 | 0,435 | 0,24 | 0,583 | 0,33 | 0,696 | 0,65 | 0,930 |
| 0,07 | 0,257 | 0,16 | 0,453 | 0.25 | 0,597 | 0,34 | 0,707 | 0,70 | 0,949 |
| 0,08 | 0,282 | 0.17 | 0,471 | 0,26 | 0,610 | 0,35 | 0,717 | 0,75 | 0.969 |
| 0,09 | 0,307 | 0,18 | 0,489 | 0,27 | 0,624 | 0,375 | 0,743 | 0,80 | 0,978 |

**Średnia prędkość tłoka** zależy w wysokim stopniu od swoistości przeznaczenia i warunków miejscowych, w jakich ma pracować dany parowiec. Trudno zatem określić ją prawidłami, dającemi się ogólnie zastosować. Jako wskazówkę zaznaczamy, że na ogół zwiększenie prędkości tłoka zmniejsza koszt urządzenia i wymiary silnika, lecz jednocześnie i oszczędność jego działania, a nadto utrudnia też obsługę.

**Stosowane zwykle rodzaje silników okrętowych.** Małe silniki w ogóle (do 300 $NK_i$) oraz większość silników kołowcowych miewają: rozprężanie dwukrotne, po 2 korby, przestawione względem siebie o 90°, nadprężność pary 7 do 10 at, stosunek objętości cylindrów 1 : 3 do 1 : 4. Gdy moc ma być większa, stosują silniki trzycylindrowe, z trzema korbami przestawionemi nawzajem o 120°, a nadprężność 10 do 13 atm. Jeżeli cylinder nizkoprężny okaże się za dużym, lub gdy zamierzamy silnik zrównoważyć sposobem Schlick'a (p. poniżej str. 516), to stosujemy dwa cylindry nizkoprężne przy użyciu czterech korb. Stosunek objętości cylindrów w silnikach trójprężnych o trzech cylindrach, zależnie od prężności pary i ro-

dzaju pracy silnika bywa 1 : 2 : 4,8 do 1 : 2,7 : 7,8. Gdy prężność pary przekracza 15 at, właściwszym stanie się już silnik czwórprężny o czterech cylindrach i czterech korbach, ze stosunkiem objętości cylindrów np. 1 : 2,2 : 4,3 : 9,2. Jednakże na wojowcach nawet przy wyższej prężności znajdują wyłączne prawie zastosowanie silniki trójprężne. Przy doborze stosunku objętości cylindrów należy uwzględniać:

1) możliwie równy rozdział pracy na poszczególne cylindry, aby otrzymać możliwie równe siły skręcające *),

2) jednakowe, największe naciski poszczególnych tłoków, co ułatwi wykonanie tłoczysk, goleni i t. p.,

3) jednakowe spady temperatury, a to w celu zmniejszenia strat wskutek skraplania się pary.

Do projektowania, ze względu na powyższe warunki, przyda się wykres objętości (p. T. I str. 874 i n.), sporządzony na podstawie podobnych, już wykonanych silników parowych.

Przez zastosowanie właściwych urządzeń suwakowych, np. zmieniaków, można, przy stosownem ich nastawieniu, zmieniać napełnienie poszczególnych cylindrów o 15 do 23%, a skutkiem tego rozdzielać pracę równomiernie na wszystkie cylindry.

## Tablica 4.

### Ilość obrotów, skok i prędkość tłoka.

| Rodzaj parowca | Ilość obrotów n/min. | Skok mm | Prędkość v tłoka m/sek. |
|---|---|---|---|
| Torpedowce i przeciwtorpedowce | 300—400 | 400—500 | 5—6 |
| Łodzie parowe | 250—380 | 150—200 | 1,5—2,5 |
| Małe holowce | 180—250 | 200—300 | 1,5—2,5 |
| Małe osobowce | 150—200 | 280—500 | 2—3 |
| Wielkie holowce i statki rybackie | 100—160 | 300—700 | 2—3,5 |
| Lekkie krążowce | 120—180 | 600—900 | 3,5—5 |
| Krążowce opancerzone | 100—150 | 900—1100 | 4—5 |
| Pancerniki | 100—120 | 950—1300 | 4—4,5 |
| Szybkopłyńce | 75—95 | 1600—1850 | 4—4,8 |
| Wielkie towarowo-osobowce | 70—90 | 1300—1500 | 3,5—4,5 |
| Małe towarowce | 95—130 | 650—900 | 3—3,8 |
| Wielkie towarowce | 70—85 | 900—1400 | 3,5—4,0 |

*) Marine Rundschau 1899, L. Gümbel: Kilka rozdziałów z teoryi nowszych silników okrętowych.

## Zrównoważenie wzajemne poruszających się mas w silniku czterokorbowym (sposób Schlick'a).

Oprawa silnika stojącego, wraz z płytą posadową, jest to niejako belka, osadzona jednym końcem, t. j. płytą posadową, w posadzie silnika. Na tę belkę działają siły niezmienne, powodowane ciężarem nieporuszających się części silnika, oraz siły zmienne, wywierane na nią przez poruszające się jego części. W końcu wspomniane siły, o ile ich nie zrównoważymy nawzajem lub przez odciążki, powodują drgania silnika, wysoce szkodliwe nawet w silnikach stałych, a tem bardziej w ruchomych, jak na parowozach (które znajdują jednak dość niepoddające się oparcie na szynach), przedewszystkiem zaś w silnikach na statkach (nie posiadających stałego oparcia). Jak ruchy uboczne parowozu są wynikiem owych zmiennych sił niezrównoważonych, tak i parowiec podlega skutkiem nich podobnym ruchom ubocznym, nietylko wysoce przykrym dla jadących, lecz i wielce szkodliwym dla trwałości ustroju i urządzeń parowca.

Zrównoważyć owe siły w silniku stojącym musimy tak w kierunku pionowym, jak i w poziomym:

1. Waga $G''$ mas, przesuwających się pionowo, składa się z wag: tłoków, tłoczysk, krzyżulców, z przytłoczyskowej części goleni, tychże części pomp i t. p.

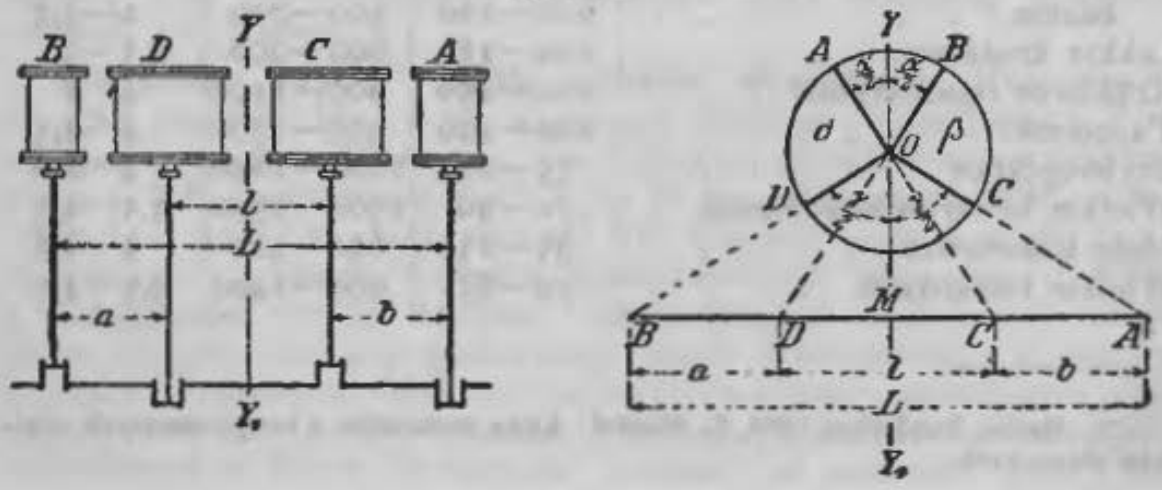
2. Waga $G'$ mas, obracających się około osi wału składa się z wag: ramion i czopów korbowych, przykorbowej części goleni, mimośrodów i t. p.

Zmienne siły poziome wynikają z ruchu mas $G'$, pionowe zaś z ruchu mas $G' + G'' = G$.

Wagę goleni korbowej rozdzieliliśmy powyżej na dwie części, t. j. na przykorbową i przytłoczyskową. Rozdziału tego dokonywamy najwłaściwiej, dzieląc całkowitą wagę w odwrotnym stosunku odległości środka ciężkości od czopa korbowego, względnie krzyżulcowego.

Jeżeli, zgodnie z rys. 1054, pionowe naciski mas poruszających się w kierunkach poprzecznych do wału, w płaszczyznie osi cylindrów $A$, $B$, $C$, $D$, oznaczymy przez $A$, $B$, $C$, $D$, a odstępy między temi osia-

Rys. 1054.



mi jak w rys., to otrzymamy poniższe trzy warunki wzajemnego równoważenia się owych sił zmiennych, z których to warunków należy dopełnić przynajmniej dwóch:

1. $A + B + C + D = 0$ (Wzajemne znoszenie się nacisków pionowych).

2. $A(a + b + l) + C(a + l) + Da = 0$ (Wzajemne znoszenie się momentów tychże sił, względem płaszczyzny $B$).

3. $B(a + b + l) + D(b + l) + Cb = 0$ (To samo względem płaszczyzny $A$).

Naciski powinny dopełniać tych warunków każdej chwili, a więc nietylko w punkcie zwrotu jednego z tłoków np. $A$, lecz w każdem dowolnem położeniu tłoka, a więc dla dowolnego kąta $\omega$ położenia korby $A$, liczonego od jej położenia na zwrocie górnym. Kąty między poszczególnemi korbami oznaczamy przez $\alpha$, $\beta$, $\gamma$, $\delta$, zgodnie z prawą stroną rysunku 1054.

Oznaczamy przez $G_A$, $G_B$, $G_C$, względnie $G_D$ wagi części, poruszających się przy poszczególnych cylindrach $A$, $B$, $C$, względnie $D$, przyczem dla poziomego zrównoważenia sił liczymy odpowiednie wagi $G'$ części obracających się, a dla pionowego sumy odpowiednich wag $G' + G'' = G$, t. j. tak obracających się, jak i przesuwających się. Ponadto oznaczymy przez $g$ przyspieszenie ciężkości, przez $v$ zaś prędkość obwodową czopa korbowego, a otrzymamy poniższe wzory na naciski przy poszczególnych cylindrach, w założeniu nieskończenie długiej goleni korbowej, a mianowicie:

a) Naciski pionowe:

4. $$A = \frac{G_A}{g} \cdot \frac{v^2}{r} \cos\omega; \quad B = \frac{G_B}{g} \cdot \frac{v^2}{r} \cos(\omega + \alpha) \text{ i t. d.}$$

b) Naciski poziome:

5. $$A' = \frac{G'_A}{g} \cdot \frac{v^2}{r} \sin\omega; \quad B' = \frac{G'_B}{g} \cdot \frac{v^2}{r} \sin(\omega + \alpha) \text{ i t. d.}$$

Podstawiając wartości powyższe we wzory 1, 2 i 3, otrzymamy warunki znoszenia się owych nacisków, oraz ich momentów, a mianowicie, np. warunek znoszenia się owych nacisków pionowych będzie:

$$\frac{G_A}{g} \cdot \frac{v^2}{r} \cos\omega + \frac{G_B}{g} \cdot \frac{v^2}{r} \cos(\alpha + \omega) + \frac{G_C}{g} \cdot \frac{v^2}{r} \cos(\alpha + \beta + \omega) + \\ + \frac{G_D}{g} \cdot \frac{v^2}{r} \cos(\alpha + \beta + \gamma + \omega) = 0,$$

podobne warunki otrzymamy, przez właściwe podstawienia i ze wzorów 2 i 3, a również i dla nacisków poziomych, podstawiając wartości z pod 5.

Zgodnie z założeniem, warunki powyższe stosują się ściśle, tylko gdy goleń korbowa jest nieskończenie długa i w tem też tylko założeniu możemy zupełnie dokładnie zrównoważyć wzajemne skutki owych nacisków przez stosowny dobór wartości kątów $\alpha$, $\beta$, $\gamma$, $\delta$, i przez dodanie odciążków dla części się obracających, o ile roz-

dział owych wag przy poszczególnych cylindrach jest symetryczny względem płaszczyzny pionowej $Y Y_1$. W przeciwnym razie, gdy symetryi tej niema, wypada dopełnić warunku dodatkowego:

$$\frac{L}{l}(G^2_B - G^2_A) = (G^2_D - G^2_C),$$

a mianowicie przez stosowną zmianę jednej lub kilku z tych wag.

Zaniechawszy niezgodnego z rzeczywistością założenia o nieskończenie długiej goleni korbowej, możemy zrównoważyć skutki tych nacisków tylko przy zupełnie symetrycznym rozkładzie owych wag, a mianowicie skutki nacisków pionowych przez stosowny dobór kątów $\alpha$, $\beta$, $\gamma$, $\delta$, poziomych zaś przez odciążki wag się obracających.

Licząc więc, że $a = b$, a zatem że oś symetryi $Y Y_1$ połowi kresy $L\,l$, oznaczamy przez $h$ kresę:

$$h = \frac{1}{4}\left(\frac{L}{l} + \frac{l}{L}\right),$$

a natenczas kąty $\alpha$ i $\gamma$ otrzymamy ze wzorów:

$$\cos\frac{\gamma+\alpha}{2} = \frac{1}{2} + h - \sqrt{h^2 + \frac{3}{4}},$$

$$\cos\frac{\gamma-\alpha}{2} = \frac{1}{2} - h + \sqrt{h^2 + \frac{3}{4}}.$$

Powyższe założenie symetryi dotyczy nietylko położenia wag posuwających się, lecz i ich wielkości, tak że $G''_A = G''_B$, a $G''_C = G''_D$, ponadto zaś musimy jeszcze dopełnić warunku: $\beta = \delta$, oraz:

$$\frac{G''_C}{G''_A} = \frac{G''_D}{G''_B} = \frac{\cos\frac{\alpha}{2}}{\cos\frac{\gamma}{2}}.$$

Wartości kątów $\alpha$ i $\gamma$ możemy też oznaczyć wykreślnie, metodą prób, podług prawej strony rys. 1054, t. j. przesuwając punkt $O$, po $MO$, prostopadłej do $BA$, dopóki nie dopełnimy warunku:

$$\cos\frac{\alpha}{2}\cos\frac{\gamma}{2} = \frac{OM}{OD}\cdot\frac{OM}{OB} = \frac{1}{2}, \text{ czyli:}$$

$$2\,OM^2 = OD \cdot OB.$$

Sposobem powyższym zrównoważamy nawzajem masy posuwające się pionowo, w podobny też sposób równoważymy i masy obracające się, które powinny spełnić warunek:

$$\frac{G'_C}{G'_A} = \frac{\cos\frac{\alpha}{2}}{\cos\frac{\gamma}{2}} = \frac{G'_D}{G'_B},$$

a że zazwyczaj wagi te będą posiadały stosunki odmienne, należy je doprowadzić do tego stosunku przez dodanie odpowiednich odciążków.

## Prędkości pary.

Prędkości pary obliczamy zwykle na zasadzie średniej prędkości tłoka $c = \frac{s\,n}{30}$ m/sek.

Średnie prędkości pary bywają:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| w głównej rurze dolotowej . . . . . | $v = 30$ | do | 40 | m/sek. |
| w kanałach cylindra wysokoprężnego . . . | $v = 25$ | „ | 30 | „ |
| „ „ „ średnioprężnego . . . | $v = 30$ | „ | 36 | „ |
| „ „ „ nizkoprężnego . . . . | $v = 36$ | „ | 42 | „ |
| w rurach przelotowych z cylindra wys.-pr. . | $v = 20$ | „ | 24 | „ |
| „ „ „ „ śr.-pr. . . | $v = 24$ | „ | 28 | „ |
| „ „ odlotowych „ niz.-pr. . | $v = 29$ | „ | 34 | „ |

Niekiedy, zwłaszcza w szybkobiegach, prędkości te bywają do 20% większe.

**Grubości ścianek cylindrów**, względnie tulei, w nie wstawianych, bywają jednakowe dla wszystkich cylindrów lub ich tulei, a mianowicie określane wzorem:

$$\delta = \frac{D p}{360 + 10\,p} + 10 \text{ mm},$$

w którym $D$ oznacza średnicę drąży w cylindrze wysokoprężnym w mm, a $p$ nadprężność w atm.

W lekko zbudowanych silnikach stosują grubości o kilka mm mniejsze, a do lekkich wojowców, w celu zmniejszenia wagi, nietylko że nie stosują tulei lecz i grubości ścianek w cylindrach obliczają jak dla rur cienkościennych, zakładając ciągnienie bezpieczne $K_z = 180$ do 220 kg/cm², a nawet jeszcze większe.

Ścianki cylindrów beztulejowych miewają grubość o 3 do 5 mm zwiększoną, a to ze względu na późniejsze przetaczanie.

Grubość den i pokryw bywa do 10% mniejsza dla żeliwa, a 35 do 40% w odlewach stalowych, względnie do powyżej oznaczonej grubości $\delta$, przyczem wzięto już pod uwagę należyte wzmocnienie tych części przez ich użebrowanie.

**Osprzęt cylindrów**. Oprócz niezbędnych kurków spustowych na cylindrach, skrzynkach suwakowych, ogrzewkach, przelotniach i t. p., zastępowanych poczęści odwadniaczami (np. z ogrzewka), należy urządzić zawory bezpieczeństwa na wszystkich dnach i wiekach cylindrów, na ogrzewkach i przelotniach, a nawet na skrzynkach suwakowych i przewodach głównych. Zawory te na cylindrze wysokoprężnym i pierwszej przelotni miewają prześwit $= 1/12$ średnicy przynależnego tłoka, na cylindrze średnioprężnym $1/17$, a na nizkoprężnym $1/20$ średnicy przynależnych tłoków. Zawory te naciążamy tak, aby rozpoczynały swe działanie, gdy prężność przekroczy

o $^1/_2$ atm. największą prężność, ustaloną dla poszczególnych cylindrów.

**Tłoki** żeliwne znajdują obecnie zastosowanie jedynie jeszcze w silnikach towarowców ciężkich, pozatem, ze względu na zmniejszenie wagi, stosujemy przeważnie tłoki lanostalowe, a do torpedowców nawet odkuwane ze stali.

**Tłoczyska** z miękkiej stali obliczamy podług naprężeń bezpiecznych podanych w tabl. 5, a utwierdzamy na nich tłok na zatoczeniu stożkowem, przyciskając go naśrubkiem. Tłoczyska wydrążone (rurowate) znajdują zastosowanie li tylko na torpedowcach.

## Tablica 5.

### Naprężenia bezpieczne w częściach silnika okrętowego w kg/cm².

| Rodzaj parowca | W tłoczysku | | W rdzeniu śrub łożyska korbowego i krzyżulcowego | Kręcenie we wale wykorbionym |
|---|---|---|---|---|
| | w rdzeniu gwintu | w samem tłoczysku | | |
| Torpedowce . . . | 750—900 | 380—500 | 700—850 | 420—510 |
| Wojowce . . . . . | 580—750 | 300—380 | 600—750 | 350—450 |
| Pocztowce . . . . | 500—600 | 250—300 | 500—600 | 280—350 |
| Towarowce . . . | 400—500 | 200—250 | 350—500 | 260—320 |

## Tablica 6.

### Ciśnienia bezpieczne na powierzchnie w kg/cm².

| Rodzaj parowca | W łożyskach przykorbowych | W łożyskach czopów korbowych | W łożyskach krzyżulca | W gładzi podkrzyżulcowej | W łożysku odporowem |
|---|---|---|---|---|---|
| Torpedowce. . . | 28—38 | 60—70 | 120—150 | 6,0—8,5 | 6—8 |
| Wojowce . . . . | 20—28 | 50—60 | 90—120 | 5,0—6,5 | 5—6 |
| Szybkopłyńce. . | 16—22 | 40—50 | 70—90 | 4,5—5,8 | 4—5,5 |
| Towarowce . . . | 14—16 | 25—40 | 50—70 | 3,8—4,5 | 3—4 |

**Goleń korbowa** miewa długość 4 do 4,5 krotnego ramienia korby, a na torpedowcach dosięga i 5-cio krotnej. Wyrabiają ją przeważnie ze stali Siemens-Martin'owskiej, a w szybkobiegach wydrążają jej część odkorbową. Grubość części przykrzyżulcowej równa się w przybliżeniu średnicy tłoczyska, zwiększa się jednak stopniowo ku korbie na 1,1 do 1,4 krotną średnicę tłoczyska. Pokrywy łożysk, stalowe, odkuwane obliczamy na naprężenia bezpieczne 400 do 600 kg/cm².

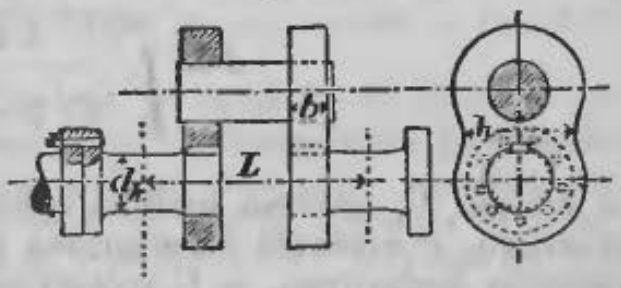
**Łożyska przykorbowe** na wojowcach miewają panwie spiżowe, na handlowcach przeważnie żeliwne. Panwie tych łożysk otrzymują we większych silnikach chłodzenie wodą, a wylewają się metalem białym.

**Płyta posadowa** bywa w handlowcach żeliwna, grubości: $\frac{d}{30}+12$ mm (jeżeli przez $d$ oznaczymy średnicę wału głównego), ze zgrubieniem pod łożyskami przykorbowemi do $0{,}25\,d$; na wojowcach zaś ta płyta odlewa się ze stali, o grubości $\frac{d}{50}+12$ mm, z podobnemi zgrubieniami na $0{,}14\,d$.

**Stojaki** bywają żeliwne na towarowcach i pocztowcach, dla szybkopłyńców odlewają się ze stali, a do wojowców stosujemy chętniej lekkie stojaki odkuwane, z takiemiż wykrzyżowaniami, na ciężkich wojowcach jednak przynajmniej stojaki z torem krzyżulca w odlewie stalowym.

**Wał korbowy** bywa prawie zawsze wykorbiony, a mianowicie bądź to odkuwany w całości, zwłaszcza dla wojowców, bądź też składany (p. rys. 1055), stosowany przeważnie na handlowcach. Przy składaniu wałów wykorbionych osadzamy wały i czopy w ramionach korbowych na gorąco, albo też pod naciskiem tłoczarek hydraulicznych.

Rys 1055.




Wały wyrabiają się przeważnie ze stali Simens-Martinowskiej, o wytrzymałości 40 do 50 kg/mm², a rozciągnięciu przynajmniej 20%. Do wojowców stosują też i stal tyglową, takiej samej jakości, a do szybkopłyńców nawet stal nanikloną, o wytrzymałości 55 do 65 kg/mm², przy rozciągnięciu przynajmniej 20%.

Wały korbowe obliczamy na kręcenie, licząc moment kręcący $M=\frac{N_i}{n}\,71620$ kg. cm, a średnicę $d$ wałów pełnych oznaczamy podług wzoru:

$$d^3=\frac{16}{\pi}\cdot\frac{M}{k_d},$$

w którym $k_d$ oznacza kręcenie bezpieczne podług tabl. 5.

Średnicę $d$ wałów drążonych, gdy prześwit drąży jest $\delta$, oznaczamy ze wzoru:

$$d^3=\frac{16}{\pi}\frac{M}{k_d}\cdot\frac{1}{1-\frac{\delta^4}{d^4}},$$

przyczem stosunek $\frac{\delta}{d}$ waha się w granicach od 0,4 do 0,6.

Średnica czopów i wałów, oraz wszystkie ramiona korbowe w tym samym silniku bywają przeważnie jednakowe, tak ze względu na lepsze zrównoważenie, jakoteż dla ułatwienia wymiany we wałach składanych.

Wymiary oznaczone literami w rys 1055, dla wałów składanych (do handlowców) podajemy poniżej wyrażone w średnicy $d$ wała:

$D = 1{,}9$ do $2d$ (wyjątkowo $1{,}8d$),
$w = 0{,}6$ do $0{,}7d$,
$d_1 = d + \frac{d}{40}$,
$z$ przynajmniej $0{,}45$ do $0{,}5d$,
$k = 0{,}25$ do $0{,}28d$,
wreszcie długość czopów:

| | | |
|---|---|---|
| na handlowcach . . | $l = 0{,}9$ do | $1{,}2d$ |
| „ wojowcach . . . | $l = 1{,}1$ „ | $1{,}4d$ |
| „ torpedowcach . . | $l = 1{,}4$ „ | $1{,}6d$ lub większa. |

**Sprzęgła** wałów łączą się na 6 do 14 śrub, przeważnie stożkowych, w których cięcie nie powinno przekraczać kręcenia w samym wale. Średnica śruby, w pośrodku stożka bywa $^1/_6$ do $^1/_4$ $d$.

**Średnicę $d$ wała**, o korbie nieprzewieszonej, określa angielski **Board of Trade** wzorem poniższym:

$$d = \sqrt[3]{\frac{L P D_2^2}{C\left(2 + \frac{D_2^2}{D_1^2}\right)}},$$

w którym $D_1$ oznacza średnicę cylindra wysokoprężnego, $D_2$ niskoprężnego, $P$ prężność bezwzględną pary kotłowej w atm, $L$ długość ramienia korbowego, a $C$ spółczynnik o wartościach poniżej podanych ($D_1$ $D_2$ i $L$ należy wyrazić w dowolnych, lecz jednakowych jednostkach długości, np. w cm, stopach i t. p., w których też otrzymamy wartość $d$).

### Wartości spółczynnika $C$.

| 2 korby pod kątem | dla wała wykorbionego i wała śruby | dla wałów pędnianych |
|---|---|---|
| 90° | 73,60 | 85,84 |
| 100° | 67,92 | 79,31 |
| 110° | 63,70 | 74,18 |
| 120° | 60,11 | 70,10 |
| 130° | 57,44 | 67,00 |
| 140° | 55,40 | 64,61 |
| 150° | 53,85 | 62,85 |
| 160° | 52,80 | 61,66 |
| 170° | 52,24 | 60,96 |
| 180° | 52,03 | 60,75 |
| 3 korby pod 120° | 78,04 | 91,05 |

Dla silników na kołowcach należy powyższe wartości $C$ pomnożyć przez 1,4.

**Wały napędowe**, stanowiące pędnię od silnika do śruby, podlegają przedewszystkiem kręceniu, pozatem zaś ciśnieniu przez napór śruby, oraz gięciu wskutek przeginania się kadłuba okrętowego i po-

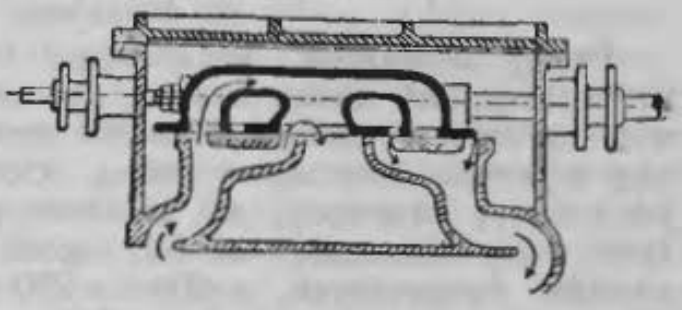
łączonego z niem poddawania się łożysk podtrzymujących. Zazwyczaj zaniedbujemy naprężenia w końcu wspomniane, jako mniej wielkie, i obliczamy owe wały wyłącznie na kręcenie, a raczej dobieramy ich średnicę w stosunku do średnicy wała korbowego $d$, a mianowicie $0{,}85\,d$ do $1{,}0\,d$ (podług przepisów Lloyd'a niemieckiego $0{,}95\,d$). Właściwe naprężenie kręcące wzmaga się jeszcze wskutek drgań pokrętczych *). Długość poszczególnych wałów bywa 5 do 7 m, łączą się one ze sobą na sprzęgła tarczowe, a obok nich wspierają się na łożyskach podtrzymujących, zwykle żeliwnych, na wojowcach jednak z odlewu stalowego. W łożyskach tych tylko swobodna przestrzeń pod wałem wylewa się białym metalem.

**Wał odporowy** przenosi napór śruby na grzebieniaste łożysko odporowe, a wielkość jego powierzchni pierścieniowatych oblicza się z naporu śruby (str. 508) i ciśnień bezpiecznych, podanych w tabl. 6, str. 520. Średnica tego wała bywa zazwyczaj równa średnicy $d$ wała korbowego, a średnice $D$ pierścieniowatych żeber $1{,}6$ do $1{,}9\,d$, wreszcie grubość ich $b = 0{,}13$ do $0{,}16\,d$ na wojowcach, a $b = 0{,}15$ do $0{,}2\,d$ na handlowcach.

Poszczególne żebra pierścieniowate, w ilości do 13 sztuk wspierają się w kierunku osi na poszczególnych **panewkach podkowiastych**, wkładanych z góry, a nanizanych na dwa pręty poziome, które przenoszą napór żeber z panewek na kadłub łożyska. Panewki te bywają wydrążone, o szerokości $z = 2{,}5$ do $3\,b$, a przez ich drąże krąży woda chłodząca. Po obu stronach tego **łożyska odporowego** (grzebieniastego) wał odporowy spoczywa w dodatkowych łożyskach podtrzymujących, o długości równającej się średnicy wała.

**Wał śruby** miewa grubość równą średnicy wała korbowego, lub do 10% większą, gdyż podlega on nietylko kręceniu, lecz i gięciu tak przez obciążenie śrubą, jak i przez jej napór mimośrodkowy, który staje się bardzo znacznym, gdy się śruba wynurzy z wody. Dla przeprowadzenia tego wała przez ścianę okrętową, zakładają w niej **pochwę przyśrubową**, w którą z obu końcy wsuwamy łożyska w postaci tulei spiżowych z panwiami z drzewa gwajakowego. Części wała, spoczywające w łożyskach, otrzymują powłokę spiżową, pozostałe zaś powierzchnie wała albo również powłokę spiżową, albo, zwłaszcza na wojowcach, kauczukową, osłoniętą nawojem z lin konopnych lub drucianych. Małe wały bywają i bez powłoki, a natenczas ich łożyska wylewają się metalem białym. Pochwa przyśrubowa jest ponajczęściej żeliwna, a jeżeli spiżo-

Rys. 1056.



*) L. Gümbel, O drganiach pokrętczych. Schiffbau 1902; H. Fram, Badanie nad zjawiskami dynamicznemi we wałach. Zeitschr. d. Ver. d. Ing. 1902; H. Foettinger, w Schiffbau-technische Gesellschaft 1902.

wa, to można się obyć bez tulei na łożyskach, których długość na ogół równa się 3 do 5-o krotnej średnicy wała.

**Stawidła** (p. T. I str. 881 i dalsze) cylindra wysoko i średnioprężnego bywają zazwyczaj tłoczkowe, nizkoprężnego zaś z suwakiem zwykłym, lecz odciążonym i na wlotki i wylotki zdwojone, ustroju Penn'a, przedstawionym w rys. 1056, albo też stosują tu suwaki z przewodem ustroju Trick'a. Zdwojenie, a nawet potrojenie wlotek i wylotek ma na celu zmniejszenie przesuwu suwaka.

**Skraplanie** (p. T. I str. 930 i n.). W parowcach, przeznaczonych na wody słodkie, stosują skraplanie bezprzeponne, natomiast na parowcach morskich wyłącznie tylko naprzeponne.

Powierzchnię przepony chłodzącej liczą na 1 $MK_i$ po:

0,15 do 0,17 m² do silników dwuprężnych,
0,10 „ 0,15 „ „ „ trójprężnych,
0,10 „ 0,13 „ „ „ czwórprężnych,
0,75 „ 0,9 „ na torpedowcach.

Mniejsze z tych wartości stosują na wojowcach, największe zaś na handlowcach, pływających po morzach podzwrotnikowych.

Skraplacz stawia się bądź to łącznie z silnikiem, bądź też, by nie zacieśniać dostępu do niego, oddzielnie. Ze względu na zmniejszenie wagi skraplacza stosują przeważnie ustroje z cienkich rurek, przez które przepływa woda chłodząca, a które otacza para skraplająca się. Na wodę morską budujemy skraplacze miedziane, spiżowe lub mosiężne, o zewnętrznej średnicy rurrek 17 do 19 mm.

**Pompę powietrzną** (p. T. I str. 935 i n.) napędzamy albo bezpośrednio od jednego z krzyżulców, albo też, by ją uniezależnić od nawrotów i biegu silnika głównego, stawiamy zupełnie oddzielną parową pompę powietrzną.

Stosunek objętości cylindra pompy powietrznej do objętości cylindra nizkoprężnego bywa:

$^1/_{11}$ do $^1/_{18}$ przy silnikach dwuprężnych,
$^1/_{20}$ „ $^1/_{24}$ „ „ trójprężnych,
$^1/_{21}$ „ $^1/_{26}$ „ „ czwórprężnych,
$^1/_{6}$ „ $^1/_{8}$ do skraplaczy bezprzeponowych.

**Pompy chłodzące**, dostarczające wodę morską do skraplacza, wywadniają też statek w razie potrzeby, gdy się w zęzie zbierze większa ilość przecieków. Przewód ssawny do zęzy miewa 0,6 średnicy przewodu ssawnego z morza, który znów obliczamy, podobnie jak i dalsze przewody, na prędkość przepływu 2,5 do 3,5 m/sek. Ilość wody chłodzącej na $MK_i$ i godz. liczą po 250 do 300 l dla silników dwuprężnych, a 200 do 250 l przy trój i czwórprężnych. Stosujemy pompy (p. T. I str 760 i n.) tłokowe lub odśrodkowe, a pierwsze z nich możemy napędzać bezpośrednio od jednego z krzyżulców, co się jednak stosuje tylko przy mniejszych silnikach. Duże pompy, tak tłokowe jak i odśrodkowe otrzymują napęd z własnego silnika, który powinien wydawać już pełną, niezbędną moc nawet wtenczas, gdy prężność pary w kotłach dosięga $^2/_3$ prężności ustanowionej.

**Pompy zasilające.** We wszystkich większych urządzeniach silnikowych pompy zasilające ustawiają się obecnie niezależnie od głównego silnika, a mianowicie parowe pompy spółtłoczyskowe, np. ustroju Worthington'a. Powodem tego jest dążność do uniezależnienia takich pomp od biegu i nawrotu silnika głównego. Gdy jednak pompę napędzamy silnikiem głównym, uskuteczniamy to np. za pośrednictwem wahacza pompy powietrznej, a przy szybkobiegach za pomocą przekładni ślimakowej. Dla silników do 200 $MK_i$ stawia się przeważnie tylko jedną pompę zasilającą, dla większych zaś silników dwie pompy, z których każda z łatwością może dostarczyć potrzebną ilość wody. Oprócz głównego urządzenia zasilajacego powinno być jeszcze zapasowe, zupełnie niezależne od pierwszego. Woda zasilająca wypływa zazwyczaj ze skraplacza nieco ciepła, lecz zanieczyszczona smarami, właściwem więc będzie poprowadzić ją z pompy powietrznej do większego zbiornika, wyżej ustawionego, gdzieby miała czas wydzielić olej i t. p. domieszane smary, a osiągamy to przez jej podgrzewanie parą odlotową z silników dodatkowych (t. j. od pomp, dźwigarek, elektryczności i t. p.). W przewód tłoczny wstawia się jeszcze bardzo często podgrzewacz wody zasilającej, który służy zarazem jako odtłustnik i odsącznik.

**Pompy odnurne** mają przedewszystkiem ssać przecieki z zęzy i wylewać je do morza, pozatem otrzymują one jednak dodatkowe przewody ssawne i tłoczne, aby mogły ssać wodę z morza i dostarczać ją do ustępów, do mycia pokładu i t. p., wreszcie na wypadek pożaru. Pompy te napędzają się bądź to od silnika głównego, bądź też niezależnie, a stawia się ich przynajmniej po dwie na każdym statku.

Jeżeli statek ma przedziały z naciążem wodnym, to do wylewania tego naciążu do morza służą owe odnurne pompy przeciekowe, jednakże na wielkich parowcach ustawiają do tego celu i oddzielne pompy odnurne do naciążu.

Z pomp odnurnych, albo też z pompy chłodzącej, a mianowicie z ich tłoczni (przestrzeni tłocznej) prowadzimy też wodę do łożysk i gładzi silnika, w celu ich chłodzenia.

**Nawracarki.** Do nawrotu mniejszych silników, o mocy nieprzekraczającej 500 $MK_i$, służą nawrotnice ręczne, w których, pokręcając pokrętłem (kółkiem pokrętczem), albo korbką, obracamy wrzeciono gwintowane, przez co poruszamy naśrubek niepokrętny, pociągający za sobą nawrotnik, t. j. dźwignię wałka nawrotczego.

W silnikach większych przestawianie takiej nawrotnicy wymagałoby nadmiernego wysiłku, dlatego porusza ją oddzielny mały silnik, a urządzenie tego rodzaju zwiemy nawracarką. Najszersze zastosowanie znalazły dwa ustroje nawracarek, t. j. o działaniu okrężnem i posuwnem.

**W nawracarce okrężnej** silnik pomocniczy obraca śrubę albo ślimak, których ruch przenosi się na ślimacznicę, w niej zaś tkwi czop (korbowy). Czop ten łączy się za pośrednictwem przesuwnika z końcem nawrotnika, t. j. dźwigni, osadzonej na wałku nawrotczym. Podczas obrotu ślimacznicy nawrotnik waha między swemi położe-

niami skrajnemi, a zatrzymujemy silnik nawracarki w chwili, gdy nastawiak podczas swego wahania dojdzie do pożądanego położenia.

**W nawracarce posuwowej** ustroju Brown'a, przenosimy posuw tłoka cylindra parowego za pośrednictwem tłoczyska na nawrotnik. Cylinder ten stawia się zazwyczaj pionowo, a nad nim drugi, napełniony olejem. Tłoki obydwóch cylindrów siedzą na wspólnem tłoczysku, a więc podczas ruchu tłoka parowego, tłok w drugim cylindrze przetłacza olej z jednej strony tłoka na drugą, przez kanalik w tłoku, hamuje zatem ruch tłoka parowego, a to wskutek oporu przepływu oleju przez ów kanalik. Stosowne urządzenie dodatkowe służy do samoczynnego zamknięcia wlotu pary, gdy nawrotnik dojdzie do położenia, na które nastawiliśmy przyrząd.

Podczas czyszczenia lub naprawy pokręcamy wał silnika ręcznie, za pośrednictwem ślimaka ze ślimacznicą, do dużych zaś silników ponad 2000 $MK_i$, dodają na ten cel oddzielnie **pokręcarki parowe.**

## C. Kotły parowcowe.

Na parowcach stosują przeważnie kotły:

1. **walczaste**, leżące z płomieniówkami, albo ustroju podobnego do parowozowych, wreszcie z płomieniówkami i płomienicami (p. T. I str. 972 i n.);
2. **opłomkowe**, ustroju Belleville'a, Niclausse'a, Dürr'a i t. p. (p. T. I str. 978 i n.);
3. **o opłomkach stojących** ustroju Yarrow'a, Thornycroft'a i t. p.

Kotły walczaste znajdują jeszcze szerokie zastosowanie na handlowcach, a częściowo i na pancernikach, wyjątkowo zaś i na torpedowcach, kotły opłomkowe natomiast na wojowcach wogóle, a niekiedy i na handlowcach.

Do obliczenia powierzchni rusztów służą tablice poniższe:

### Tablica 7.

**Moc w $MK_i$ na 1 m² rusztu kotła walczastego bez nadmuchu.**

| Wznios wylotu komina ponad rusztem | Prężność pary w kotle | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 8 do 10 atm | 10 do 12 atm. | 12 do 14 atm. | 14 do 16 atm. |
| poniżej 10 m | 80 | 85 | 90 | — |
| 10 do 15 m | 88 | 93 | 98 | 103 |
| 15 do 20 m | 94 | 101 | 106 | 111 |
| 20 do 25 m | 100 | 109 | 114 | 119 |
| 25 do 30 m | — | 115 | 120 | 125 |
| 30 do 35 m | — | — | 125 | 135 |

Przez zastosowanie nadmuchu, np. w ustroju Howdens'a, możemy przy pracy długotrwałej powiększyć wydajność kotłów walczastych do 150, a nawet 170 $MK_i$ na 1 m²

rusztu, a przy pracy natężonej do 190 $MK_i$, przyczem nadprężność powietrza w nawietrzniku bywa 30 do 50 mm słupa wodnego, a w popielniku 10 do 25 mm.

## Tablica 8.

### Moc w $MK_i$ na 1 m² rusztu kotła opłomkowego z nadmuchem.

| Nadprężność powietrza w kotłowni mm słupa wodnego | Kotły z opłomkami | |
|---|---|---|
| | leżącemi, o wielkiej średnicy | stojącemi, o małej średnicy |
| 10 do 15 | 110 do 140 | 110 do 140 |
| 15 do 30 | 120 do 160 | 130 do 180 |
| 30 do 45 | — | 160 do 220 |
| 45 do 60 | — | 180 do 250 |
| 60 i wyżej | — | 200 do 280 |
| Na torpedowcach przy skrajnem natężeniu | — | aż do 350 |

Oznaczywszy powierzchnię rusztu, obliczamy **powierzchnię ogrzewaną** ze stosunku $H : R$, t. j. w stosunku powierzchni ogrzewanej do powierzchni rusztu, a wartość tego stosunku bywa:

28 do 30 przy pracy mało natężonej bez nadmuchu,
33 do 37 „ „ natężonej „ „
38 do 42 przy słabszym nadmuchu, w kotłach z opłomkami leżącemi, o większej średnicy,
40 do 50, a nawet do 60, w kotłach z opłomkami stojącemi, o małej średnicy i przy silnym nadmuchu.

**Zużycie węgla** na $MK_i$ i godz. można średnio liczyć: w kotłach walczastych do najlepszych silników czwórprężnych 0,6 do 0,65 kg, a do dwuprężnych 0,65 do 0,7 kg, w urządzeniach większych, lecz 0,7 do 0,8 kg w mniejszych. Kotły opłomkowe, z nadmuchem w pracy zwykłej zużywają 0,9 kg, a w pracy natężonej 1 kg.

**Ilokrotność odparowania** z węgla wyborowego, pozostawiającego 8 do 15% żużli, przeliczona na wodę zasilającą 0° i parę 100° bywa:

8.5 do 9,5 w najlepszych kotłach walczastych,
7,5 do 8,5 w mniejszych „ „
6,5 do 8,0 w kotłach opłomkowych.

**Nadmuch** bywa dwojakiego rodzaju:

1. W szczelnej kotłowni, zaopatrzonej w drzwi podwójne, utrzymujemy stale nadprężność powietrza, wtłaczając je nawietrznikiem z kanału, który je czerpie znad pokładu. Do kotłów opłomkowych nadprężność ta dosięga 65 mm słupa wodnego, a do kotłów walczastych, na wojowcach, bywa ona około 15 mm.

2. Kotłownia pozostaje bez nadprężności powietrza, nawietrzniki wpychają powietrze przez skrzynkowate nagrzewnice i przez popielniki

do palenisk. Spaliny przechodzą z kotła przez rury (płomieniówki) nagrzewnicy do komina, powietrze zaś, opływając zewnętrzne powierzchnie tych rurek, nagrzewa się. Nadmuch tego rodzaju, znany pod nazwą nadmuchu Howdens'a, znajduje szerokie zastosowanie do kotłów walczastych na szybkopłynących, zwłaszcza osobowych.

**Wydmuch** spalin stosuje się rzadziej, bo nie mamy tu (jak w parowozach) pary odlotowej gdyż ją skraplamy. Chcąc zatem, w sposób niemarnujący paliwa, zastosować wydmuch, trzeba spaliny, wychodzące z kotłów, ssać wywietrznikiem i przepychać je do komina, najlepiej znów przez nagrzewnicę, w której nagrzewałoby się powietrze, dążące do popielnika.

## Rodzaje kotłów.

**1. Kocioł walczasty** bywa przeważnie płomienicowo płomieniówkowy. Płomienice 750 do 1300 mm średnicy, zazwyczaj falowane; w mniejszych kotłach i przy nadprężności do 10 atm bywają one czasami gładkie, lecz natenczas osztywnione (p. T. I str. 1010 i 1027 i n.). Ilość płomienic 1 do 4, a każda płomienica kończy się u tyłu w skrzyni paleniskowej, z której spaliny wracają do przodu przez płomieniówki. Budujemy też kotły okrętowe z opalaniem w obu końcach, a natenczas ze środkowej skrzyni paleniskowej wychodzą płomienice i płomieniówki do przodu i do tyłu. Przy większej ilości płomienic każda z nich otrzymuje zazwyczaj oddzielną skrzynię paleniskową; w ustroju czteropłomienicowym jednakże dwie płomienice przyśrodkowe otrzymują niekiedy spólną skrzynię. O płomieniówkach p. T. I str. 974 i 1026.

## Przepisy Lloyd'u niemieckiego (streszczenie).

1. **Płaszcz kotła i dzwona parowego.** Grubość $s$ blachy płaszcza, oraz średnicę $d$ nitów oznaczamy ze wzorów:

$$s = \frac{P \cdot D}{2} \cdot \frac{b}{B} \cdot \frac{e}{e-d}, \quad \text{oraz} \quad \frac{d^2\pi}{4} = \frac{P \cdot D}{2} \cdot \frac{n}{N} \cdot \frac{e}{a},$$

w których $P$ oznacza dozwoloną nadprężność, w kg/cm²,
$D$ średnicę prześwitu płaszcza kotłowego, w cm,
$B$ ciągnienie zrywające blachę, w kg/cm²,
$N$ wytrzymałość nitów na cięcie, w kg/cm²,
$b$ ilokrotność bezpieczeństwa w blasze,
$n$ ilokrotność bezpieczeństwa w nitach,
$e$ podziałkę nicenia w cm,
$a$ ilość pracujących przekrojów nitowych w pasie jednej podziałki.

Wytrzymałość na cięcie nitów w szwie ma być nie mniejsza od wytrzymałości na ciągnienie w blasze osłabionej przez dziury nitowe. Ilokrotność $b$ bezpieczeństwa dla blach powinna być przynajmniej 5, a 4,75, gdy wiercimy dziury i odtłaczamy nakówki nitów

tłoczarkami, wreszcie 4,5, gdy nadto szwy podłużne otrzymują nicenie w łubki. Szwy poobwodowe blach ponad 12,5 mm grubych miewają nicenie dwurzędne, a gdy grubość blachy przekroczy 25 mm trójrzędne, co jednak nie dotyczy szwu przydymnicowego.

Ilokrotność $n$ bezpieczeństwa na cięcie nitów ma być przynajmniej równa $b$, a przy niceniu w łubki $1{,}15\,b$, lecz i w tym przypadku może ona zejść do wartości $b$, jeżeli wiercimy dziury nawskroś po złożeniu blach i łubek, a nakówki odtłaczamy tłoczarkami. Gdy nie znamy wytrzymałości żelaza nitowego należy liczyć cięcie w nitach z żelaza zlipnego 0,875, a w stalowych 0,85 ciągnienia bezpiecznego w blasze.

2. **Ścianki płaskie**, usztywnione ściągami lub zespórkami, otrzymują grubość $s$, określoną wzorem:

$$s = Cl\sqrt{P},$$

w którym $P$ oznacza nadprężność w kotle w kg/cm², $l$ zaś odstęp między sąsiednimi ściągami lub zespórkami, gdy je rozstawiamy w układzie z kwadratów, a $l = 0{,}4\,a + 0{,}6\,b$ w układzie z prostokątów, o mniejszym boku $a$ i większym $b$. Wartość spółczynnika $C$ waha się od 0,024 do 0,016, a to w zależności od narażenia blachy na ogień, oraz od rodzaju jej uszczelnienia. Ścianki i dennice sitowate obliczamy podług tego samego wzoru, z wartością $C = 0{,}020$, podstawiając za $l$ odstępy wzajemne ściągówek, t. j. płomieniówek z grubszemi ściankami, a o końcach łączonych na gwint i rozkutych. Dane powyższe dotyczą blach stalowych, blachy z żelaza zlipnego otrzymują grubość o 12% większą.

3. **Płomienice** niefalowane miewają grubość $s$ ścianek w cm:

$$s = 0{,}00385\sqrt{PDL},$$

jeżeli przez $P$ oznaczymy dozwoloną nadprężność w kotle w atm, przez $D$ średnicę zewnętrzną w cm, a przez $L$ długość w cm całej płomienicy nieosztywnionej, względnie odstępy osztywnień. Jednakże grubość ta $s$ nie może być jednocześnie mniejsza od określonej wzorem:

$$s = \frac{PD}{k} + 0{,}3 \text{ cm},$$

w którym wartość $k$ będzie:

$k = 740$ w płomienicy nieosztywnionej,
$k = 900$ „ „ raz osztywnionej, w odstępie $< 122$ cm,
$k = 1010$ „ „ 2 razy „ w odstępach $< 79$ cm,
$k = 1125$ „ „ 3 „ „ „ „ $< 61$ cm,

wreszcie wzór powyższy możemy stosować i do płomienic falowanych, licząc $k = 1220$.

Blacha na płomienice powinna posiadać wytrzymałość 35 do 41 kg/mm².

4. **Ściągów i zespórek** nie należy naprężać więcej niż podano na str. 1008 T. I, a jednocześnie istotna ilokrotność ich bezpieczeństwa ma być przynajmniej 7 (a w przyłącznikach ściągowych nawet 10).

5. **Jakość blach kotłowych** powinna odpowiadać warunkom, podanym na str. 54 i 55.

**2. Kotły opłomkowe**, a) o leżących opłomkach większej średnicy, stosują na parowcach przeważnie w ustrojach: **Belleville'a, Dürr'a** i t. p. (p. str. 983 i n. T. I);

b) o stojących opłomkach małej średnicy w ustrojach **Yarrow'a, Thornycroft'a** i t. p., mają w zasadzie układ następujący:

Osie trzech kotłaków równoległych a poziomych leżą w narożnikach trójkąta równoramiennego, o podstawie poziomej. Kotłak górny jest walczakiem z przestrzenią parową i wodną, obydwa kotłaki dolne są niejako bulierami, napełnionymi wodą, a są one walczakami kołowymi w ustroju Thornykroft'a, w ustroju zaś Yarrow'a niekołowymi, t. j. o przekroju półkola dopełnionego spłaszczoną półelipsą, której oś mała kieruje się ku wierzchołkowi wyżej wspomnianego trójkąta zasadniczego. W ustroju Yarrow'a każdy z kotłaków dolnych łączy się z walczakiem wierzchołkowym za pośrednictwem snopa prostych opłomek, równoległych do ramion owego trójkąta zasadniczego. W ustroju Thornykroft'a w każdym snopie są opłomki nierównoległe, lecz powykrzywiane w ten sposób, aby każda z nich na złączeniu ze ściankami walczaka dolnego, względnie wierzchołkowego, kierowała się po ich promieniu, a nadto, aby po zewnętrznej i wewnętrznej stronie każdego snopa sąsiednie opłomki pokrzywione ze sobą się stykały, wytwarzając w ten sposób szczelne ścianki kanału spalinowego. W ustroju tym dodano nadto zewnętrzne rury łączące walczak wierzchołkowy z dolnymi, a przeznaczone do krążenia wody w dół. Palenisko w obydwóch ustrojach leży między kotłakami dolnymi, w ustroju Thornykroft'a budują jednak i odmianę z trzema walczakami dolnymi, z których środkowy leży pionowo pod walczakiem wierzchołkowym, a kocioł taki miewa dwa paleniska, leżące po obu stronach środkowego walczaka dolnego. Średnice zewnętrzne opłomek w kotłach Yarrow'a bywają 25 do 44 mm, w Thornytroft'a zaś 32 do 36 mm i są zewnątrz cynkowane.

O **osprzęcie** kotłów i **obsadzie** paleniskowej por. T. I str. 1037 i n., oraz przepisy kotłowe, str. 1049 i n.

**Dymnica i komin.** Dymnica miewa ścianki podwójne w odstępie wzajemnym 50 do 100 mm i drzwiczki do przeczyszczania płomieniówek. Komin otrzymuje niekiedy również podobną osłonę, lecz w odstępie 100 do 250 mm od właściwej ścianki kominowej, a spoczywa on w szybie kominowym na wspornikach, górą zaś przytrzymuje się uwięziami. Przekrój kominowy bywa około $^1/_5$ powierzchni rusztów.

## D. Przewody.

**Przewody parowe** należy prowadzić możliwie prosto, zaopatrując je we wydłużki dławnicowe i przytwierdzając należycie w celu zniesienia parć poosiowych. Prędkość pary w nich 30 do 40 m/sek.

Na przewody stosujemy miedziane rury bez szwu (por. str. 592

i 601, 602 T. I), albo takież stalowe, które przy średnicy $d$ w mm i nadprężności pary $p$ atm. powinny mieć grubość ścianki:

$$s = \sim \frac{dp}{500} + 1 \text{ mm.}$$

**Przewody zasilające** są zazwyczaj miedziane, a przewody tłoczne miewają ścianki nieco grubsze niż przewody parowe.

**Przewody przeciekowe** bywają żeliwne lub ołowiane, a przewody na naciąż wodny żelazne, cynkowane.

## Tablica 9.

### Wagi urządzeń silnikowych.

Uwaga: Wagą silnika objęto sam silnik, wał główny z łożyskami i pędzisz (śruby lub koła).

Wagą kotła objęto sam kocioł, jego osprzęt i obsadę palenisko-wą, dymnicę i komin, jednakże bez wody w kotle.

Wagą dodatków objęto wszelakie przewody i pompy, silniki pomocnicze, drabiny, pomościki, pręcianki (kratki z prętów równoległych) i t. p.

Wagi na wojowcach obliczono na 1 $MK_i$ największej wydajności pracy, t. j. przy zastosowaniu nadmuchu.

| Rodzaj parowca i silnika | Waga w kg na 1 $MK_i$ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Silnika | Kotła | Dodatków | Ogółem |
| Torpedowce i przeciwtorpedowce: Silnik trójprężny, kocioł opłomkowy . . . . . | 8—14 | 10—15 | 4—8 | 22—37 |
| Lekkie krzyżowce: Silnik trójprężny, | | | | |
| z kotłami walczastymi . . . | 20—30 | 35—45 | 10—15 | 65—90 |
| z „ opłomkowymi . . . | 20—30 | 20—30 | 10—15 | 50—75 |
| Pancerniki: Silnik trójprężny, kotły walczaste . . . . . | 30—37 | 40—50 | 15—20 | 85—107 |
| Szybkopłyńce osobowe: Kotły walczaste: | | | | |
| Silniki trójprężne . . . . . | 50—60 | 55—65 | 24—30 | 129—155 |
| „ czwórpężne . . . . . | 56—70 | 60—75 | 24—30 | 140—175 |
| Towarowce (Kotły walczaste): | | | | |
| duże, silnik czwórprężny. . . | 75—95 | 75—90 | 45—50 | 195—235 |
| średnie, „ trójprężny . . . | 70—90 | 75—90 | 40—45 | 185—225 |
| małe, „ dwuprężny . . . | 65—80 | 75—85 | 35—42 | 175—207 |
| Łodzie parowe: Silniki bliźniacze lub sprzężone, | | | | |
| kotły parowozowe . . . . . | 7—13 | 20—30 | 4—8 | 31—51 |

# DZIAŁ TRZYNASTY.

# KUŹNICTWO ŻELAZA.

## I. MATERYAŁY SUROWE.

### A. Paliwa.

Por. T. I str. 321 i nast., a o ciężkościach właściwych i t. p. T. II str. 6 i nast., oraz str. 13.

#### a. Paliwa stałe.

##### 1. Paliwa rodzime.

Uwaga. Dane poniższe zestawiamy w odsetkach na wagę.

1 **Drwa** zawierają 1,2 do 2,3%, średnio 1,5% popiołów. Wody nawilżającej (hygroskopijnej) miewamy w drzewie świeżo spuszczonem 40%, we wyschłem na powietrzu 20%, a drzewo takie składa się średnio z 40% C i 60% wody, z której 40% jest chemicznie związanej, a 20% występuje, jak już wspomniano, w postaci wody nawilżającej.

Poniższe paliwa kopalne powstały z włókna roślinnego przez jego zbutwienie, t. j. przez powolny rozkład chemiczny pod ziemią, a więc przy ograniczonym dostępie powietrza.

2. **Torf**, wyschły na powietrzu, zawiera w sobie około 25% wody nawilżającej, a tworzywo torfowe, po usunięciu tej wody i po odliczeniu popiołów (których bywa 1 do 30%), składałoby się średnio z 54% C, 45% wody chemicznie związanej i 1% swobodnego H.

3. **Węgiel brunatny** miewa średnio 20% wody nawilżającej i 5 do 10% popiołów, a po ich potrąceniu właściwe tworzywo organiczne tego węgla składa się z 70% C, 28% wody chemicznie związanej i 2% swobodnego H.

4. **Węgiel kamienny** miewa 5% wody nawilżającej i daje 3 do 7% popiołu. Węgiel kamienny dzielimy zazwyczaj na poniższe rodzaje, a to zależnie od ilości części gazownych, w nim zawartych, a zawartość ta znamionuje poniekąd i okres geologiczny, z którego pochodzi:

**Chudy węgiel antracytawy** zawiera tylko 5 do 10% części gazownych, wymaga silnego ciągu, spala się małym płomieniem i bez sadzy. Nadaje się on tak do użytku domowego, jak i wielkopiecowego.

**Zeskwarny węgiel mało gazowny** zawiera 10 do 15,5% części gazownych. Nadaje się on na opał kotłowy, a z domieszką węgla gazownego i na wyrób koksu.

**Spiekalny węgiel mało gazowny** zawiera 15,5 do 33,3% części gazownych. Gdy zawiera mniej niż 20% tych części, będzie on zdatny do kuzien i na koks, a przy większej ich zawartości, do palenisk płomiennych (np. płomieniaków); z jego płomienia wytwarza się wiele sadzy.

**Spiekalny węgiel gazowny** zawiera 33,3 do 40% części gazownych. Zdatny do palenisk płomiennych, a miał z niego do kotłowych.

**Rozsypny węgiel gazowny** zawiera 44,4 do 50% części gazownych. Zdatny do palenisk płomiennych, a miał z niego do kotłowych.

5. **Antracyt** jest rodzajem węgla kamiennego, z którego się już ulotniły prawie wszystkie części gazowne i dla tego nadaje się on do wielkich pieców bez uprzedniego koksowania.

## 2. Paliwa sztuczne.

### 1. Węgiel drzewny.

Węgiel drzewny wchłania w siebie 5 do 16% wilgoci, a **tlenie** jego odbywa się zazwyczaj w mielerzach. Pojemność **mielerza** bywa 80 do 150 $m^3$, rzadziej do 300 $m^3$ drew, a wydajność węgla w stosunku do drwa 20 do 25% na wagę, na objętość zaś 50 do 75%, średnio 55%. Zaleca się wypełniać mielerz drwami różnego gatunku, a mianowicie **szczapami**, t. j. drzewem z pnia, **karpinami**, t. j. drzewem wykarczowanem, wreszcie **drzewem gałęziowem**, dobierając ich wzajemny stosunek jak 6 : 3 : 1.

Drwa miękkie zwęglają się w przeciągu 2 do $2^1/_2$ tygodnia w mielerzach mniejszych, t. j. 7,8 do 9,4 m średnicy, we większych zaś, o średnicy 14 do 16 m, zwęglenie wymaga 4 do 5 tygodni.

**Wygaźnice** (retorty) żeliwne, 2 do 3 m długie, o przekroju okrągłym lub owalnym, 0,8 do 1,2 m w prześwicie, ułożone po dwie do sześciu w spólnem obmurzu, znajdują również zastosowanie do zwęglania drew. Wydajność ich bywa 24 do 28% węgla w stosunku do wagi drew; wyższej z podanych wydajności dosięgamy, zwęglając drwa powoli i przy możliwie nizkiej temperaturze.

### 2. Koks.

Koks wchłania w siebie 3 do 5% wilgoci z powietrza, a wydaje 6 do 12% popiołu na wagę. Przy koksowaniu węgla kamiennego otrzymujemy wytwory wygazowania (suchej dystylacyi) dwojakiego rodzaju: stale lotne i skraplające się, a stosunek ich wzajemny bywa średnio jak 11 : 20. Waga jednego $m^3$ koksu rozsypnego bywa 530 kg, koksu zeskwarnego 495 kg, koksu spiekalnego z mielerza 380 do 420 kg, a z koksownicy (pieca koksiarskiego) 330 do 470 kg.

Wydajność na wagę przy koksowaniu bywa: z węgla rozsypnego 55 do 65%, ze zeskwarnego 60 do 70%, ze spiekalnego 60 do 80%. Węgle spiekalne wydają koks w objętości o 20% zwiększo-

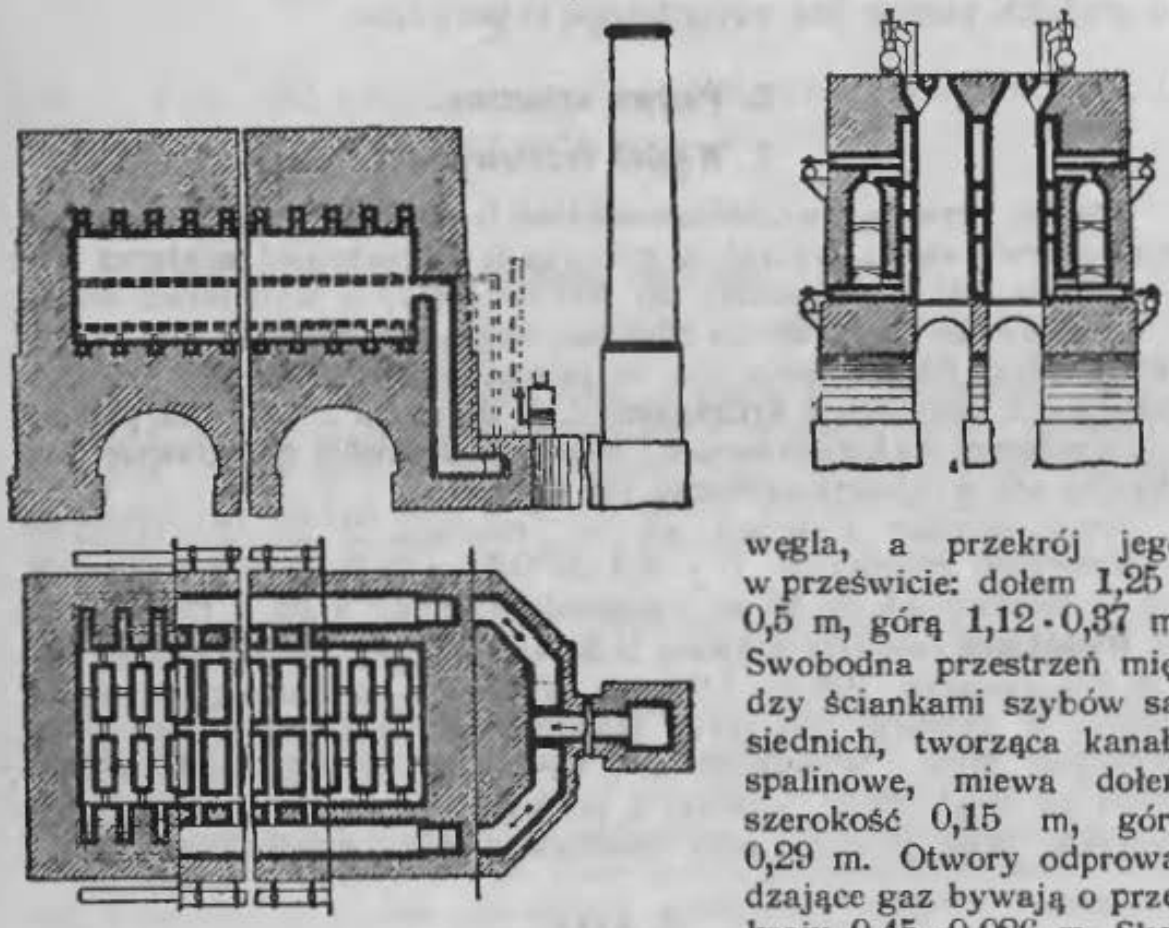
nej, natomiast antracyty i węgle rozsypne zmniejszają swą objętość wskutek wygazowania nawet o 10%.

## Koksownice (piece koksiarskie) *).

### a) Bez oddzielania mazi pogazowej.

**Koksownica ustroju Apolt'a** (rys. 1057) składa się z podwójnego szeregu szybów napełnianych węglem, których ścianki pół cegły grube ogrzewają się spalinami z oddzielnego paleniska. Szybów takich stawiają zazwyczaj po 18 w każdej koksownicy, t. j. dwa szeregi po 9 szybów. Pojemność każdego szybu bywa 1,3 do 1,4 t

Rys. 1057.



węgla, a przekrój jego w prześwicie: dołem 1,25 · 0,5 m, górą 1,12 · 0,37 m. Swobodna przestrzeń między ściankami szybów sąsiednich, tworząca kanały spalinowe, miewa dołem szerokość 0,15 m, górą 0,29 m. Otwory odprowadzające gaz bywają o przekroju 0,45 · 0,026 m. Skoksowanie wymaga 24 godzin.

**Koksownica ustroju Coppée'go** posiada zamiast szybów pionowych poziome kanały napełniane węglem, mającym się koksować. Kanałów takich bywa 20 do 30 w spólnem obmurzu, każdy zaś kanał miewa 9 do 10 m długości, 0,5 do 0,6 m szerokości, a 1,0 do 1,6 m wysokości w prześwicie. Jest on pokryty sklepieniem o strzałce 0,08 m. W koksownicy tej spalamy wszystkie gazy, wytwarza-

*) Zeitsch. d. Ver. d. Ing. 1892 str. 1398, 1894 str. 970, 1895 str. 80.

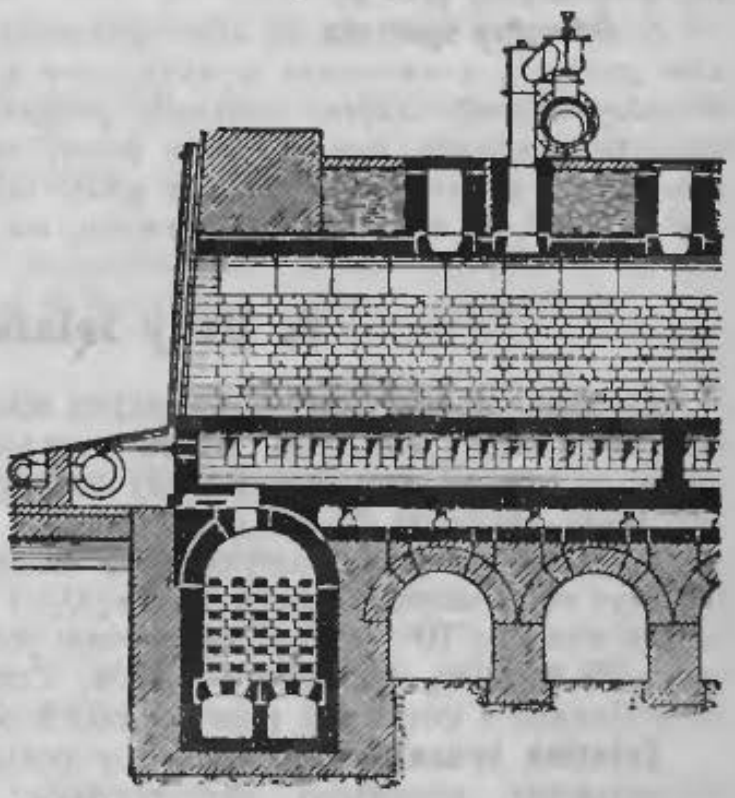
jące się z węgla koksowanego, a powietrze płynące do paleniska podgrzewamy, prowadząc je przez wygrzane kanały murowane. Gotowy ładunek koksu z długiego a wązkiego kanału wytłaczamy odrazu, posiłkując się w tym celu wytłaczarką parową, przesuwającą się wzdłuż jednych końcy owych kanałów, a wytłaczającą swym tłokiem przesuwnym całą zawartość kanału przez drugi jego koniec, na zewnątrz.

Koksownice te budujemy w dwóch wielkościach, a mianowicie mniejsze, których każdy kanał zawiera 3 t węgla, jest 9 m długi i ma 4,5 $m^3$ pojemności, 27 $m^2$ powierzchni wewnętrznej, a 16 $m^2$ zewnętrznej powierzchni ogrzewanej; większe zaś z kanałami na 6 t węgla, 10 m długimi, o pojemności 9,6 $m^3$, o powierzchni wewnętrznej 44 $m^2$, a zewnętrznej powierzchni ogrzewanej 28 $m^2$. W koksownicach mniejszych koksowanie trwa 24 godzin, we większych zaś 48.

### b) Z oddzielaniem mazi pogazowej i t. p.

**Koksownica ustroju D-ra Otto i Sp.** (rys. 1058). Wymiary podobne jak w ustroju poprzedzającym. Gaz czyścimy wodą, przyczem wydzielamy z niego, w stosunku do wagi węgla, około 3% mazi pogazowej (smoły), a nadto otrzymać możemy jeszcze 1 do 1,4% siarczanu amonowego przez właściwą przeróbkę wody pogazowej. Koksu otrzymujemy około 3% więcej niż w urządzeniach bez oddzielania mazi pogazowej. Z otrzymanego gazu oczyszczonego zużywamy $^5/_7$ na opał koksownicy, a $^2/_7$ możemy zużyć na inne cele. Powietrze, idące do paleniska, podgrzewamy w **odzysknicach** ciepła (regeneratorach) do 800°.

Rys. 1058.



**Koksownica ustroju Semet-Solvay'a** posiada także kanały poziome, gaz czyści się w niej również wodą, a ilości otrzymywanego koksu, siarczanu amonowego i mazi pogazowej są w przybliżeniu takie same jak w ustroju poprzednim, lecz nadto wydziela się tu i benzol. Z gazu oczyszczonego zużywamy tylko połowę na opał koksownicy, druga połowa pozostaje swobodną na inne cele. Powietrze, idące do paleniska, podgrzewamy w zwykłych kanałach podgrzewczych, bez zastosowania odzysknic ciepła.

### b. Paliwa ciekłe.

1. **Ropa naftowa** i odpadki naftowe, czyli **mazut** znajdują zastosowanie w kuźnictwie, tak do opalania przeróżnych pieców kuźniczych, za wyłączeniem jednakże pieców odtleniających (np. wielkich pieców), jakoteż do opalania kotłów, oraz do pędzenia silników spalinowych.

Ciężkość właściwa mazutu 0,89 do 0,9; temperatura zapłomienienia (zapłonięcia) 88° do 90°, temperatura zapalności 100° do 108°.

2. **Nafta, benzyna, spyrytus i t. p.** paliwa ciekłe nie znajdują szerszego zastosowania w kuźnictwie.

### c. Paliwa lotne.

1. **Rodzime gazy palne**, przeważnie naftowe znalazły szersze zastosowanie do przemysłu prawie wyłącznie tylko w Pensylwanii, a skład owego gazu bywa tam średnio w odsetkach na wagę: 67% $CH_4$, 22% H i 6% $C_2H_4$. Jednakże i w Borysławiu (Galicya) gaz rodzimy znalazł zastosowanie jako paliwo, lecz na znacznie mniejszą skalę.

2. **Sztuczne gazy palne** p. T. I str. 1082, a o gazie z koksownic p. powyżej pod **a.**

3. **Odlociny spalania** są albo spalinami, niezawierającemi już gazów palnych, a natenczas wyzyskujemy tylko jeszcze ich ciepło, np. w odzysknicach ciepła, kanałach podgrzewczych i t. p.; albo też gazy te zawierają jeszcze części palne, np. CO w czadach wielkopiecowych, a natenczas możemy gazy takie spalać powtórnie, np. pod kotłami, w silnikach spalinowych, do prażenia rudy i t. p.

## B. Rudy żelazne.

**Żelaziak magnetyczny** jest tlenkiem żelazawo-żelazowym ($Fe_3O_4$), daje rys czarny, zawartość żelaza w rudzie zupełnie czystej 72,4% na wagę, zazwyczaj jednak rudy te, z powodu obcych domieszek, zawierają tylko 50 do 60%. W Szwecyi, na Uralu i w New-Jersey.

**Żelaziak czerwony**, zwykły i naciekowy, błyszcz żelazny, oraz hematyt są tlenkiem żelazowym ($Fe_2O_3$) i dają rys czerwony. Ruda czysta zawiera 70% żelaza, zazwyczaj jednak z powodu domieszek, tylko 30 do 40%. Porzecze Lahn'u, Cumberland, nad Lake Superiore (jeziorem górnem z pięciu wielkich jezior Ameryki półn.).

**Żelaziak brunatny** pojawia się w postaciach żelaziaka zwykłego, naciekowego, ziemistego, skorupiastego, nerkowatego, bobiastego, ikrzastego, łąkowego i jeziornego, jest tlenkiem żelazowym z wodą chemicznie związaną ($H_6Fe_4O_9$). W stanie czystym zawiera 60% żelaza, zazwyczaj jednak, z powodu zanieczyszczeń, tylko 20 do 40% na wagę, daje rys żółtawo-brunatny do brunatnego. Ruda ta jest bardzo rozpowszechniona.

**Spat żelazny** jest węglanem żelazawym ($FeCO_3$) z domieszką tlenku manganawego (MnO) do 11% na wagę, a zawiera w stanie

czystym 48,2% żelaza, zazwyczaj jednak, z powodu zanieczyszczeń, tylko 30 do 42%.

**Żelaziak ilasty** oraz kulisty (sferosyderyt), są węglanami żelaza z domieszką gliny, iłu, marglu, piasku i wapna, a nadto zanieczyszczonymi przez siarczany i fosforany różnych metali. Zawierają one w sobie 28 do 35% żelaza na wagę. Gdy żelaziak ilasty występuje w połączeniu z węglem, zwiemy go **żelaziakiem węglowym** (blackband), który ma 24 do 30% zawartości żelaza; obfitsze jego złoża posiada Szkocya.

**Zgorzyny iskrzyka żelaznego** zawierają w sobie 92 do 96% tlenku żelazowego, a często i domieszki miedzi i cynku.

**Żużle** z pieców pudlingarskich i zlipczych (szwajsowych) są przeważnie krzemianami żelazawymi, zawierającymi w sobie tlenek żelazawo-żelazowy, a żużle pudlingarskie posiadają często i domieszki fosforu.

Rudy żelazne pojawiają się przeważnie w skałach twardcowych (kwarcowych), wapiennych, ilastych, dolomitowych i marglowych, a pożądanemi domieszkami są rudy manganowe, zwłaszcza manganiak szary (braunsztyn), do tomasowni zaś apatyt. Szkodliwemi zanieczyszczeniami są natomiast wszelkie siarczany metali i spat ciężki.

Żelaziaki dzielimy przeważnie na żelaziaki w złożu **zasadowem** i w złożu **kwaśnem**, oraz na żelaziaki silnie, względnie słabo **nafosforzone.**

Gdy rudy zawierają poniżej 20% żelaza, wytapianie ich przestaje się już opłacać, lecz gdy ich złoże jest wapienne, nadają się one na domieszkę zamiast topów, niezawierających żelaza.

**Rozbiory chemiczne rud niezanieczyszczonych i dodatków, stosowanych przeważnie w Królestwie i w Rosyi południowej.**

| | Fe | Mn | $SiO_2$ | $Al_2O_3$ | CaO | MgO | P | S | Ubytek przy prażeniu |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Żelaziak ilasty . . . | 28,99 | 0,80 | 10,15 | 6,53 | 7,67 | n. o. | 0,55 | 0,00 | 26,37 % |
| Takiż prażony. . . . | 46,17 | n. o. | 11,22 | 10,68 | 5,00 | n. o | 0,32 | 0,00 | 0,39 % |
| Żelaziak brunatny . . | 34,50 | 0,71 | 24,18 | 7,59 | 0,30 | 0,56 | 0,30 | 0,00 | 9,48 % |
| „ krzyworoski | 63,98 | 0,10 | 5,19 | 2,47 | 0.50 | 0,00 | 0,03 | 0,00 | n. o. % |
| Takiż zakrzemiony . | 37,39 | n. o. | 44,17 | 0,73 | 0,20 | n. o. | 0,05 | n. o. | 1,11 % |
| Manganiak kaukaski | 1,23 | 49,03 | 11,27 | 1,97 | 1,56 | 0,61 | 0,13 | 0,19 | 2,21 % |
| Żużle z uszczerzaków (fryszerek) . . | 40,35 | 1,77 | 30,86 | n. o. | n. o. | n. o. | 0,27 | 0,12 | 0,00 % |
| Żużle pudlingarskie. | 57,36 | 1,90 | 18,00 | „ | „ | „ | 1,75 | n. o. | 0,00 % |
| Żużle z pieców zlipczych (zlipiaków). | 46,20 | 0,40 | 35,15 | „ | „ | „ | 0,05 | „ | „ % |
| Walcowiny (zędra) . | 73,55 | 0,53 | 0,75 | „ | „ | „ | 0,04 | „ | „ % |
| Zgorzyny iskrzyku . | 62,10 | n. o. | 2,06 | „ | „ | „ | n. o. | 3,66 | n. o. % |
| Fosforyty podolskie. | n. o. | n o. | 5,48 | n. o. | 46,1 | n. o. | 15,63 | n. o. | n. o. % |
| Wapniak . . . . . | — | n. o. | 2,52 | 1,70*) | 52,01 | 0,53 | n. o. | „ | „ % |
| Dolomit. . . . . | 1,35 | „ | 2,76 | — | 29,66 | 20,30 | „ | „ | „ % |

Uwaga. W tablicy powyższej odsetki są oznaczone na wagę, a o ile ich **nie oznaczono**, wyrażono to przez skrócenie n. o.

*) Z domieszką $Fe_2O_3$.

# II. WYTWARZANIE SURÓWKI.

## A. Przyrządzanie rud.

### 1. Prażenie rudy.

**Celem prażenia** jest przedewszystkiem usunięcie bezwodnika węglowego i siarki z rud, a również zamiana tlenku żelazawego (Fe O) na żelazowy ($Fe_2 O_3$), wreszcie doprowadzenie rud do stanu pewnego spulchnienia.

Rudy wyprażone wchłaniają w siebie na powietrzu 2 do 3% wilgoci.

**Sposoby prażenia:**

1. W **kupach nieosłoniętych** prażą obecnie już tylko żelaziak węglowy.
2. W **komorach** wierzchem **niepokrytych** prażymy przeważnie żelaziaki ziemiste, zawierające więcej siarki.
3. W **prażakach szybowych**, o wysokości 2 do 15 m, zazwyczaj zaś 3 do 6 m, a o średnicy w paszczy 2 do 5 m. Na prażenie zużywamy 1 kg węgla drzewnego lub miału koksowego na 20 do 30 kg rudy, a 1 kg węgla kamiennego na 5 do 10 kg rudy.

**Prażaki lejowate** ze zagłębia Siegeńskiego (Westfalia) miewają 4 m wysokości całkowitej, a 3,2 m w szybie, którego średnice bywają: w spodku 1,5 m, w paszczy zaś 3,2 m. Przy tych wymiarach pojemność prażaka będzie 17 $m^3$, a wydajność około 50 t spatu żelaznego na dobę. Prażaki te opalają się węglem.

**Prażaki klewelandskie** miewają 9 do 15 m wysokości przy średnicy 7 m w paszczy i w górnej walcowatej części, która ku spodkowi zwęża się stożkowato. Prażaki te opalają się węglem kamiennym, a ich pojemność dosięga 450 $m^3$.

**Prażaki dmuchowe,** ustroju **Westmann'a**, opalane czadem wielkopiecowym, miewają 6,6 m wysokości, przy średnicy 1,8 m w paszczy, 2,82 m pod wieńcem dysz, pracujących sprężem 6,5 do 9 mm słupa wodnego; prażaki te wyprażają 45 do 60 t rudy na dobę.

### 2. Rozdrabnianie rudy i wapniaków.

Spat żelazny posiada **wytrzymałość na zgniecenie** $K = 70$ kg/cm², a żelaziak magnetyczny i czerwony $K = 200$ do 300 kg/cm².

1. **Perlikiem** jeden robotnik, w czasie 12-to godzinnej dzionki, zdoła potłuc 2 do 5 t rudy na kawałki wielkości orzecha.

2. **Stępy** zalecają się prostotą ustroju, małą ilością odpadków, natomiast wydzielają wiele kurzu. Waga każdego stępora 150 kg, jego skok 0,2 do 0,25 m, ilość zaś skoków 60 na min. Każda tłu-

czarka posiada 3 do 5 stęp, a wydajność jej liczą w stosunku 300 do 350 kg tłucznia na zużywaną *MK* i godz.

3. **Gniotowniki walcowe** miewają walce 260 do 950 mm średnicy, a do 300 mm długie, obracające się 45 do 100 razy na minutę. Wydajność liczą 1 do 8 t/godz., przy zużyciu 1 do 12 *MK*.

4. **Gniotowniki szczękowe** miewają szczęki z żeliwa twardzonego, o chropowatych lub nazębionych powierzchniach czynnych.

**Dane, dotyczące kilku gniotowników szczękowych.**

| | | Gniotowniki napędzane pasem | | | Gniotowniki napędzane bezpośrednio parą | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Szerokość szczęk | mm | 200 | 400 | 650 | 400 | 650 |
| Rozwartość między szczękami | mm | 120 | 250 | 400 | 250 | 400 |
| Ilość obrotów na minutę | | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 |
| Średnica koła pasowego | mm | 400 | 630 | 840 | · | · |
| Szerokość koła pasowego | mm | 90 | 150 | 200 | · | · |
| Niezbędna moc napędcza | *MK* | 1 | 6 | 12 | 6 | 12 |
| Wydajność tłucznia przy 50 mm rozbrzeżności w szczelinie międzyszczękowej | m³/godz. | 0,6 | 5 do 6 | 10 do 12,5 | 5 do 6 | 10 do 12,5 |
| Waga gniotownika | kg | 1150 | 4650 | 11300 | 4950 | 12100 |

## 8. Odczyszczanie rudy.

1. Płuczka bębnowata, o średnicy bębna 1,5 m, zużywająca 0,93 m³ wody na minutę, a wchłaniająca 15 *MK*, odczyszcza 30 m³ rudy dziennie.

2. Odczyszczanie magnetyczne stosują sposobem Wetherill'a (przesuwające się taśmy), albo sposobem Mechernich'a (bębny obracające się).

# B. Wielkie piece.

## a. Zasyp.

**1. Rudy** dobieramy tak, aby ich mieszanina zawierała w sobie 25 do 60% żelaza na wagę.

**2.** Dodanie **topów** ma na celu wzbogacenie zasypu takiemi częściami składowemi, które są niezbędne do prawidłowego wytopienia żelaza, a których sama ruda nie posiada podostatkiem. Zazwyczaj braknie w rudzie wapna, rzadziej glinki lub krzemu. **Namiar** należy tak ustosunkować, aby się w piecu na koks wytworzyć mogły krzemiany, a w piecu na węgiel drzewny dwukrzemiany. W tym celu powinniśmy obliczyć namiar tak, aby w zasypie otrzymać stosunek na wagę:

$$CaO : Al_2O_3 : SiO_2 = 30 : 14 : 56, \text{ wzgl. } 47 : 15 : 38 \text{ *).}$$

*) O doborze, namiarze i zasypach wielkopiecowych, p. Wedding, Handbuch der Eisenhüttenkunde, oraz tegoż autora: Grundriss der Eisenhüttenkunde.

1) **Wapień**, czyli węglan wapnia zawiera 56% wapna, a jego ciężkość właściwa bywa 2,6 do 2,7. Dolomit jest węglanem wapniowym i magnezowym (45,8%), ma ciężkość właściwą 2,8 do 2,9, a nadaje się przedewszystkiem do rud ilastych (gliniastych).

2) **Bauksyt** (35 do 70% tlenku glinowego) nadaje się jako top do rud przekrzemionych i przewapnionych.

3) **Łupek gliniasty** i glina łupkowata zawierają 10 do 20% tlenku glinowego, a 40 do 70% bezwodnika krzemowego. Nadają się one na topy do rud przewapnionych.

4) **Żużle** z pieców pudlingarskich, zlipczych i t. p. zawierają w sobie 8 do 36% bezwodnika krzemowego, a 50 do 60% tlenku żelazawego.

Oprócz właściwych topów namierzamy do zasypu i inne dodatki do rud, jako to:

1) Zendrę walcowniczą (walcowiny), zawierającą 60 do 70% żelaza, młotowiny i t. p. tworzywa, wzbogacające rudę.

2) Zgorzyny iskrzyka żelaznego (pirytu), zawierające 55 do 65% żelaza.

3) Fosforyty (fosforany wapnia) zawierające w sobie 12 do 16% fosforu.

Domieszki zawarte w samej rudzie, wraz z topami, dodanymi przy namiarze, wytwarzają w wielkim piecu żużel o ciężkości właściwej 2,5 do 3. Stosunek na wagę ilości żużla względnie do otrzymanej surówki bywa od 0,7 : 1 do 2,1 : 1, a w skrajnych przypadkach 5 : 1. Podczas zdarnego biegu pieca żużle nie powinny zawierać żelaza.

**8. Opał.** Rozchód paliwa zależy od względnej zawartości żelaza w **namiarze** i od stopnia odtlenialności rud. Średnio można liczyć: Na 100 kg **surówki białej** 90 do 150 kg koksu, a wyjątkowo przy sprzyjających okolicznościach 75 kg. Na 100 kg **surówki szarej** z rud łatwo odtlenialnych, np. z żelaziaków kulistych, i przy zastosowaniu **dmuchu gorącego**, 100 do 120 kg koksu. Z rud trudniej odtlenialnych i przy namiarze, mniej żelaza zawierającym, 140 do 180 kg koksu. Ryczałtowo można liczyć, że średnie zużycie koksu będzie 95%, względnie do wagi surówki wytopionej.

Węgla kamiennego lub antracytu potrzeba $1^1/_2$ razy więcej niż koksu.

Na 100 kg surówki białej liczą 100 do 120 kg węgla drzewnego, a na surówkę szarą 120 do 180 kg.

**Surówka nakrzemiona** wymaga więcej paliwa (np. z 10% Si — 260 kg koksu), **surówka namanganiona** jeszcze więcej, a żelazomangan najwięcej, t. j. do 300 kg koksu, przy 80% Mn.

Im dmuch będzie gorętszy, tem większą będzie oszczędność paliwa.

## b. Ustrój wielkich pieców.

**Wagę** wielkiego pieca, wraz z zawartością, na **każdy** m wysokości pieca i na $m^3$ rzutu poziomego można liczyć średnio 1600 do 1800 kg w **piecach słupowych**, a 1200 do 1600 kg w nowszych

**piecach bezoponowych.** Spodnią część posady wielkopiecowej wytwarzamy zazwyczaj z warstwy betonu 1 m grubej, cała zaś wysokość posady bywa 1,5 m pod **piece przyporowe,** a 1,5 do 2 m pod słupowe. **Posada** musi być szersza od samego pieca, tworząc w około niego odsadzkę, 0,2 do 0,3 m szeroką pod piecami przyporowymi, a 1 do 1,5 m pod słupowymi, licząc od skraju płyty podsłupowej.

**Wieniec podporowy** wielkiego pieca bywa żeliwny, albo zlewno-żelazny, a wspiera się on ponajczęściej na słupach żeliwnych, około 4 m wysokich, 350 do 450 mm średnicy, przy grubości ścianek 25 mm.

**Opona wielkopiecowa** składa się z pierścion stożkowatych, a każde pierściono z odpowiedniej ilości blach. Stosujemy dwojakiego rodzaju połączenia tych blach, a mianowicie: albo nitujemy je w sposób zwykły ze sobą, a wówczas szwy poobwodowe otrzymują nicenie jednorzędne, natomiast szwy, skierowane z góry w dół, mają nicenie dwurzędne; grubość blachy zaś będzie w tym przypadku w pierścionach górnych 8 do 9 mm, w dolnych 10 do 12 mm. Albo też każda blacha, 6 mm gruba osadza się na nity w oprawę z kątownika 70 · 70 · 9 mm, a tak oprawione kawałki składamy dopiero w pierściona, które znów łączą się nawzajem ze sobą. Między oponą a murem szybu pozostawiamy odstęp 100 do 200 mm, wypełniając nieraz tę przestrzeń gruzem.

**Piece bezoponowe,** ustroju Büttgenbach'a, ściągają się obręczami, leżącemi na spoinie między dwoma wieńcami ciosów, a sąsiednie obręcze łączą się nawzajem poprzeczkami, 8 · 20 mm przekroju, rozstawionemi w odstępach wzajemnych ∾ 750 mm. Obręcze te miewają przekrój 100 · 20 mm na szybie właściwym, a 130 · 20 mm przy spadkach.

**Opona na gardzieli** i przy **paszczy** bywa 5 mm gruba, a około 3 m wysoka. **Pomost** i urządzenia zasypowe nie powinny się wspierać na murze szybu właściwego.

**Spadki i gar** (zaprawę) należy chłodzić, a każda chłodnica zużywa około 0,1 $m^3$ wody na godzinę.

**Szyby** wielkopiecowe budujemy albo z cegły zwykłych wymiarów (120 mm szerokiej), albo z ceglic, t. j. swoistej cegły o wielkich wymiarach, albo wreszcie z ciosów kamiennych. Przy budowie z **ciosów** lub **ceglic** warstwy bywają 150 do 200 mm wysokie, same zaś ceglice lub ciosy otrzymują długość równającą się grubości muru, która bywa 600 mm w szybie, a 750 mm w przestronie. Przy budowie z **cegły** zwykłego formatu, szyb miewa grubość 2 cegły, spadki $2^1/_2$ do 3, a gar $3^1/_2$ do 4 cegieł. **Spodek** jest 0,8 do 0,9 m wysoki, a wierzch jego wznosi się ∾ 5 m ponad naziom kuźnicy.

**Dysze** wstawiamy w oprawę miedzianą lub z bronzu, którą zwiemy **tchawą**. W małych piecach tchawę tę osadzamy nieraz bezpośrednio w murze, zazwyczaj jednak siedzi ona w chłodnicy, t. j. w skrzynce metalowej, przez którą przepływa woda chłodząca. Prześwit tchawy bywa 7,5 do 21 cm, zazwyczaj zaś 9 do 12 cm, a sam koniec tchawy, obejmujący dyszę właściwą i wystający poza chłod-

nicę, względnie poza mur, na 5 do 10 cm we wnętrze pieca, zwiemy **ryjakiem**. Ilość wody chłodzącej można średnio liczyć na minutę: na każdą tchawę po 60 do 75 l, a dodatkowo na samą chłodnicę jeszcze 75 do 100 l. Wieniec tchaw leży we wierzchniej części gara, tuż pod krajem spadków. W piecach na koks przy średnicy gara 1,3 m stosujemy 3 tchawy, przy średnicy gara 1,3 do 2 m — 4 do 5 tchaw, przy średnicy 2 m lub większej, tchaw bywa 6 lub więcej, lecz nie ponad 12. Głębokość gara poniżej wieńca dysz bywa 1 do 1,1 m w piecach na koks, a 0,7 do 0,8 m w piecach na węgiel drzewny.

**Przelewki na żużel** leżą przynajmniej 260 mm poniżej wieńca dysz, wznios ich ponad spadek zależy od wysokości warstwy surówki wytopionej, jaką utrzymujemy w garze. Ponad tą warstwą powinna się jeszcze pozostać przestrzeń swobodna na $^1/_4$ do $^1/_3$ m³ żużla. Na żużle **rzadkopłynne** starczy 25 mm prześwitu przelewki, na **gęstopłynne** natomiast prześwit bywa 40 do 52 mm, a nadto przelewka rozszerza się stożkowo ku stronie zewnętrznej. Przelewki chłodzimy również wodą, której zużywamy ∞ 60 l/min. Przelewka ustroju Lürmann'a z bronzu, miedzi lub żeliwa, bywa 150 mm długa, a wysięga 80 mm z wyprawy w przestrzeń gara.

**Wymiary wielkich pieców.** Wysokość pieca bywa 8 do 10 m ha węgiel drzewny, a na koks 18 do 32 m, zazwyczaj 22 do 25 m. Przestron leży ponad wieńcem dysz na $^1/_3$ do $^1/_2$ wysokości pieca. Stosunek średnic: przy wieńcu dysz, w przestronie i w gardzieli bywa w piecach na koks jak 1 : 2,9 : 1,5, albo jak 1 : 1,6 : 1,14, albo 1 : 2 : 1,43, albo wreszcie 1 : 2,9 : 2, a w piecach na węgiel drzewny średnio jak 1 : 3 : 1,5. Średnica w prześwicie przy wieńcu dysz bywa: na opał koksowy 1,2 do 3 m, zazwyczaj ∞ 2 m, a nie przekracza 4,3 m; na opał węglem drzewnym 1 do 1,9 m; wreszcie na opał antracytowy 3 do 3,3 m. Wysokość gara równa się $^1/_7$ do $^1/_6$ całkowitej wysokości pieca. Wieniec dysz leży u granicy gara i spadków, które miewają pochyłość względem poziomu 75° dla rud łatwiej odtlenialnych, a 68° dla trudniej odtlenialnych. Prześwit przestronu 5 do 6,5 m, lecz nie ponad 9 m, najwłaściwiej 0,235 do 0,25 całkowitej wysokości pieca. Pojemność wielkiego pieca bywa na węgiel drzewny 30 do 70 m³, na koks zazwyczaj 250 do 550 m³, w Stanach Zjednoczonych do 1165 m³.

**Wydajność wielkiego pieca** można liczyć po 1 t codziennego wytopu na każde:

3 m³ pojemności pieca, przy wytapianiu zwykłej surówki białej, z rud łatwo odtlenialnych,

4 m³ pojemności pieca, gdy się rudy odtleniają trudniej,

5 m³ pojemności pieca, przy wytapianiu surówki zwierciadlistej,

7,5 m³ pojemności pieca, przy wytapianiu surówki szarej.

Dane powyższe dotyczą pieca o pojemności 400 m³, a piece tej wielkości można uważać za najwłaściwsze. Większe piece wymagają większej, mniejsze zaś mniejszej pojemności względnej na każdą tonę codziennego wytopu.

Zasyp ssuwa się w piecu ze średnią prędkością 0,6 do 0,8 m na godz.

### c. Jednostajność prężności dmuchu.

Niejednostajność prężności dmuchu nie powinnaby przekraczać 4 do 6% średniej jego nadprężności. Dmuchawy trzycylindrowe, z korbami przestawionemi nawzajem o 120°, dają już na ogół dmuch dostatecznie jednostajny. Dmuchawy dwu- a zwłaszcza jednocylindrowe dają dmuch, podlegający większym wahaniom prężności, które moglibyśmy wyrównać dostatecznie przez wstawienie w przewód dmuchowy zbiornika o 10, wzgl. 20-krotnej pojemności cylindra dmuchawy. Wyrównawcze te zbiorniki stają się jednak ponajczęściej zbyteczne, gdyż same przewody dmuchowe, wraz z nagrzewnicami dmuchu, mają zazwyczaj pojemność większą, a więc dostateczną do wyrównania wahań prężności.

### d. Nagrzewanie dmuchu.

Do wytapiania surówki nakrzemionej lub namanganionej w piecach większych zaleca się nagrzewanie dmuchu do 900°, w piecach mniejszych starczy na takąż surówkę 700°. Jedynie na surówki ubogie w krzem i mangan można stosować bez szkody dmuch o 300°, a nawet wcale nie nagrzewany.

#### 1. Nagrzewnice żeliwne.

Nadają się do nagrzewania dmuchu nie ponad 500° i wychodzą obecnie już zupełnie z użycia. Za paliwo służy zazwyczaj czad wielkopiecowy, a działanie tych nagrzewnic jest bez przerwy. Są to nagrzewnice przeponowe, o przeponach żeliwnych 20 do 30 mm grubych, ukształtowanych w postać rur lub skrzynek kanałowych. Po jednej stronie przepony prowadzimy spaliny czadu wielkopiecowego, po drugiej zaś stronie dmuch mający się nagrzewać. Na 1 $m^3$/min. dmuchu liczą 1,5 do 3 $m^2$ przepony, a to w zależności od zamierzonej temperatury nagrzania. Dmuch przelatuje przez nagrzewnice z prędkością $v \leqq 15$ m/sek., obliczoną dla temperatury pośredniej między wlotową a wylotową. Szersze zastosowanie znalazły swego czasu nagrzewnice skrzynkowe ustroju Gjers'a i nagrzewnice z rur zwieszonych ustroju Wedding'a.

#### 2. Nagrzewnice murowane.

Są to nagrzewnice bezprzeponowe i o działaniu z przerwami, gdyż przez kanały murowane przeprowadzamy nasamprzód spaliny (zazwyczaj z czadu wielkopiecowego), a po silnem wygrzaniu ścianek owych kanałów, prowadzimy przez nie, zamiast spalin, dmuch, który się nagrzewa o poprzednio wygrzane ścianki nagrzewnicy. Wobec tego naprzemiannego działania nie starczy jedna nagrzewnica, lecz potrzeba ich teoretycznie przynajmniej dwie, w rzeczywistości zaś, ze względu na czas, niezbędny do uskutecznienia przemiany, **przynajmniej trzy**, a z uwzględnieniem zapasu na oczyszczanie

i naprawy, wstawiamy ich przynajmniej cztery dla jednego wielkiego pieca, dla pary zaś takich pieców starczy 5 nagrzewnic. Aby nie zanieczyszczać dmuchu, przeprowadzanego przez kanały, które służyły uprzednio za spalinowe, niezbędnym warunkiem dobrego działania będzie należyte oczyszczanie czadów wielkopiecowych. Nagrzewnice murowane nadają się i do wyższych temperatur dmuchu, a mianowicie na 500° do 1000°, zazwyczaj 850° do 900°.

Prędkość, z jaką dmuch przelatuje przez nagrzewnicę murowaną bywa 1,5 do 2 m/sek. u wlotu, t. j. dla dmuchu zimnego, a 5 do 8 m/sek. u wylotu, t. j. dla dmuchu nagrzanego, a więc o objętości zwiększonej przez nagrzanie. Objętość jednego kg dmuchu, nagrzanego do $t^0$, wyrazi się wzorem:

$$v = \frac{273 + t}{0{,}4645\, p'} \text{ m}^3,$$

w którym $p'$ oznacza prężność bezwzględną dmuchu, wyrażaną w mm słupa rtęcianego (p. T. I str. 276 i nast.).

Na 1 kg/min. dmuchu liczą po 7,5 do 15 m² powierzchni grzejącej w całym zespole nagrzewnic, czyli około 2,5 do 5 m² powierzchni, nagrzewającej dmuch w danej chwili.

Do oczyszczania lub naprawy wypada nagrzewnicę wychłodzić, na co potrzeba 4 do 6 dni, gdy i podstawa nagrzewnicy jest murowana; podstawa żeliwna skraca ten czas do 2 dni. Oczyszczanie zabiera 2 dni czasu, a powrotne zagrzanie, po takiej przerwie, 20 godzin.

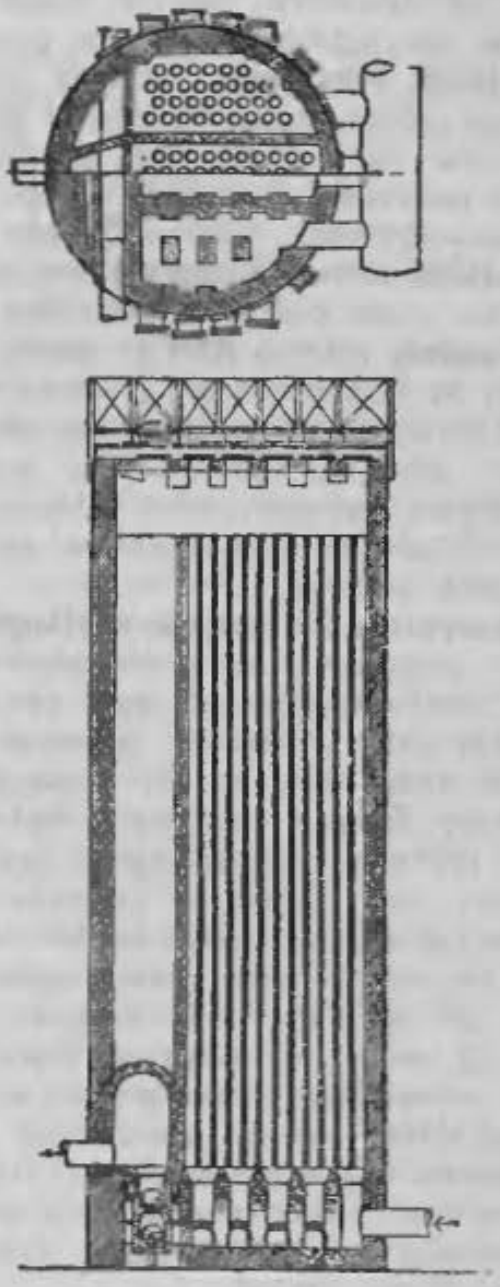
1. **Nagrzewnica ustroju Whitwell'a** miewa średnicę 6 do 7 m, wysokość ∞ 18 m, a przy tych wymiarach 2000 do 3000 m² powierzchni czynnej. Pionowe ściany równoległe dzielą wnętrze nagrzewnicy na pewną ilość kanałów pionowych. Spaliny wznoszą się zazwyczaj przez pierwszy wielki kanał w górę, opadają następnie przez pięć mniejszych kanałów w dół, potem wznoszą się znów przez jeden kanał przestronniejszy w górę, by ponownie przez 5 do 7-iu mniejszych kanałów opaść w dół do czopucha, z którego uchodzą do komina. Po należytem wygrzaniu odstawiamy dopływ spalin i nastawiamy nagrzewnicę na dmuch, który ją przebiega w kierunku odwrotnym. Nagrzewnica tego ustroju wymaga nieco większej powierzchni na każdy kg dmuchu, niż powyżej podano.

2. **Nagrzewnica ustroju Cowper'a** miewa 5 do 7 m średnicy, 18 do 22 m wysokości, a przy tych wymiarach 4000 do 6000 m² powierzchni czynnej. Mimośrodkowo budujemy pionowy szyb, 1 do 1,5 m średnicy, a całą pozostałą przestrzeń walcowatą wnętrza wypełniamy możliwie wielką ilością (300 do 500) kanalików pionowych, o średnicy 15 cm, rozdzielonych nawzajem od siebie ściankami 6 cm grubemi, przestrzeń zaś kopuły pozostawiamy swobodną. Do wytworzenia owych kanalików nadaje się dobrze cegła 20 · 20 cm w przekroju poziomym z dziurą 15 cm średnicy. Czady wielkopiecowe wprowadzamy dołem do szybu i spalamy je w nim, spaliny zaś wznoszą się przezeń aż pod kopułę, w której zmieniają swój lot i podążają przez owe ciasne kanaliki w dół do czopucha, a dalej do

komina. Po należytem wygrzaniu ścian kanalików, przestawiamy nagrzewnicę na dmuch, który przetłaczamy przez nią w kierunku odwrotnym, względnie do opisanego powyżej przelotu spalin.

3. **Złączony ustrój Whitwell'a i Cowper'a** przedstawiamy w rys. 1059 i 1060. Nagrzewnicę podzielono dwiema ścianami pionowemi na 3 części, z których każda składa się z jednego szybu o większym przekroju i z możliwie wielkiej ilości ciasnych kanalików pionowych. Czad wielkopiecowy spala się u spodu pierwszego szybu, spaliny wznoszą się w nim w górę, a opadają przez przynależne kanaliki w dół i tu przechodzą spodem do szybu drugiego. W nim wznoszą się znów do góry, by przez przynależne kanaliki opaść powrotnie w dół, poczem przechodzą do szybu trzeciego, wznoszą się w nim jeszcze raz w górę i jeszcze raz opadają w dół przez kanaliki przynależne do tego szybu trzeciego, poczem przez czopuch uchodzą do komina. I w tym ustroju dmuch ma lot odwrotny.

Rys. 1059 i 1060.



## e. Czadnia.

Czady uchodzące z wielkiego pieca, a więc przy jego paszczy, posiadają zazwyczaj nadprężność 11 do 17 mm słupa wodnego.

1. **Czadnia podpaszczowa.** Na wewnętrznem obrzeżu paszczy spoczywa swem wierzchniem obrzeżem zewnętrznem pionowa rura z blachy żelaznej, 6 do 9 mm grubej, zwieszająca się od obrzeża paszczy na 1,6 do 2,2 m w głąb szybu, przyczem spoina między rurą a brzegiem paszczy musi być należycie szczelna. Między tą rurą a murem szybu pozostaje pierścieniowata przestrzeń swobodna, 210 do 260 mm szeroka, stanowiąca zbiornię czadu wielkopiecowego, czyli czadnię. Suma przekrojów odlotowych na czad wielkopiecowy bywa $^1/_6$, a przy paszczach większej średnicy, t. j. ponad 3 m, do $^1/_8$ całkowitego przekroju gardzieli szybu. Czad z tych odlotów

sprowadzamy kanałem żelaznym do spólnego przewodu czadowego, składającego się z rur żelaznych, 500 do 900 mm średnicy, które zwiemy **czadówkami**. Przewód ten obliczamy na prędkość 6 do 8 m/sek., a zabezpieczamy go od nadmiaru prężności zaworami bezpieczeństwa. Wadą tego ustroju są zmiany prędkości czadu przelatującego.

2. **Czadnie nadpaszczowe** mają przeważnie kształt stożków ściętych lub dzwonów, których dolne obrzeże leży w przybliżeniu w poziomie wewnętrznego obrzeża paszczy.

**Stożek Parry'ego.** Paszcza jest odwróconym stożkiem ściętym, którego górna podstawa równa się przekrojowi gardzieli szybu, dolny otwór zaś połowie tego przekroju. W paszczy tej spoczywa stożek o podstawie równej $^3/_4$ owego przekroju gardzieli, czyli $^4/_3$ otworu paszczowego. Kąty zesypowe stożków 35° do 37°.

**Ozwon** ustroju **Langen'a** ma tę zaletę, że cała powierzchnia zasypowa może pozostać swobodną na zasyp.

**Czadnia** ustroju **Hoff'a**. Jeżeli przez $w$ oznaczymy prześwit gardzieli, to wznosząca się pionowo rura odlotowa ma średnicę 0,28 $w$, a dolny jej stożek, stanowiący właściwą czadnię, ma spodem średnicę 0,7 $w$, górą zaś 0,28 $w$, przy wysokości 0,25 $w$ do 0,27 $w$. Stożek ten bywa żeliwny, albo z blachy żelaznej, 13 do 15 mm grubej, a w takim razie otrzymuje on na spodniem obrzeżu doszczelniający pierścień żeliwny.

**Oczyszczanie czadów wielkopiecowych**. Przewód czadowy z pieca prowadzimy nasamprzód pionowo w górę, skutkiem czego grubsze cząstki uniesionego pyłu opadają z powrotem do pieca, lżejsze zaś idą dalej z czadami przez przewód schodzący, którego koniec przedłużamy rurą ślepą, służącą za odpylnię i zaopatrujemy ją w klapę. Zamiast tego lepiej będzie przeprowadzać czady przez szeroki przewód oczyszczający, syfonowato ukształcony, a spodem otwarty, lecz odcięty od atmosfery przez zamknięcie wodne. W tych przyrządach z czadów wydziela się pył, maź pogazowa i para wodna. Przyrządy takie (lotaryngskie) bywają 1,2 do 1,7 m wysokie, 8 do 10 m długie, przy średnicy przewodu 1,0 do 1,5 m. W kuźnicy „Laura", na Górnym Śląsku, sprowadzają czady w dół rurą 0,94 m średnicy, zbliżającą się aż na 0,16 m do powierzchni wody, ponad którą czady przechodzą w pierścieniowatą przestrzeń zewnętrzną, wytworzoną przez rurę o średnicy 3,15 m, w której to przestrzeni czady wznoszą się powrotnie w górę i uchodzą w bok do miejsca zapotrzebowania. Przyrząd ten wyrobiono z blachy żelaznej 6 mm grubej.

Do oczyszczania i odpylania czadów, zwłaszcza mających napędzać silniki spalinowe, stosują też przeróżne przyrządy ruchome, np. koła łopatkowe, z dopływem wody czyszczącej przez piastę; odśrodkową płuczkę przeciwprądową ustroju Theisen'a i t. p. Dodatkowo oczyszczają jeszcze czady, przepuszczając je przez trociny, żużel rozwłókniony, włosie drzewne i t. p. Jednocześnie z oczyszczaniem następuje ochładzanie się czadów.

Dokładne oczyszczanie czadów staje się niezbędnem zwłaszcza wtenczas, gdy są przeznaczone do silników spalinowych (p. T. I str.

1082, 1083 i 1097), gdyż silniki takie nie znoszą więcej niż 0,02 g pyłu wielkopiecowego w 1 $m^3$ czadu, a czad wychodzący z wielkiego pieca zawiera przed oczyszczeniem 12 do 45 g takiego pyłu, po oczyszczeniu przedwstępnem zaś przez nieruchome odpylnie wodne jeszcze 0,2 g. Odśrodkowa płuczka Theisen'a pozostawia zaledwie 0,005 g pyłu w 1 $m^3$ czadu.

## f. Ilość i jakość dmuchu, oraz jego przewody.

1. **Ilość dmuchu** określamy podług ilości tlenu, niezbędnego do utlenienia paliwa, zawartego w zasypie, przyczem wypada uwzględnić stosownie i tlen, otrzymywany skutkiem odtleniania rudy.

1 kg tlenu jest zawarty w 4,24 kg powietrza, a
1 $m^3$ „ „ „ „ 4,69 $m^3$ „ .

Dalsze szczegóły o składzie powietrza p. T. I str. 321 i nast., rozdział „Spalanie".

Na 1 kg węgla drzewnego w zasypie liczą średnio 9 kg powietrza, a na 1 kg koksu, 6 kg powietrza. Ilość ta starczy na utlenienie 60% węgla, w paliwie zawartego, na CO, a 40% tego węgla na $CO_2$.

Do teoretycznie obliczonej ilości powietrza potrzebnego dodajemy jeszcze pewien procent na nieszczelności, a to zależnie od stanu, w jakim znajdują się przewody i nagrzewnice dmuchu. Przy gorszym ich stanie dodatek ten dosięga 25%.

O **dmuchawach** p. T. I str. 780 i nast.

2. **Prężność dmuchu** zależy od oporów w przewodach i nagrzewnicach, od mających się wywołać prędkości w dyszach, od oporów przy przejściu przez zasypany szyb wielkopiecowy, wreszcie i od prężności, jaką czady mają jeszcze posiadać w gardzieli wielkopiecowej. Dane do obliczenia tych oporów p. T. I. str. 294 i nast., oraz str. 299 i nast.

**Prędkość wylotu z dysz** powinna być tem większa, im większą jest średnica wieńca dyszowego, aby dmuch mógł dotrzeć do samego środka pieca. Prędkość ta bywa zatem 80 do 200 m/sek. w piecach na węgiel drzewny, 150 do 300 m/sek. dla dmuchu gorącego w piecach na koks, a do 400 m/sek. w piecach na antracyt.

Ilość $G$ powietrza w kg/min, nagrzanego do $t^0$, a wylatującego z dyszy, o przekroju $F$ w $cm^2$, przy średnim stanie wilgotności powietrza i stanie $b$ barometru w mm sł. rt., a nadprężnościach: $h_1$ przed dyszą, $h_2$ za dyszą (w garze), mierzonych również w mm sł. rt., otrzymamy z poniższego wzoru:

$$G = 0{,}06664\,\lambda\,\mu\,F\sqrt{\frac{(b+h_2)(h_1-h_2)}{273+t}}\ \text{kg/min.},$$

w którym wartość spółczynnika wypływu $\mu = 0{,}86$ (podług Hauer'a). Dopóki stosunek $(h_1 - h_2) : (b + h_2)$ jest względnie nie wielki, t. j. gdy nie przekracza wartości $^1/_8$, spółczynik poprawczy $\lambda = 1$. Dla większych wartości owego stosunku należy prawą stronę wzoru pomnożyć przez spółczynnik poprawczy $\lambda$, podany w tablicy poniższej.

**Wartości spółczynnika poprawczego λ.**

| $b + h_2$ w mm sł. rt. | $h_1 - h_2$ w mm sł. rt. | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 100 | 500 | 1000 | 1500 | 2000 |
| 600 | 0,99 | 0,97 | 0,95 | 0,92 | 0,90 |
| 800 | 1,00 | 0,98 | 0,96 | 0,94 | 0,92 |
| 1000 | 1,00 | 0,98 | 0,97 | 0,95 | 0,94 |
| 1300 | 1,00 | 0,99 | 0,98 | 0,96 | 0,95 |
| 1600 | 1,00 | 0,99 | 0,98 | 0,97 | 0,96 |

Objętość $V$ w m³/min. powietrza ważącego $G$ kg, będzie:

$$V = v\,G,$$

jeżeli przez $v$ oznaczymy objętość właściwą, t. j. objętość 1 kg powietrza. W tablicy górnej, na str. 282 T. I, podano wartości $v$ dla temperatur i stanów barometrycznych, jakie u nas zachodzą. Np. dla 0° i $b = 760$ sł. rt., $v = 0{,}777$.

Nadprężność $h_2$, w garze wielkich pieców na koks, bywa 30 do 70 mm sł. rt., czyli około $0{,}2h_1$ do $0{,}4h_1$ ($h_1$ = nadprężność przed dyszą).

Z powyższego wzoru na $G$ możemy wprost obliczyć ilość powietrza wylatującego z dysz, jeżeli znamy wartości $b$, $h_1$, $h_2$, $t$, oraz $F$, które możemy pomierzyć bez trudu. Jeżeli jednak naodwrót znamy $G$ (jako obliczone z ilości paliwa w namiarze i z ilości zasypów, niezbędnej dla pożądanej wytwórczości), oraz przekrój dysz $F$ i ocenimy wartości $h_2$ i średnią $b$, to, w celu obliczenia nadprężności $h_1$ przed dyszami, przekształcamy ów wzór na:

$$h_1 = h_2 + \frac{225{,}2\,(273 + t)}{b + h_2}\left(\frac{G}{\lambda\mu F}\right)^2.$$

Dodając do obliczonego w ten sposób $h_1$ jeszcze wysokości oporów w przewodach dmuchowych i w nagrzewnicach, otrzymamy nadprężność $h_0$ u wylotu z dmuchawy, czyli jej spręż, który, podług G. Schmidt'a, można średnio liczyć:

$$h_0 = 1{,}25h_1 + 20 \text{ mm sł. rt.}$$

Spręż ten $h_0$, wyrażony w mm sł. rt., zamieniamy na spręż $(p - 1)$, wyrażony w atm., dzieląc $h_0$ przez 735,5 i wartość tę:

$$(p - 1) = \frac{h_0}{735{,}5},$$

wprowadzamy we wzór, podany w T. I str. 794, na moc wskazaną $N_i$ silnika, mającego poruszać dmuchawę, a mianowicie:

$$N_i = \varepsilon\,\alpha\,\frac{V}{\beta}\cdot\frac{10000\,(p - 1)}{75}.$$

Wartości $(p - 1)$ bywają zazwyczaj:
do wielkich pieców na węgiel drzewny: 0,07 do 0,2 kg/cm²,
„ „ „ „ koks: 0,1 do 0,4, średnio 0,3 kg/cm²,
„ „ „ „ antracyt: 0,4 do 1 kg/cm², a czasowo dosięgają nawet 1,5 kg/cm².

W tym celu do wielkich pieców na antracyt budujemy kotły, silniki i dmuchawy tak, aby ich wydajność módz czasowo zwiększać do odpowiadającej owemu podwyższonemu sprężowi.

**Średnicę prześwitu dysz** obliczamy ze wzoru:

$$\frac{\pi}{4} d^2 = \frac{F}{n} = \frac{G}{0{,}06664\,\lambda\, n\,\mu} \sqrt{\frac{273 + t}{(b + h_2)(h_1 - h_2)}},$$

w którym, oprócz znakowań powyżej już objaśnionych, oznaczono przez $d$ średnicę prześwitu dyszy w cm, a przez $n$ ilość dysz, wahającą się zazwyczaj w granicach od 3 do 8, a to zależnie od średnicy gara. Oś dyszy kierujemy nie po promieniu ich wieńca, lecz odchylamy ją od tego promienia w bok o 6°.

3. **Wymrażanie dmuchu** ma na celu usunięcie z niego wilgoci, która, marznąc opada w postaci szronu. W 1 m³ powietrza o + 30°, w stanie nasycenia wilgocią, jest jej około 30 g, a przy — 6° tylko 3 g. Przy wymrażaniu zatem powietrza wilgotnego, np. przez jego oziębienie z 30° do — 6°, usuwamy 90% jego wilgoci. Jednostajna a nieznaczna wilgotność dmuchu ujednostajnia bieg wielkiego pieca w takim stopniu, że opłacają się koszta wymrażania dmuchu z pomocą oziębiarek mechanicznych. Rozumie się samo przez się, że wymrażamy dmuch przed jego nagrzewaniem.

4. **Przewody dmuchowe** obliczamy tak, aby dmuch zimny, idący do nagrzewnicy, posiadał prędkość około 10 m/sek., nagrzany zaś stosunkowo większą.

## C. Składy chemiczne surówek i żużli wielkopiecowych.

### 1. Odsetki (na wagę) domieszek w surówkach.

| Rodzaj surówki | Krzemu | Fosforu | Siarki | Mangana | Miedzi | Grafitu | Grafitu i węgla razem |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Surówka na węglu drzewnym:** | | | | | | | |
| Surówka szara z Ilsenburga | 2,2 | 0,51 | 0,07 | 0,41 | 0,05 | 2,97 | 3,50 |
| Surówka pstra z Finspong (Szwecya) | 0,63 | ślady | 0,15 | 0,32 | ślady | 2,26 | 2,70 |
| **Surówka szara, na koksie:** | | | | | | | |
| Surówka nakrzemiona z Hörde | 16,31 | 0,18 | n. ozn. | 1,22 | n. ozn. | 0,80 | 0,80 |
| Takaż z Kuźnicy królewskiej (Königshütte) | 11,29 | 0,08 | 0,02 | 2,08 | n. ozn. | 1,59 | 1,59 |
| Surówka besemerniana z Kuźnicy „Jerzy Maria“ — № I (ciemno-szara) | 3,31 | 0,07 | 0,05 | 3,41 | n. ozn. | 4,00 | 4,76 |
| Surówka besemerniana z Kuźnicy „Jerzy Maria“ — № II (szara) | 2,52 | 0,07 | 0,03 | 3,90 | n. ozn. | 3,10 | 3,76 |
| Surówka besemerniana z Kuźnicy „Jerzy Maria“ — № III (jasno-szara) | 1,73 | 0,08 | 0,04 | 3,78 | n. ozn. | 2,97 | 3,14 |
| Z Kuźnicy „Frydryk Wilhelm“ № I | 2 81 | 0,68 | 0,02 | 1,05 | 0,02 | 3,50 | 3,86 |
| Takaż № III | 2,37 | 0,77 | 0,02 | 0,82 | n. ozn. | 3,37 | 3,87 |
| Takaż z hematytu № I | 2.99 | 0,07 | 0,02 | 1,18 | 0,02 | 3,29 | 3,80 |
| Surówki szkockie — Coltness № I (ciemno-szara) | 2,77 | 0,80 | 0,02 | 1,31 | 0,09 | 3,33 | 3,78 |
| Surówki szkockie — Coltness № III (szara) | 2,16 | 0,51 | n. ozn. | 0,67 | 0,08 | 2,54 | 2,82 |
| Surówki szkockie — Langloan | 2,93 | 0,75 | 0,04 | 1,62 | 0,07 | 3,40 | 3,86 |

| Rodzaj surówki | Krzemu | Fosforu | Siarki | Manganu | Miedzi | Grafitu | Grafitu i węgla razem |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Surówka szara, na koksie:** | | | | | | | |
| Surówka angielska Clarence № III | 2,52 | 1,49 | 0,06 | 0,68 | 0,04 | 3·39 | 3,52 |
| Luksembursko-Lotaryngska surówka: Minette № III | 2,71 | 1,78 | — | — | — | 3·30 | 3,82 |
| Luksembursko-Lotaryngska surówka: Minette № IV | 2,71 | 1,93 | — | — | — | 3·30 | 3,82 |
| Luksembursko-Lotaryngska surówka: Minette № V | 2,86 | 1,89 | — | — | — | 3,40 | 3,71 |
| Luksembursko-Lotaryngska surówka: Minette № VI | 1,87 | 1,85 | — | — | — | 3,10 | 3,76 |
| **Surówka biała, na koksie:** | | | | | | | |
| Surówka zwierciadlista Fr. Krupp'a | 0,30 | 0,16 | 0,01 | 11,3 | n. ozn. | — | 5,30 |
| S. biała promienista z Ilsede | 0,11 | 3,29 | 0,04 | 3,84 | n. ozn. | — | 2,68 |
| Żelazo-mangan z Hörde | 2,52 | 0,38 | ślady | 55,1 | 0,17 | — | 5,31 |
| Surówka drobnozwierciadlista z kuźnicy: „Jerzy-Maria“ | 0,37 | 0,08 | ślady | 4,28 | n. ozn. | — | 3,83 |
| Jasno-pstrawa z kuźnicy: „Jerzy-Maria“ | 1,03 | 0,09 | 0,05 | 2,74 | n. ozn. | 2,46 | 3,67 |
| Zwykła surówka biała z Gliwic | 0,53 | 0,96 | 0,07 | 0,78 | n. ozn. | — | 3,18 |
| Surówka tomasowniana z Ilsede | 0,03 | 3,12 | 0,14 | — | — | — | 1,64 |
| Takaż górnoszląska | 0,29 | 2,36 | 0,12 | 0,30 | — | — | 2,52 |

## 2. Skład chemiczny kilku rodzajów żużli wielkopiecowych,

w odsetkach na wagę.

| Pochodzenie żużla | Bezwodnik krzemowy | Tlenek glinu | Tlenek wapnia | Tlenek magnezu | Tlenek manganowy | Tlenek żelazawy |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Żużel od surówki na węglu drzewnym:** | | | | | | |
| Gatunek średni | 47,0 | 7,0 | 46,0 | | — | — |
| Od surówki szarej z Siegen | 49,6 | 9,0 | — | 15,0 | 25.8 | 0,04 |
| Od surówki zwierciadlistej z Siegen | 48,4 | 6,7 | — | 10,2 | 34,0 | 0,06 |
| **Żużel od surówki na koksie:** | | | | | | |
| Gatunek średni | 35,0 | 7,0 | 58,0 | | — | — |
| Od surówki **szarej:** | | | | | | |
| Od surówki odlewniczej z Mülheim'u | 31,7 | 13,1 | 46,5 | 2,0 | — | 1,1 |
| „ „ „ z kuźn. „Jerzy-Maria“ | 29,0 | 7,0 | 39,4 | 18,3 | — | 1,6 |
| Od surówki z hematytu z Mülheim'u | 31,7 | 13,0 | 51,2 | 2,1 | — | 1.0 |
| Od surówki **białej:** | | | | | | |
| Od żelaza-manganu z Siegen | 25,0 | 12,0 | 42,0 | 6,5 | 14,5 | — |
| Od surówki zwierciadlistej z Siegen, zawierającej 10 do 12% Mn | 29,0 | 8,5 | 39,0 | 3,0 | 15,0 | 0,5 |
| Od surówki tomasownianej z Lotaryngii | 31,5 | 18,5 | 43,0 | 2,0 | 1.9 | — |
| Od takiejże z Ilsede | 30,0 | 11,0 | 37,0 | 4,0 | 14,0 | — |

# D. Żeliwnictwo. (Odlewnictwo żeliwa) *).

## a. Materyały surowe.

### 1. Surówka.

#### α) Właściwości surówki odlewniczej.

Podług wyglądu w świeżym łomie rozróżniamy zasadniczo co do barwy, **surówkę szarą** i **białą**, oraz gatunki pośrednie, jasnoszare lub

*) Opracował inż. W. Łatkiewicz.

pstre, a pod względem wielkości ziarna i połysku: surówkę drobnoziarnistą i gruboziarnistą, a gdy łom surówki przedstawia pozałamywane większe kawałki płaszczyzn połyskujących, zwiemy ją **zwierciadlistą**, rozróżniając znów grubo, wzgl drobnozwierciadlistą. Surówka zawiera w sobie średnio 3 do 4% węgla, który może być albo chemicznie związany, a natenczas nie nadaje surówce barwy ciemnej (surówka biała), albo też występuje w postaci ziarenek grafitu, leżących między ziarnkami żelaza, a natenczas grafit ten nadaje żeliwu barwę ciemniejszą (surówka szara). W gatunkach pośrednich część węgla występuje jako grafit, reszta jest chemicznie z żelazem związana.

Ze samego wyglądu nie można jednak ocenić przydatności surówki; rozstrzyga o tem wyłącznie jej skład chemiczny, zwłaszcza odsetki różnych domieszek (por. tablicę str. 549 i 550). Dlatego też wszystkie poważniejsze zakłady wielkopiecowe poręczają skład chemiczny surówki, przez siebie dostarczanej.

**Zwykłe domieszki** surówki są: węgiel (C), krzem (Si), mangan (Mn), fosfor (P), siarka (S), oraz różne metale, jako to: miedź (Cu), nikiel (Ni), chrom (Cr) i t. p. Każda z tych domieszek wywiera wpływ swoisty na właściwości żeliwa i przymioty odlewu, a mianowicie:

1) **Węgiel** w postaci grafitu nietylko zmiękcza surówkę, lecz nadto nabarwia ją na szaro. Taka surówka szara jako miękka, nadaje się do obróbki nożem i pilnikiem. Natomiast węgiel chemicznie związany utwardza odlewy, zwiększa ich sprężystość, lecz i pękliwość, a czyni je bardziej odpornymi na działanie kwasów. Surówki niedosycone węglem nawęglają się do stanu nasycenia podczas przetapiania w żeliwiakach (kopułakach). Nawet żelazo zlipne lub zlewne topnieje w żarze, skoro się nawęgli przez zetknięcie z węglem.

2) **Krzem** przeszkadza chemicznemu łączeniu się węgla z żelazem, zmusza zatem węgiel w surówce zawarty do wykrystalenia się w postaci grafitu, przeobraża więc surówkę w gatunek szary, gruboziarnisty, podatny do obróbki. Domieszka krzemu zmniejsza skurcz odlewów, lecz zarazem i ich wytrzymałość na ciągnienie, tak że odlewy, zawierające 3 do 3,5% krzemu, rozrywają się już pod ciągnieniem 10 kg/mm². Podług Wüst'a należałoby zawartość krzemu przystosowywać do średniej grubości odlewu, przez właściwy dobór naniaru, a mianowicie:

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Na odlewy o grubości | poniżej | 10 | mm | 2,5 | do | 2,3% | Si |
| „ „ | „ od | 10 | do 20 mm | 2,3 | „ | 2,1% | Si |
| „ „ | „ „ | 20 | „ 30 mm | 2,1 | „ | 1,9% | Si |
| „ „ | „ „ | 30 | „ 40 mm | 1,9 | „ | 1,7% | Si |
| „ „ | „ „ | ponad | 40 mm | 1,7 | „ | 1,5% | Si |

3) **Mangan** oddziaływa na węgiel wprost odwrotnie jak krzem; ułatwiając chemiczne połączenie się węgla z żelazem, spółdziała on wytwarzaniu się surówki białej i jej utwardzaniu. Jednakże zawartość jego ponad 0,7% nie jest pożądana w odlewie żeliwnym.

4) **Fosfor** zmniejsza w wysokim stopniu wytrzymałość żeliwa, dlatego też w odlewach na części maszyn i t. p. zawartość jego nie powinna przekraczać 0,25%, gdyż w takich odlewach jest on bezwarunkowo szkodnikiem. Natomiast znaczniejsza domieszka fosforu czyni żeliwo rzadkopłynnem, wypełniającem doskonale wszelkie zagłębienia formy, dlatego też na odlewy ozdobne domieszkę fosforu powiększamy nawet do 1,35%.

5) **Siarka** w żeliwie jest bezwzględnym szkodnikiem, a zawartość jej nie powinna przekraczać 0,05%.

6) **Miedź** powyżej 0,3% staje się już szkodliwą, czyniąc odlew żarokruchym.

7) **Nikiel** zwiększa nietylko chemiczną odporność żeliwa, zwłaszcza na roztwory zasadowe, ale i jego wytrzymałość.

8) **Chrom** zachowuje się w sposób podobny jak mangan, przedewszystkiem zaś zwiększa on wytrzymałość żeliwa.

9) **Glin,** w domieszce 0,1 do 0,2%, podnosi temperaturę topnienia żeliwa, oczyszcza je z tlenku węgla, przyczynia się zatem do ścisłości odlewu, który jednakże wymaga natenczas dokładnego wysuszenia form.

**Królestwo Polskie** wytapia więcej surówki białej, a mniejsze ilości szarej, którą odlewnie nasze sprowadzają przeważnie z Rosyi południowej, otrzymując stamtąd na ogół surówkę bogatą w krzem (do 3,8%), a prawie wolną od siarki i fosforu. Ponieważ węgiel drzewny nie zawiera w sobie ani siarki ani fosforu, więc surówka na nim wytapiana posiada swoistą wartość, a Królestwo Polskie wytapia jeszcze względnie spore ilości takiej surówki.

Zasadniczym tworzywem w żeliwnictwie jest surówka wytopiona we wielkich piecach, możemy ją jednak zastąpić częściowo druzgiem żeliwnym, dodawanym w stosownej ilości przy namiarze.

### β. Namiar.

Namiar, t. j. stosunek wzajemny rozmaitych gatunków surówki, paliwa i topów w zasypach żeliwiaka, dobieramy tak, aby otrzymać w odlewie **pożądany skład chemiczny**, który zależy znów od rodzaju odlewu i jego przeznaczenia, a mianowicie:

1) **Na odlewy budowlane,** o ściankach nie zbyt grubych, a kształcie nie bardzo złożonym (jako to: słupy, wsporniki, poduszki, płyty podściągowe, odlewy kanalizacyjne i t. p.), oraz na odlewy drobnostkowe (galanteryjne) pożądanym będzie poniższy skład chemiczny żeliwa: 3% C, w postaci grafitu, a 0,4% C, w postaci węgla chemicznie związanego; 2,2% Si; 1,25% P; 0,6% Mn; a nie ponad 0,07% S.

2) **Na odlew maszynowy** pożądanym będzie skład następujący: 3,2 do 3,4% C, w postaci grafitu, a 0,4 do 0,5% w postaci węgla chemicznie związanego; 1,8 do 2,1% Si; 0,25% P; 0,8 do 1% Mn; wreszcie nie ponad 0,05 do 0,07% S. Odlewy takie rozrywają się pod ciągnieniem 12 do 15 kg/mm².

3) Na odlewy o swoistem przeznaczeniu należałoby też dobierać stosowny skład chemiczny. Możnaby tu wyróżnić dwa rodzaje odlewów, znajdujących szersze zastosowanie, a mianowicie:

a) **Cylindry silników** parowych, wodnych i spalinowych, tłoczni hydraulicznych i t. p.

b) Odlewy o **zwiększonej odporności** na żar, albo na oddziaływanie chemiczne kwasów i zasad, jako to: rusztowiny, naczynia do wyżarzania swej zawartości, oraz naczynia na kwasy i zasady.

Na obydwa te rodzaje odlewów nadaje się przedewszystkiem surówka biała, wreszcie domieszka żelaza kowalnego, a więc zlipnego, zlewnego lub stali, a przez dodanie około 3% niklu zwiększyć możemy odporność chemiczną na zasady.

c) **Odlew utwardzony** (hartgus) na gniotowniki, miażdżarki, walce i t p. Na odlewy tego rodzaju nadaje się przedewszystkiem surówka wytapiana na węglu drzewnym, zwłaszcza wytapiana z dmuchem nagrzewanym. Pożytecznem też będzie dodanie surówki białej, mało nakrzemionej, surówki namanganionej, wreszcie żelaza lub stali.

## 2. Koks.

Przy tleniu koksu wielkopiecowego wysady doborowe, a więc względnie lepiej udatne, wydzielamy z pośród reszty, przeznaczając je na koks żeliwiarski. Koks taki powinien być twardy, dobrze uskwarzony, o dziurkowatości nie przekraczającej stosunku 0,45, względnie do całkowitej objętości danego kawałka, a przedewszystkiem powinien on jak najmniej być zanieczyszczony fosforem i siarką. Czystego węgla mamy w koksie żeliwiarskim 88 do 92%, popiołów pozostaje 6 do 10%, a ilość wody nie ma przekraczać 5%, gdyż nadmierna wilgoć zwiększa bezużytecznie wagę przewozową, a nadto w żeliwiaku pochłania ona ciepło niezbędne na swe odparowanie. Koks przez zawilżenie zwiększa swą wagę do 20%.

## 3. Topy.

Ze zanieczyszczeń surówki, zwłaszcza z piasku, gliny i t. p. przylegających do jej powierzchni, z odpękujących kawałków wyprawy żeliwiaka, z popiołu koksowego i t. d., tworzą się podczas przetapiania żużle. Aby je uczynić łatwiej topliwymi, a rzadko płynnymi, dodajemy do namiaru odpowiednich topów, zazwyczaj wapieni, czasami topnika (fluspatu). Wapienie, stosowane na topy żeliwiakowe, powinny być możliwie nie zanieczyszczone, a więc zawierać przynajmniej 95% czystego węglanu wapnia. Do namiaru dodajemy 15 do 20% wapienia, względnie do wagi koksu w namiarze, a ilość taka starczy nietylko do stopienia żużla, lecz wchłania w siebie nadto około 50% siarki, zawartej w koksie.

## b. Przetapianie.

### 1. Przetapianie w tyglach.

Tygle bywają podobne jak do stali tyglowej (p. str. 565), piece zaś zazwyczaj szybowe, a przekrój ich w planie takich wymiarów, aby między tyglem a ścianą żarowiska pozostawały odstępy 250 do 300 mm. Wysokość szybu bywa dwa razy większa od prześwitu w planie. Wsad poszczególnego tygla waha się między 10 a 300 kg, dosięgając tylko wyjątkowo 1000 kg. Rozchód koksu w stosunku do wagi żeliwa przetapianego bywa 200 do 80%, a średnio 140%, lecz piece z nadmuchem, np. ustroju Piat-Bauman'a są pod tym względem oszczędniejsze. Zgar 10 do 15%, a czasem więcej. Tworzywo tygla wywiera również poważny wpływ na ostateczny skład chemiczny wyrobu.

### 2. Przetapianie w żeliwiakach (kopulakach).

Na każdą t żeliwa przetapianego na godzinę można liczyć po $^1/_{12}$ do $^1/_8$ m² przekroju poziomego w najwęższem miejscu szybu żeliwiaka, który przy średniej wielkości przetapia około 4 t żeliwa na godz. Koks bardziej dziurkowaty wymaga stosunkowo większego przekroju jednostkowego, względnie do koksu bardziej ścisłego. Szyb żeliwiaka na koks otrzymuje przynajmniej 2 m wysokości, zazwyczaj 3,5 do 4 m, a na węgiel drzewny 6,5 m. Średnica szybu w miejscu najwęższem powinnaby być niemniejsza niż 0,5 m, a to w celu udogodnienia naprawy od wewnątrz. Szyb murujemy z cegły ogniotrwałej na grubość 0,15 do 0,4 m, w oponie z blachy żelaznej 10 mm grubej. W żeliwiakach odlewniczych grubość muru bywa zazwyczaj 0,2 do 0,25 m, w besemerowniach natomiast, z powodu wyższego żaru, 0,4 m. Na dnie pieca ubijamy z gliny ogniotrwałej, z domieszką piasku krzemowego. spodek 0,15 do 0,20 m gruby, a wznoszący się nad naziom odlewni o 0,5 do 0,9 m. Na poziomie wierzchu tego spodka znajduje się też otwór spustowy, zatykany korkiem glinianym, za którego wyjęciem roztopione żeliwo, zbierające się w garze, spływa przez rynienkę w podstawione łyże lejarskie.

**Dysze,** w ilości 2 do 12, a to w zależności od średnicy szybu, rozmieszczamy bądź to wszystkie na jednym poziomie, a więc wytwarzamy z nich jeden wieniec dysz, bądź też w różnych poziomach, tworząc dwa takie wieńce dysz ponad sobą. Wieniec dysz na opał koksem wznosi się 0,5 do 0,75 m ponad wierzch spodka, a na węgiel drzewny, przy łagodniejszym dmuchu mniej, np. 0,35 m. Suma przekrojów wszystkich dysz zależy od nadprężności dmuchu i waha się w granicach $^1/_8$ do $^1/_2$ pola najwęższego przekroju w szybie.

**Paszcza,** przez którą wrzucamy zasypy do żeliwiaka, znajduje się u wierzchu szybu, tuż pod kominem. Zasypy wprowadzamy w ten sposób, że zasypujemy oddzielnie paliwo z topem, a oddzielnie warstwę surówki. Na każde 80 kg koksu w poszczególnym zasypie liczymy około 1 m² paszczy.

**Komin** jest również z blachy żelaznej, 6 mm grubej, z wewnętrzną wykładziną z cegły ogniotrwałej, i stoi zazwyczaj na oddzielnych nogach, aby nie tamować swobodnego ruchu cegły szybowej, rozszerzającej się pod wpływem żaru. Wyprowadza on spaliny i płomień ponad dach odlewni, a gdy nie ma wyrzucać iskier, wypada zastosować swoiste urządzenia do ich chwytania i zatapiania w wodzie, w którym to celu należy strumień spalin skierować w dół; wymaga to niekiedy sztucznego powiększenia siły ciągu, a więc np. stosowania wydmuchu wywołanego strumienicą parową.

**Rozchód paliwa**. Na przetapianie w żeliwiaku zużywamy 6 do 12% koksu, względnie do wagi żeliwa przetopionego, nie licząc w tem ilości potrzebnej na rozpalenie, którą można średnio oceniać na 30 kg.

**Dmuch** może być chłodny, gdyż jego podgrzewanie nie wpływałoby korzystnie na przebieg przetapiania, a na ogół bywa on łagodny, aby nie zmieniać chemicznego składu żeliwa podczas przetapiania. Nadprężność jego bywa zazwyczaj 200 do 400 mm sł. wod., a wyjątkowo tylko 1500 mm. Na każdą tonę przetopionego żeliwa zużywa się 600 do 700 $m^3$ dmuchu.

**Przebieg przetapiania**. Warstwy surówki i paliwa zasypywane przez paszczę osuwają się w szybie w dół, w miarę spalania się paliwa w dolnych warstwach i w miarę spuszczania żeliwa roztopionego. Żar najwyższy otrzymujemy w bliskości poziomu dysz i tu topi się surówka. Przy prawidłowym przebiegu cała zawartość szybu osuwa się powoli i jednostajnie w dół. Gdy ssuwanie to wypadkowo się powstrzyma skutkiem tego, że warstwy ponad dyszami wesprą się o ściany boczne, wytwarzając rodzaj sklepienia, natenczas żeliwo przetopione bieleje. Zjawisko takie jest oznaką wadliwego przebiegu, chyba że wywołujemy je celowo, chcąc otrzymać żeliwo niezwykłego gatunku. Podczas prawidłowego przetapiania w żeliwiaku surówka zmienia pierwotny swój skład chemiczny, a mianowicie: stopnia swego nawęglenia nie zwiększa ona wcale, a przynajmniej tylko nieznacznie, krzemu spala się 15 do 20% ilości pierwotnie zawartej, manganu ubywa, natomiast przybywa fosforu i siarki, a zgar waha się między 3 a 10%, zazwyczaj zaś między 5 a 7%. W żeliwiaku możemy stapiać nawet **żelazo kowalne**, a więc żelazo zlipne, zlewne lub stal, które w żeliwiaku nawęglają się szybko, a tak silniej nawęglone stają się łatwiej topliwemi. Zasyp składa się natenczas z 60 do 70% żelaza gatunków kowalnych, a 30 do 40% surówki wysoko nakrzemionej; rozchód koksu zwiększa się stosunkowo niezbyt znacznie.

Żeliwiaki ustroju **„Ireland“** mają dwa wieńce dysz ponad sobą, we wzajemnym odstępie pionowym 0,45 do 0,75 m. W dolnym wieńcu leżą 3 lub 4 dysze, w górnym zaś mieści ich się dwa razy tyle. Natomiast dysze dolnego wieńca miewają dwa razy większe średnice, niż dysze wieńca górnego. Suma przekrojów dyszowych waha się w granicach $^1/_4$ do $^1/_2$ najwęższego przekroju szybowego.

Żeliwiaki ustroju **Krigar'a** nie posiadają dysz właściwych, a dmuch wlatuje w nie przez dwa naprzeciwległe otwory, zasilane z gło-

wnego kanału dmuchowego, opasującego szyb jakoby pierścieniem. Topniejące żeliwo ścieka po spodku do oddzielnego zbiornika, łączącego się z piecem, skutkiem czego nie pozostaje ono w dalszem zetknięciu z koksem i to jest właśnie cechą znamienną żeliwiaków Krigar'a. Ich wymiary bywają, np. na przetop 3 do 4 t na godz.: prześwit szybu dołem 0,6 m, górą 0,85 m; średnica prześwitna zbiornika 0,8 m, wierzch jego wznosi się 2 m, a wierzch szybu 4,4 m ponad naziom odlewni.

### 3. Przetapianie w płomieniakach.

Do przetapiania surówki na odlewy stosujemy i płomieniaki, aczkolwiek nie często, gdyż zużywają one względnie bardzo wiele paliwa. Stosujemy je zatem tylko wtenczas, gdy cena paliwa jest bardzo nizka, albo gdy dane okoliczności tego wymagają, a więc gdy nie możemy połamać na drobniejsze kawałki wielkich kloców surówki, albo gdy podczas przetapiania chcemy zmienić w pewnym kierunku chemiczny skład żeliwa, np. na odlewy utwardzane. Skład chemiczny zmienia się wskutek tego, że surówka przetapiana podlega działaniu ognia przez względnie dłuższy okres czasu. Spala się głównie krzem i mangan, możemy jednak przez stosowne dodatki pokierować owemi zmianami podczas przetapiania ku pożądanemu wynikowi. Żeliwo stopione tworzy nie na zbyt grubą warstwę w żarowisku, nie podlega dodatkowemu ciśnieniu, gazy z niego uchodzą zatem łatwiej, otrzymujemy więc odlew względnie czystszy i bardziej ścisły.

Na każdą tonę wsadu surówki liczymy po 0,5 do 1 $m^2$ powierzchni żarowiska, a mianowicie względnie więcej w płomieniakach małych, mniej w dużych. Całkowite pole $R$ rusztu bywa trzy razy mniejsze od powierzchni żarowiska, otwór nadprzewałowy $^1/_2$ do $^2/_3$ $R$, czopuchowy $^1/_9$ do $^1/_{10}$ $R$, przekrój komina $^1/_5$ $R$, a jego wysokość około 25 m. Każdy przetop zabiera 4 do 5 godzin czasu, a rozpalanie dodatkowo około dwóch godzin.

**Rozchód paliwa** zależy od stopnia topliwości danej surówki, a będzie on w odsetkach wagi żeliwa przetopionego: 50 do 80% węgla kamiennego, albo 100 do 130% drew.

**Zgar,** 6 do 9%, zależy przeważnie od ilości spalającego się krzemu i manganu.

**Wsad** waha się między 3 a 15 t, średnio między 5 do 10 t.

### c. Obliczanie wagi odlewu.

Wagę poszczególnego odlewu w kg oznaczamy, obliczając podług rysunku objętość projektowanego odlewu w $dm^3$ i mnożąc objętość tę przez ciężkość właściwą tworzywa odlewu (p. str. 7 i n.).

Wagę odlewów **bezrdzeniowych**, a więc pełnych, możemy też oznaczyć z wagi gotowego pełnego również modelu, oszczędzając sobie w ten sposób zmudnej nieraz pracy obliczania objętości. Waga odlewu (z tworzywa o ciężkości właściwej $\gamma_0$) do wagi modelu (z tworzywa o ciężkości właściwej $\gamma_m$), nie stoi w prostym stosunku $\gamma_0 : \gamma_m$, ponieważ wypada uwzględnić jeszcze kurczenia się odlewu podczas stygnięcia. Skurcz objętościowy jest w przybliżeniu równy trzykrotnej wartości skurczu linijnego $\sigma$, którą dla ważniejszych metali podaliśmy na str. 315 Tomu I. Objętość odlewu, z powodu skurczu, zmniejsza się zatem w stosunku $(1 - 3\sigma)$. Znając zatem wagę $M$ modelu, możemy z niej obliczyć wagę $G$ odlewu podług wzoru:

$$G = \frac{\gamma_0}{\gamma_m}(1 - 3\sigma)\,M = \xi M.$$

Wartości mnożnika $\xi = \frac{\gamma_0}{\gamma_m}(1 - 3\sigma)$ dla różnych tworzyw tak odlewu jak i modelu, zestawiamy w tablicy poniższej, podług Karmarsch'a:

**Wartości $\xi$, t. j. stosunku wagi odlewu bezrdzeniowego do wagi modelu pełnego.**

| Tworzywo modelu | Tworzywo odlewu | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Żeliwo. Wartość | | Mosiądz | Spiż | Bronz | Cynk | Spiż na dzwony lub działa |
| | średnia | największa | | | | | |
| Sośnina | 14,0 | 17,5 | 15,8 | 16,7 | 16,3 | 13,5 | 17,1 |
| Jedlina | 14,0 | 17,5 | 15,8 | 16,7 | 16,3 | 13,5 | 17,1 |
| Dębina | 9,0 | 10,9 | 10,1 | 10,4 | 10,3 | 8,6 | 10,9 |
| Buczyna | 9,7 | 11,1 | 10,9 | 11,4 | 11,3 | 9,4 | 11,9 |
| Lipina | 13,4 | · | 15,1 | 15,7 | 15,5 | 12,9 | 16,3 |
| Grusza | 10,2 | 13,0 | 11,5 | 11,9 | 11,8 | 9,8 | 12,4 |
| Brzezina | 10,6 | 13,5 | 11,9 | 12,3 | 12,2 | 10,2 | 12,9 |
| Osina | 12,8 | 13,5 | 14,3 | 14,9 | 14,7 | 12,2 | 15,5 |
| Mahoń | 11,7 | · | 13,2 | 13,7 | 13,5 | 11,2 | 14,2 |
| Mosiądz | 0,84 | 0,95 | 0,95 | 0,99 | 0,98 | 0,81 | 1,00 |
| Cynk | 1,00 | · | 1,13 | 1,17 | 1,16 | 0,96 | 1,22 |
| Cyna z dom. $^1/_3$ do $^1/_4$ ołowiu | 0,89 | 1,11 | 1,00 | 1,03 | 1,03 | 0,85 | 1,12 |
| Ołów | 0,64 | 0,79 | 0,72 | 0,74 | 0,74 | 0,61 | 0,78 |
| Żeliwo | 0,97 | · | 1,09 | 1,13 | 1,12 | 0,93 | 1,18 |

# III. WYRÓB ŻELAZA I STALI.

**Uszczerzanie** surówki na szczere żelazo, a raczej na żelazo uszczerzone, t. j. pozbawione większej części domieszek, zanieczyszczających surówkę, pozbawione zwłaszcza przeważnej części domieszki pierwotnej węgla, odbywa się w piecach pudlingowych, w gruszkach besemerskich i w piecach martynowskich, a sam przebieg uszczerzania polega przeważnie na utlenianiu węgla i innych domieszek.

Wytwór pieców pudlingowych jest **żelazem zlipnem** lub **stalą zlipną**, t. j. dającą się zlipiać (szwejsować), natomiast gruszki Besemera i piece Martynowskie dają nam **żelazo** (wzgl. stal) **zlewne**, t. j. kowalne, (dające się przekuwać), lecz słabozlipne.

## a. Pudlingowanie.

**Wymiary pieca pudlingowego, pojedyńczego.** Więźba z płyt żeliwnych bywa 3,8 do 4 m długa, 1,75 do 2 m szeroka, a 1,88 m wysoka. Odstęp między dwoma piecami sąsiednimi nie powinienby być mniejszy niż 3,75 m, lepiej 5 do 6 m. Odległość między czeluścią wsadową pieca pudlingowego, a młotem do odżużlania, względnie walcarkami, nie należy zwiększać ponad wymiar nieodzowny. Żeliwna płyta trzonowa miewa grubość 50 do 80 mm. Żarowisko 1,2 do 2 m długie, ma szerokość równą 0,8 długości, przy piecach podwójnych zaś 1,5 do 2 m. Kotlina zagłębia się na 0,15 do 0,25 m, a składa się ona z zaprawy żużlowej, ułożonej na płycie trzonowej.

Czeluść robocza miewa 0,14 do 0,21 $m^2$ w prześwicie; sklepienie, 16 do 21 cm grube, wznosi się pośrodku 0,6 do 0,7 m ponad płytę trzonową. Na każde 100 kg wsadu liczymy po 0,3 $m^2$ powierzchni rusztu, a otwór nad przewałem dwa razy mniejszy. Przekrój czopucha bywa 0,1 do 0,2 powierzchni rusztowej, a przekrój komina 0,25 tejże powierzchni, jego wysokość zaś 12 do 18 m, lecz komin spólny dla kilku pieców musi być wyższy, np. 40 m lub jeszcze więcej.

**Wsad** do pieca pojedyńczego bywa 200 do 300 kg, a do podwójnego dwa razy większy. Przy 12-godzinnej dzionce możemy przerobić (uszczerzyć na szczere żelazo) takich wsadów 300-kilogramowych do 10 na żelazo miękkie, 6 do 7 na żelazo drobnoziarniste, a 5 do 6 na stal. Uszczerzając surówkę na żelazo drobnoziarniste lub stal, bierzemy często wsady mniejsze, np. 225 kg.

**Zgar** przy uszczerzaniu na żelazo miękkie bywa 6 do 7%, a na żelazo drobnoziarniste i stal 9 do 14%.

**Zużycie paliwa.** Na wyrób żelaza miękkiego zużywamy 80 do 100 kg węgla kamiennego, albo 120 do 150 kg węgla brunatnego,

na każde 100 kg **łupy** *), na wyrób stali natomiast po 150 kg węgla kamiennego. Podgrzewając wsad przedwstępnie, możemy zaoszczędzić 15 do 25% paliwa.

**Ciepło, uchodzące** ze spalinami z pieców pudlingowych, możemy jeszcze wyzyskać, np. do ogrzewania kotłów parowych, o ile warunki miejscowe do tego się nadają. Ponieważ w takim razie temperatury spalin nie możemy miarkować podług wymagań kotła, należy zatem zastosować inne środki, zapobiegające przegrzaniu kotłów, a nawet ich wybuchowi, np. klapy, za których przestawieniem wszystkie spaliny, albo pewna tylko ich część mijają kocioł, uchodząc wprost do komina. Na ogół najwłaściwszymi jako kotły w tym przypadku będą walczaki leżące, natomiast kotły stojące są nieodpowiednie.

Powierzchnię ogrzewaną kotłów bierzemy równą 22-krotnej powierzchni rusztu, a przy tym stosunku liczyć możemy na wydajność 15 kg pary na godzinę z 1 $m^2$ powierzchni ogrzewanej. W tych warunkach każdy kg węgla, spalanego w piecu pudlingowym, wytwarza $1^1/_2$ do 2 kg pary: na każdy poszczególny piec można zatem liczyć około 20 $m^2$ powierzchni ogrzewanej kotła. Kotły takie pracują ponajczęściej z nadprężnością 5 atm.

**Wody chłodzącej** zużywa piec pudlingowy średnio na godzinę:
gdy się przestrzeń pod trzonem łączy swobodnie z atmosferą 0,5 do 0,65 $m^3$,
gdy natomiast przestrzeń ta jest zamknięta 0,8 do 1 $m^3$,
a nadto jeszcze na chłodzenie narzędzi 0,1 $m^3$.

**Jeden młot parowy** starczy do odżużlania łup ze siedmiu do ośmiu pieców pudlingowych. Młoty te miewają ręczny rozrząd pary za pośrednictwem odciążonych suwaków lub zaworów. Dalsze szczegóły p. T. I str. 660 i nast. Zamiast młotów parowych zalecają się tu kuźniarki hydrauliczne (tłoczarki) p. T. I str. 663 i nast.

## b. Besemernie i tomasownie.

### 1. Lejnice i zlewniki na surówkę, oraz przetapiaki.

a) **Lejnice** służą do przewozu roztopionej surówki z wielkich pieców i do przelania jej w zlewniki, albo wprost w gruszki. Pojemność takiej lejnicy bywa 10 do 20 t, a mieści się ona zazwyczaj na przedzie małego oddzielnego parowozu. Zamiast takich parowozów stosują też tory pochyłe lub dźwigi hydrauliczne.

b) **Zlewnik** jest zbiornikiem surówki roztopionej, o pojemności 80 do 300 t. Kolejne spusty wielkopiecowe, zlewane weń z lejnic, mieszają się tu ze sobą, przez co ujednostajniamy bardziej skład

*) Już ks. Osiński (Ruda żelazna r. 1782) „sztukę żelaza, którą z dymarki odbierają“ zwie **łupą**. Łupa, pochodząca od łupać ma pierwotnie znaczenie szczapy, a więc większego, niekształtnego kawałka drzewa. Stąd przeniesiono „łupa“ na niekształtną bryłę żelaza, wyjmowaną z dymarek (później z pieców pudlingowych). Niemcy przekształcili tę nazwę na „die Luppe“, co nie powinno nam przeszkadzać w zachowaniu naszej nazwy pierwotnej, jako nie pochodzącej z niemieckiego.

chemiczny surówki, idącej ze zlewnika do gruszki. Nadto w zlewniku wydziela się poczęści siarka (MnS). Wyprawa zlewnika składa się zazwyczaj z zaprawy kwaśnej, a jedynie na poziomie roztopionego żużla ze zasadowej.

c) Za **przetapiaki** surówki służą zwykłe żeliwiaki (kopulaki), np. ustroju Krigar'a, o średnicy 1,5 do 2 m, często jednak o przekroju owalnym, ze zbiornikiem o pojemności 5 do 12 t żeliwa.

## 2. Gruszki.

| Wymiary w metrach | Przy zaprawie kwaśnej | | Przy zaprawie zasadowej |
|---|---|---|---|
| | Wlew 5 do 6 t | Wlew 8 do 10 t | Wlew 8 do 10 t |
| Wysokość całkowita . . . | 3,5 do 3,8 | 4,0 do 4,8 | 4,0 do 4,8 |
| Prześwit w przestronie . . | 1,6 do 1,8 | 1,8 do 2,0 | 2,0 do 2,5 |
| Prześwit u dna. . . . . | 1,0 | 1.0 do 1,3 | 1,2 do 2,4 |
| Prześwit w paszczy . . . | 0,5 do 0,6 | 0,6 do 0,7 | 0,6 do 0,8 |
| Grubość zaprawy w przestronie | 0,2 do 0,3 | 0,3 do 0.4 | 0,30 do 0,45 |
| Grubość dna. . . . . | 0,4 do 0,5 | 0,4 do 0,5 | 0,55 do 0,65 |

**Dziurki wedmuchowe** w dnie gruszki miewają 1 do 2 cm średnicy, a ilość ich wypada tak ustosunkować, aby na każdą tonę wlewu suma ich przekrojów była 15 do 20 $cm^2$, lecz przy uszczerzaniu surówki słabo nakrzemionej, na zaprawie zasadowej, 25 $cm^2$. Wlew zajmuje w gruszce 0,4 do 0,65 m wysokości.

**Zaprawa kwaśna** składa się z twardca (kwarcu) i gliny, a wykładamy nią gruszkę, bądź to ubijając zaprawę ciastowatą na jej powierzchniach wewnętrznych, bądź też wykładając powierzchnie te cegłami z tej zaprawy lub cegłami „Dinas". Wyprawa taka przetrwa bez większych poprawek 80 do 100 wlewów, a po 200 do 400 wlewach trzeba ją zastąpić nową.

**Zaprawa zasadowa** składa się z wypalonego dolomitu (t. j. wapna, zawierającego znaczną domieszkę tlenku magnezowego), zaczynionego bezwodną mazią pogazową w ilości 8 do 10%. Zaprawą tą wybijamy powierzchnię gruszki, albo też wyrabiamy z niej cegły, wypalamy je i wykładamy niemi gruszkę. Trwałość tej zaprawy w przybliżeniu jest taka sama jak zaprawy kwaśnej.

Do wyrobu zaprawy zasadowej potrzeba wapienniaka (pieca) szybowego do wypalania dolomitu, młynka lub innej rozdrabniarki do zmielenia dolomitu wypalonego, a w razie wyrobu cegły zasadowej, jeszcze tłoczarki do formowania cegieł i pieca do jej wypalenia.

**Dno** gruszki wytrzymuje zaledwie 12 do 20, czasami do 35 wlewów. Z powodu konieczności częstej jego wymiany, powinno ono zatem być dnem **wstawnem**, t. j. oddzielnie wstawianem. Dna te ubijamy w formach, albo wytłaczamy je na tłoczarkach. Otwory wedmuchowe w dnach zasadowych rozdzielamy równomiernie po całej powierzchni dna, natomiast w dnach kwaśnych osadzamy zazwyczaj oddzielne, małe dysze lekko stożkowate, wyrobione z glinki ognio-

trwałej i szamotu. Dno z cegły schnie 12 do 15 godzin, a dno ubijane lub odlane 96 do 120 godzin. Dna wstawne bywają przeważnie dwojakiego ustroju, albo **odejmowane** wraz z całą nadmuchnią, albo **wyjmowane** poprzez nadmuchnię. Dla przyspieszenia wymiany den stosujemy swoiste urządzenia napędzane hydraulicznie.

## 8. Urządzenia dodatkowe.

**Dmuchawy.** O ich ustroju p. T. I str. 790 i nast. Na każdą tonę wlewu liczymy po 33 $m^3$, czyli po 43 kg dmuchu, a niezbędny spręż dmuchawy, jakoteż ilość dmuchu, przelatującego przez otwory wedmuchowe, obliczamy podług wzorów i wskazówek, podanych na str. 547 i nast., przyczem jednakże nadprężność $h_2$ w mm sł. rt. musimy tu oznaczyć w sposób odmienny. Nadprężność $h_2$ (w mm sł. rt.), przeciwdziałająca wlotowi wedmuchu z dziurek wedmuchowych do gruszki, będzie równa wysokości (w mm) słupa żeliwa roztopionego, ciążącego nad dziurkami, sprowadzonej do słupa rtęci, a więc pomnożonej przez 0,54, czyli przez stosunek ciężkości właściwych: żeliwa roztopionego i rtęci. Do obliczonej tak nadprężności $h_2$ należy jeszcze dodać (podług oceny) nadprężność spalin w gardzieli gruszkowej. Spółczynnik wypływu $\mu$ będzie tu miał wartość mniejszą, a mianowicie 0,76. Temperaturę wedmuchu liczymy ocennie 100°.

Dmuchawy te budują się na spręż 1,5 do 2 atm, obecnie jednak i do 4 atm; wogóle uszczerzanie zasadowe wymaga spręży większych niż kwaśne. Pożądaną jest możliwa jednostajność prężności i dlatego, o ile nie stawiamy powietrzników ją wyrównywających, należałoby stosować dmuchawy przynajmniej dwucylindrowe, z korbami o 90° przestawionemi. Do napędzania tych dmuchaw najwłaściwszemi będą kotły o większej przestrzeni wodnej, które jednakże, podobnie jak i same dmuchawy, powinny posiadać taki zapas mocy, aby w razach nagłej potrzeby módz znacznie zwiększyć tak ilość jak i prężność dmuchu.

**Żórawie** rozlewnicze bywają albo stałe, obrotne, a natenczas o wysięgu 3 do 7 m, przy podniosie 1,5 do 3 m (p. T. I str. 679 i nast.), albo na wózkach (p. T. I str. 688 i nast.), a natenczas formy na bałwany najdogodniej rozstawić wzdłuż torów w podłużnej wiacie (hali). Żórawie na bałwany, o nośności 1 do 6 t, a z podniosem 1,5 do 2,5 m, podobnie jak i żórawie rozlewnicze otrzymują napęd parowy, hydrauliczny, elektryczny i t. p. (p. T. I str. 679 i nast.). Akumulator w besemerniach miewa 0,5 $m^3$ pojemności wody pod ciśnieniem 20 do 30 atm, por. T. I str. 718 i nast.

**Przechylarka** gruszki powinna módz przechylać ją o 270°. Przechylarka napędza koło zębate, osadzone na osi gruszki, a mające 0,8 do 1,2 m średnicy. Do przechylania stosujemy napęd bądź to elektryczny, bądź też hydrauliczny, a w przypadku w końcu wspomnianym cylinder przechylarki stawiamy pionowo; powinien on

mieć możność wydania 20 do 80 tono-metrów pracy podczas jednego skoku całkowitego. Środek ciężkości gruszki, tak napełnionej, jak i w czasie wylewania, musi leżeć poniżej osi.

### 4. Ogólny układ besemerni.

Pomost zasypny żeliwiaków wznosi się 10 do 12 m, ich spust 6 do 8 m, a osie gruszek 3 do 5 m ponad naziom kuźnicy, dół lejarski natomiast zagłębia się na 1,2 m pod tenże naziom.

Gruszki o zaprawie kwaśnej stawiamy zazwyczaj parami, a o zaprawie zasadowej po trzy obok siebie, w odstępie wzajemnym po 6,5 m, i w ten sposób, aby ich osie leżały w jednej linii prostej. Dół lejarski miewa 16 m średnicy, dogodniej jednak będzie umieścić go w oddzielnym budynku i nadać mu w planie kształt prostokąta wydłużonego.

### 5. Surowce (t. j. materyały surowe) i wytwory.

**Zużycie paliwa** w żeliwiakach jest tu większe, aniżeli w żeliwiarniach, a mianowicie zużywamy koksu 15% wagi uszczerzonego żelaza. Pod kotłami parowymi spalamy 200 do 400 kg węgla na każdą tonę gotowego wytworu. Zgar żelaza bywa 12% przy zaprawie kwaśnej, przy zasadowej zaś do 15%, a zwiększenie to tłomaczy się niezbędnością dodmuchu.

**Wytwórczość** gruszki, o ile mamy podostatkiem roztopionej surówki lub żeliwa jest w wysokim stopniu zależna od szybkości, z jaką dokonywamy wymiany den i z jaką naprawiamy uszkodzenia zaprawy.

W ciągu doby o dwuch gruszkach kwaśnych, względnie o trzech zasadowych, z których jedna tylko jest czynna, możemy w niej w przeciągu doby załatwić 24 do 50 wlewów. Dmuchanie jednego wlewu trwa 10 do 25 minut.

Surówka uszczerzana na zaprawie kwaśnej zawiera w sobie zazwyczaj: 4% C, 2 do 3% Si, 3 do 4% Mn, a zawartość fosforu, wzgl. siarki nie powinnaby przekraczać 0.1%, wzgl. 0,05%. Natomiast przy uszczerzaniu na zaprawie zasadowej zawartość fosforu musi być znacznie większa, bo 1,5 do 3%, najlepiej 2,5 do 3%, lecz krzemu znacznie mniejsza, a mianowicie nie ponad 0,5%, a siarki również nie zbyt wiele, t. j. nie ponad 0,1%, wreszcie manganu może być 1.0 do 2,5%, najlepiej 2%, a nadto dodajemy 15 do 17% wapna.

W celu powrotnego nawęglenia wlewu odwęglonego dodajemy 5 do 8% surówki zwierciadlistej, zawierającej w sobie 10 do 20% Mn, a przy wyrobie stali miękkiej tyleż żelazo-manganu, o zawartości 25 do 80% Mn. Surówkę zwierciadlistą dodajemy w stanie roztopionym, żelazo-mangan natomiast w stanie stałym, lecz nagrzany. Przy zaprawie kwaśnej, przed dodaniem tych domieszek nawęglających, należy zlać żużel zazwyczaj w osobny wózek, mający 1 do 2 $m^3$ pojemności. Gdy wytwór ma w sobie zawierać mniej man-

ganu, albo by w nim nie zwiększać tej zawartości, dodajemy dla nawęglenia sam koks (sposób stosowany w kuźnicy Phönix), albo cegły wyrobione z wapna gaszonego i koksu (np. kuźnica Düdelingen), wreszcie węgiel w workach (np. kuźnica Peine).

Żużle tomasowniane, t. j. pochodzące z uszczerzania zasadowego, zawierają w sobie 15 do 23% bezwodnika fosforowego ($P_2O_6$) i z tego powodu są one nader cennym nawozem sztucznym. Wartość ich dla rolnictwa oceniamy jednakże nie podług ogólnej zawartości bezwodnika fosforowego, lecz tylko podług tej jego części, która jest rozpuszczalna w kwasie cytrynowym.

### 6. Besemernie drobne.

Małe gruszki, o pojemności 1 do 3 t surówki, wzgl. żeliwa, miewają zazwyczaj dysze dmuchowe, ustawiane poziomo lub z lekką tylko pochyłością, po 3 do 6 obok siebie, ponad poziomem wlewu. Dmuch kieruje się zatem na powierzchnię wlewu, a dysze górne dostarczają dmuchu, niezbędnego do zapalania tlenku węgla. Takie drobne besemernie wytwarzają zazwyczaj mniejsze odlewy zlewnożelazne, wzgl. stalowe.

## c. Płomieniaki ustroju Siemens-Martin'a i t. p.

Płomieniaki te opalają się czadami z gazownicy, a ciepło spalin, uchodzące z płomieniaków, odzyskujemy częściowo, nagrzewając niem w **odzysknicach** czady i powietrze, idące do płomieniaka. Odzysknic takich o wysokości 3 do 5 m stawiamy zazwyczaj po 4 do każdego płomieniaka, a mianowicie albo obok niego, albo przed nim, albo wreszcie najdogodniej pod nim, lecz w takim razie między wierzchem odzysknic, a spodem właściwego płomieniaka zostawia się pewną przestrzeń swobodną. Płomieniaki te budujemy w dwóch, zasadniczo odmiennych ustrojach, a mianowicie bądź to jako zwykłe płomieniaki nieruchome, bądź też jako płomieniaki pochylne około osi poziomej. Wsad płomieniaków nieruchomych bywa 10 do 50 t, pochylnych zaś 50 do 200 t.

Wsad roztopiony tworzy w kotlinie warstwę 0,2 do 0,6 m głęboką, a zastosowanie względnie większej głębokości ma na celu zmniejszenie utleniania się żelaza, co jednakże okupujemy większym rozchodem paliwa. Z danej wielkości wsadu i z obranej głębokości obliczamy powierzchnię kotliny i nadajemy jej stosunek długości do szerokości jak 3 : 2. Długość kotliny powinna być nie mniejsza niż 3,5 m, a dosięga niejednokrotnie i 9 m.

Podobnie jak w gruszkach i tu znów zaprawa może być kwaśna albo zasadowa. Do zaprawy kwaśnej surówka powina nie zawierać w sobie więcej niż 0,1% P i 0.1% S, do zasadowej natomiast zawartość fosforu jest dość dowolna, lecz tylko w granicach do 2%.

1) **Sposób Siemens'a.** Wsad składa się ze surówki i rudy żelaznej o zawartości 60% Fe, a przy uszczerzaniu zasadowem dodaje się i wapna.

2) W **sposobie Martin'a** zastępujemy rudę odcinkami żelaza w ilości 20 do 70%.

3) Sposób **Siemens-Martin'a** jest połączeniem obydwóch poprzednich, gdyż do surówki dodajemy i odcinków żelaznych i rudy.

W powyższych trzech sposobach surówka wsadu idzie do płomieniaka bądź to w stanie stałym, bądź też już roztopiona. W poniższych zaś sposobach z pod 4) i 5) dodatek odcinków żelaznych sposobu Martinowskiego zastąpiono pozostawieniem w kotlinie stosownej części żelaza roztopionego, uszczerzonego już w okresie poprzedzającym. Skutkiem tego przebieg uszczerzania staje się nieprzerwanym: we właściwych odstępach czasu spuszczamy z kotliny pewną określoną część żelaza już uszczerzonego, a do reszty, pozostającej w kotlinie płomieniaka, dolewamy surówki, poczem uszczerzamy tę mieszaninę, jak w sposobie Martin'a.

4) **Surzycki** zastosował sposób powyższy w zwykłych płomieniakach, niepochylnych, o dwóch otworach spustowych. Właściwy otwór spustowy dozwala spuścić całą zawartość kotliny, wyżej zaś położony otwór upustowy, służy do częściowego spuszczania zawartości.

5) **Talbot** stosuje natomiast do sposobu powyżej opisanego płomieniaki swoiste, pochylne, co ułatwia ulewanie żelaza gotowego, nadto stosuje on i dodatek rudy.

Dalsze dwa sposoby z pod 6) i 7) znamionują się tem, że uszczerzanie żelaza (polegające w znacznej mierze na jego odwęglaniu) odbywa się w jednym przyrządzie (w płomieniaku lub gruszce), a wykończenie (polegające przeważnie na powrotnem nawęglaniu) w drugim.

6) W sposobie **Bertrand-Thiel'a** wsad do płomieniaka składa się z 80% surówki i 20% odcinków żelaznych, a nadto ze stosownego dodatku rudy. Uszczerzone w płomieniaku żelazo spuszczamy do drugiego pieca, w którym je nawęglamy z powrotem do pożądanego stopnia nawęglenia. Jest to zatem poniekąd sposób Siemens-Martin'a, którego przebieg rozdzielono na dwa piece.

7) Sposób **„Duplex"** (gruszkowo-płomieniakowy) polega na uszczerzeniu surówki w gruszce besemerowskiej lub tomasowskiej i na następnem nawęglaniu tak otrzymanego żelaza w oddzielnym płomieniaku ustroju martinowskiego.

Żelazo odwęglone, a więc uszczerzone, wykończamy, odtleniając je i nawęglając je powrotnie do pożądanego stopnia, przez dodanie bądź to 0,5 do 2% żelazo-manganu, albo surowca zwierciadlistego, bądź też 10 do 28% surówki nakrzemionej i t. p.

**Rozchód paliwa** na 1000 kg wytworu bywa 700 do 300 kg węgla kamiennego, a nawet mniejszy, a zależy on w wysokim stopniu od zastosowanego sposobu uszczerzania.

Zgar żelaza bywa 5 do 8%, jednakże przez odtlenianie dodanej rudy otrzymujemy z niej nieraz żelaza więcej, niż go zgorzało, tak że ostateczny wynik jest pod tym względem korzystny, bo nawet 100 do 104% gotowego wyrobu, względnie do wagi surówki i żelaza, wsadzanych do płomieniaka.

Ilość spustów na dobę dosięga w sposobie martinowskim sześciu; im więcej żelaza zastępujemy rudą, oraz im większy jest wsad, tem dłuższym będzie rozkres międzyspustowy, tak że przy zastosowaniu większych wsadów ze surówki w stanie stałym i samej rudy osiągniemy zaledwie dwa spusty na dobę.

## d. Stal tyglowa.

**Surowcem** jest tu gotowa już stal, a mianowicie na najlepsze gatunki stali narzędziowej bierzemy jako surowiec stal nawęglaną (t. j. otrzymaną przez nawęglanie prętów żelaznych, żarzonych w proszku z węgla drzewnego), na zwykłe zaś gatunki przetapiamy stal pudlingową, besemerowską a nawet martynowską. Stosownie do pożądanego składu stali tyglowej, dodajemy przy przetapianiu do stali surowej jeszcze przeróżne dodatki, jako to: miękkie żelazo zlipne, żelazo-mangan, żelazo naniklone, nawolframione, nachromione i t. p. Stal surową połamaną na kawałki kładziemy do tygla i przetapiamy w nim, otrzymując w ten sposób tworzywo jednolite.

**Tygle** miewają pojemność po 15 do 40 kg stali, a np. na 30 kg wsadu tygiel taki będzie miał 27 cm największej średnicy zewnętrznej, 48 cm wysokości, 2 do 2,6 cm grubości ścianek, a 2,6 do 3,3 cm grubości dna. Tygle bywają przeważnie gliniane albo grafitowe. Tworzywo gliniane składa się albo z 88% glinki, 8% szamotu i 4% koksu, albo z 80% glinki, 16% druzgu z tygli używanych i 4% koksu. Tworzywo tygli grafitowych składa się z 44% grafitu, 44% szamotu, oraz 12% glinki. Tygiel wyrobiony powinien schnąć trzy miesiące, a wytrzymuje on tylko jeden do trzech żarów.

Do przetapiania stali stosujemy piece szybowe, albo płomieniaki.

**Piec szybowy** można budować na pomieszczenie nawet jednego tygla. Piec taki ma wysokość 1 m, od rusztu aż do paszczy szybowej, a czopuch leży 0,8 m ponad rusztem, przekrój zaś poziomy bywa w prześwicie 40 · 40 cm. Na dwa tygle przekrój ten będzie 42 · 55 cm, a na cztery tygle 55 · 60 cm, przy podanych powyżej wysokościach. Przetopienie zajmuje 4 godziny czasu, a we większych piecach na 8 do 12 tygli, 6 godzin. Na 100 kg stali zużywa się 400 kg koksu, a zgar bywa 3 do 5%.

**Płomieniaki z odzysknicami ciepła** posiadają albo tylko jedno żarowisko, w postaci kształtem zbliżonej do zwykłego pieca piekarskiego, albo też trzy takie żarowiska oddzielne, każde z nich na sześć tygli, ustawianych w dwóch rzędach. Zamiana lotu spalin i powietrza przez odzysknice ciepła następuje w odstępach cogodzinnych, a na każdą tonę węgla, spalanego na czad w czadownicy w przeciągu doby, liczymy po 2,5 $m^3$ przestrzeni organków w odzysknicach ciepła. Rozchód węgla 100 do 150 kg na każde 100 kg stali, a jej zgar bywa 1 do 3%.

Piece tyglowe o żarowisku 2,5 · 2,6 m w planie, z paleniskiem ustroju Bicheroux mieszczą w sobie po 40 do 55 tygli, każdy o pojemności 30 do 35 kg, a przetop w nich zabiera 5 do 7 godzin

czasu, czyli doliczając jeszcze po godzinie na naprawy pieca, na wstawianie i wystawianie tygli, otrzymamy 3 do 4 przetopów na dobę.

**Skład chemiczny kilku gatunków stali tyglowej w % na wagę.**

| Gatunek i pochodzenie stali | Węgla | Krzemu | Manganu | Siarki | Fosforu |
|---|---|---|---|---|---|
| Stal niemiecka na noże tokarskie . . | 1,24 | n. ozn. | 0,15 | 0,016 | 0,016 |
| Narzędziowa stal styryjska. . . . . | 1,12 | „ „ | 0,23 | 0,024 | 0,023 |
| Stal Sheffieldzka . . . . . | 0,75 | „ „ | 0,23 | 0,022 | 0,04 |
| Stal narzędziowa ze St. Etienne . . | 1,00 | 0,06 | 0,08 | 0,015 | 0,02 |
| Stal na działa wyrobu Fr. Krupp'a *) . | 0,50 | 0,11 | 0,16 | 0,03 | 0,04 |
| Odlewy stalowe (krzyżownice) z Bochum | 1,31 | 0,09 | 0,98 | 0,05 | 0,13 |

## e. Stal nawęglana.

Stal nawęglaną otrzymujemy ze żelaza zlipnego przez jego dowęglanie w stanie stałym. Pręty lub gotowe wyroby z żelaza zlipnego układamy w skrzyniach do nawęglania, obsypane węglem drzewnym, ziarnowanym na wielkość 5 do 15 mm. Tak ułożone pręty żarzymy przez czas dłuższy, zależny od przekroju prętów, średnio przez 9 do 10 dni, a podczas tego żarzenia węgiel wnika w żelazo, przemieniając je w ten sposób na stal. Skutkiem wchłonięcia w siebie węgla, żelazo, przeistaczając się na stal, powiększa swą wagę o 0,5 do 0,75%.

Węgiel drzewny, którym obsypujemy żelazo w skrzyniach, powinien być wytlony z brzeziny, buczyny lub z dębiny. Na 100 kg żelaza we wsadzie bierze się średnio 25 do 30 kg węgla drzewnego. Do zasypania żelaza w skrzynkach nie potrzeba za każdym razem brać świeżego węgla, lecz można do niego domieszać 25 do 50% węgla już poprzednio używanego.

Skrzynie do nawęglania bywają średnio 2,8 do 3,4 m długie, 0,7 do 0,9 m szerokie, a 0,7 do 1,1 m wysokie, mieszczą zaś w sobie 7,5 do 10 t żelaza. Wyrabiamy je z glinki ogniotrwałej, z cegieł lub płyt ogniotrwałych, wreszcie z piaskowca ogniotrwałego, a grubość ich ścianek bywa 120 do 150 mm. Przedmioty żelazne należy układać w skrzynkach w taki sposób, aby je nawzajem od siebie i od ścianek skrzynki przedzielała warstwa węgla, dlatego też, jakoteż ze względu na wydłużanie przy nagrzaniu, pręty, układane w skrzyni, powinny być przynajmniej o 50 mm od niej krótsze. Żelazo zawarte w skrzyni może wypełniać do 36% jej objętości. W każdym piecu ustawiamy zazwyczaj po dwie takie skrzynie w odstępie wzajemnym 12 do 13 cm, a w odstępie od ścian pieca po 13 do 21 cm.

Rozchód paliwa, przy opale węglem kamiennym, liczyć można 80% wagi żelaza nawęglanego. Na rozpalenie pieca liczymy jedną dobę, na żarzenie, gdy przekrój prętów żelaznych leży w granicach 8 · 130 mm do 20 · 60 mm, 9 do 10 dni, na chłodzenie 6 dni.

*) Miedzi, niklu i kobaltu 0,26%.

### f. Żeliwo odwęglane czyli kowalne.

Żeliwo odwęglane otrzymujemy przez żarzenie gotowych odlewów żeliwnych, obsypanych potłuczonym żelaziakiem czerwonym, którego tlen utlenia pewną część węgla, zawartego w żeliwie. Żeliwo w ten sposób wyżarzone zbliża się swym składem chemicznym do stali. Utlenianiu podlega jednak tylko węgiel chemicznie związany z żelazem, podczas gdy węgiel w postaci grafitu, chemicznie z żelazem niezwiązany, pozostaje opornym na takie utlenianie. Dlatego też odlewy powinny być z żeliwa, nie zawierającego w sobie grafitu po dokonanem odlaniu. Pożądana zawartość węgla w odlewie będzie 3 do $3^1/_2\%$, domieszki zaś krzemu i manganu utrudniają, a we większych ilościach nawet uniemożliwiają utlenienie węgla, jednakże dla otrzymania ścisłego odlewu umiarkowane nakrzemienie lub namanganienie żeliwa jest niezbędne. Na wyrób żeliwa odwęglanego nadaje się zwłaszcza surówka pstra, wytopiona z żelaziaków czerwonych Cumberlandii, a zawierająca w sobie tylko około $0{,}1\%$ manganu. Przez dodanie pewnych ilości innych gatunków surówki zwiększamy zawartość krzemu w mieszance, lecz nie ponad $0{,}6\%$, a z takiej mieszanki otrzymamy odlewy pożądanych właściwości.

Żarzenie odbywa się w garnkach lub skrzynkach żeliwnych, z nóżkami, aby płomień miał dostęp i od spodu. Garnki okrągłe miewają 300 mm średnicy, 400 mm wysokości, 10 do 15 mm grubości w ściankach, 20 mm w dnie i mieszczą w sobie po 20 do 30 kg odlewu. Skrzynki prostokątne, na 100 do 120 kg odlewu, mają ścianki 26 mm grube. Odlew garnków tych i skrzynek powinien zawierać w sobie jak najwięcej grafitu, wytrzymuje on bowiem natenczas 15 do 20 żarów, podczas gdy garnki lub skrzynki z blachy żelaznej przepalają się już po trzech żarach.

Wyżarzak może pomieścić w sobie 12 do 18 garnków. Na odlewy nie ponad 25 mm grube przebieg wyżarzania zabiera: 18 do 24 godzin czasu na dogrzanie do żaru wiśniowo-czerwonego, 60 do 80 godz. na właściwe wyżarzenie przy powyższej temperaturze, wreszcie 24 do 36 godz. na powolne ochładzanie.

---

## IV. WALCOWNICWO *).

### a. Grzanie żelaza.

Piece do grzania żelaza, mającego iść na walcarkę, należy w ich ustroju przystosować do gatunku żelaza; żelazo zlipne wymaga bowiem ustroju nieco odmiennego niż żelazo zlewne.

*) H. Wedding, Grundr. d. Eisenhüttenkunde u. Handbuch der Eisenhüttenkunde.

**Kęsy**, t. j. prętowate kawałki żelaza zlipnego składamy w **snopiec**, który wsadzamy do zlipiaka, (pieca zlipczego), a zesnopcowane kęsy **zlipiają** się w nim ze sobą. Żelazo zlewne wsadzamy natomiast do pieca w całych bałwanach, a bałwany zimne **nagrzewamy** do żaru niezbędnego dla rozwalcowania, bałwany zaś swieżo odlane **dogrzewamy** w miarę potrzeby do tegoż żaru. Jeżeli snopiec lub bałwan częściowo już rozwalcowany, ostygnie podczas tego walcowania tak dalece, że pierwszym tym żarem nie zdołamy wykończyć walcowania, musimy taki, niedowalcowany przedmiot podgrzać ponownie, czyli odgrzać go w piecach **odgrzewczych**. Piece służące do wszystkich tych czynności są przeważnie płomieniakami, różniącymi się nawzajem od siebie szczegółami ustroju i wymiarami, ponajczęściej jednak możnaby w tym samym płomieniaku dokonywać kolejno każdej z tych czynności. Zazwyczaj atoli ustawiamy w walcowniach oddzielne płomieniaki w stosownej liczbie dla każdej z tych czynności, rozróżniając zatem płomieniaki zlipcze, nagrzewcze, dogrzewcze i odgrzewcze.

1) **Piece zlipcze**, czyli zlipiaki, są płomieniakami opalanymi węglem kamiennym z paleniska zwykłego, albo czadem z czadownicy. Kotlina ich jest z piasku i tworzy płaszczyznę pochyłą w stosunku 1 : 8 do 1 : 10 tak ku stronie wysadowej, jak i ku czopuchowi.

**Wymiary zasadnicze zlipiaków.**

| Przeznaczenie na | Długość żarowiska m | Szerokość żarowiska m | Całkowite pole rusztu $m^2$ | Wsad t |
|---|---|---|---|---|
| Snopce małe . . . | 2,25 do 2,5 | 1,5 do 1,55 | 0 95 do 1,0 | 0,6 do 0,85 |
| „ średnie . . | 2,5 do 2.8 | 1,5 do 1,6 | 1,0 do 1,1 | 0,6 do 1,25 |
| „ duże . . . | 3,2 do 3,5 | 1,95 do 2,0 | 1,3 do 1,75 | 1,4 do 2,5 |

Wierzch przewału wznosi się 0,1 do 0,4 m ponad kotliną, a 0,35 do 0,7 m ponad ruszt.

**Rozchód paliwa** na 1 t żelaza zlipianego liczyć można średnio: w paleniskach zwykłych 500 do 700 kg węgla kamiennego, a przy opalaniu czadem z czadownicy ustrojów Bicheroux'a, Lürmann'a, Siemens'a i t. p. 200 do 350 kg węgla. Ciepło spalin uchodzących zużywamy zazwyczaj do ogrzewania kotłów, co jednak nie da się uskuteczniać przy ustroju Siemens'a.

Każdy zlipiak może obsłużyć $1^1/_2$ do 4, średnio 2 piece pudlingowe, a to w zależności od gatunków żelaza, jakie wyrabiamy.

2) **Piece grzewcze**. Najlepszą sprawnością cieplikową odznaczają się **płomieniaki przeciwpłomienne**, w których bałwany posuwamy stopniowo od czeluści wsadowej ku otworowi wysadowemu, a w których płomień posiada kierunek odwrotny. Kotlina wznosi się w stosunku 1 : 9 ku czopuchowi. Długość żarowiska $\sim$ 8 m, a szerokość 1,6 do 2,3 m. Czeluść wsadowa mieści się po stronie czopucha, otwór wysadowy po stronie przewału; bałwan wsadzony spotyka

zatem nasamprzód spaliny najmniej gorące i podgrzewa się o nie; w miarę posuwania ku otworowi wysadowemu, bałwan napotyka coraz to gorętsze spaliny, względnie płomień, który najsilniej nań działa przy przewale, a więc tuż przed wysadzeniem z pieca. By ułatwić posuwanie bałwanów, w każdej z bocznych ścian żarowiska znajduje się po 8 do 12 drzwiczek. Pole rusztu bywa 2 do 4 $m^2$. Wobec względnie dobrego wyzysku ciepła spalin na podgrzewanie bałwanów, spaliny uchodzące chłodzą się zazwyczaj tak dalece, że się już nie opłaca ogrzewać niemi dodatkowo kotłów. Na tonę bałwanów wsadzanych w stanie zimnym, zużywa się średnio 190 kg węgla, lecz na odgrzewanie bałwanów, przystygających w czasie walcowania, starczy 100 kg.

Oprócz tych pieców znajdują też zastosowanie jamy grzewcze, zwłaszcza podgrzewcze, nawet bez paleniska, np. ustroju Gjers'a.

## b. Walcowanie żelaza.

Walcarki na kształtowniki posiadają walce nienastawne, a bróżdowane w taki sposób, aby pręt walcowany w każdym następnym żłobku zmniejszał swą grubość, poszerzając się równocześnie, a to pod wpływem dociskania pręta **pobrózdkiem** do **brózdy**, przyczem pręt roztłacza się tak, że bokami dosięga **pierścieni**, które ograniczają brózdę obustronnie. Walcarki na blachy mają na odwrót walce gładkie i nastawne, aby po każdorazowem przejściu blachy, módz je zbliżać coraz to bardziej nawzajem do siebie.

**Walcownia drutu** (3.5 do 12 mm średnicy) składa się z oddzielnych zespołów walcarek przygotowawczych i walcarek wykończających. Walcarki przygotowawcze posiadają walce 300 do 320 mm średnicy, napędzane bezpośrednio od silnika, a poruszające się z prędkością 200 do 300 obrotów na minutę. Wykończające walcarki szybkobieżki posiadają natomiast walce, o średnicy 250 do 300 mm, robiące po 500 obrotów na minutę. Odstęp pomiędzy tymi dwoma zespołami walcarek bywa 8 do 10 m. Moc silnika napędzającego 400 do 500 *MK*, lecz na drut stalowy o 30% większa.

**Walcownia drobnowalcująca**, czyli drobna, na krągowniki i kratowniki 12 do 50 mm grube, na kątowniki do 65 mm szerokości ramion i na szyny drobne, posiada również dwa zespoły walcarek, z których przygotowawczy napędza się wprost od silnika i ma walce 400 mm średnicy w bębnie, robiące 120 obrotów na minutę. Zespół wykończający, w odstępie 7,5 m od poprzedniego, posiada walce 300 mm średnicy, obracające się z prędkością 260 obrotów na min. Moc silnika walcarskiego 300 do 400 *MK*.

**Walcownia średnio walcująca**, czyli średnia na krągowniki i kratowniki do 75 mm grube, na płaskowniki do 135 mm szerokości i na kątowniki do 75 mm szerokości ramion, posiada zazwyczaj jeden tylko zespół z trzech do czterech walcarek, napędzanych bezpośrednio od silnika. Średnica walców 400 mm; ilość obrotów 100 do 120 na min.; moc silnika 300 do 400 *MK*.

**Walcownia prętowników grubszych**, a więc krągowników i kratowników do 150 mm grubych, płaskowników do 180 mm szerokich, i kątowników do 125 mm szerokości ramion; walce miewają średnicę 500 do 550 mm, a ilość obrotów 70 do 80 na min., silnik zaś moc 350 do 400 *MK*.

**Walcownia szyn** składa się z walcarek, o walcach 650 do 750 mm średnicy bębna, robiących 100 do 120 obrotów na min. **Trójka** walcarska na szyny zlewne w ciągu 24 godzin zdoła wyrobić 1000 do 1100 szyn, ważących średnio po 300 kg, posiada zatem wytwórczość 300 do 330 t na dobę. Wytwórczość ta może się wyjątkowo powiększyć do 1200 szyn, czyli do 360 t. Moc silnika 600 do 800 *MK*

**Walcownia blach cienkich**, t. j. o grubości 0,1 do 5 mm, przy wielkości arkusza $1 \times 2$ m. Walce mają średnicę bębna 550 do 600 mm; ilość obrotów 40 na min. Zespół trzech walcarek zużywa 30 do 40 *MK*. W trójkach radzi Lauth nadać wierzchniemu i spodniemu walcowi średnicę 550 do 600 mm w bębnie, pośredniemu, swobodnie przesuwnemu natomiast tylko 250 mm. Zgar i krajki powodują stratę 20 do 25%.

Walcownia na blachę cienką, składająca się z walcarki przygotowawczej, czyli wstępnej i wykończającej, z odgrzewaka kęsów, wyżarzaka i dwóch nagrzewaków, w ciągu 12 godzin pracy wytwarza blach (podł. skali niemieckiej p. str. 16):

| Nr. 11—12 | 13—16 | 17—20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| do 4500 | 3500 | 2500 | 1800 | 1600 | 1400 | 1150 | 700 kg |

**Walcownia blachy grubej**. Bębny walców miewają długość 2,2 do 3,5 m, przy średnicy 600 do 900 mm. Wielka waga poszczególnego arkusza wymaga zastosowania bądź to konika, na którym przerzuca się blachę ponad walcarką, bądź też nawrotności silnika napędzającego. Niezbędna moc silników rozpędowych bywa 80 do 100 *MK* na blachy zlipne, a 100 do 150 *MK* na zlewne. Moc silników nawrotnych zwiększa się niepomiernie i dosięga 600 do 800 *MK* na najcięższe blachy zazwyczaj wyrabiane.

Walcarka zwykłej blachy kotłowej, wraz z jednym płomieniakiem grzewczym, wyrabia w ciągu 12 godzin 2,25 do 3 t takiej blachy. Na wyrób jednej tony blach liczy się rozchód węgla wraz ze zlipianiem snopca, 1700 do 1800 kg węgla. Odpadanie walcowin powoduje stratę 4 do 6%, zgar zaś w żarze pierwszym 12 do 14%, w drugim 9 do 11%, w trzecim 6 do 9%, a w czwartym 4 do 6%, wreszcie krajki 18 do 25%.

**Walcarka czterostronna** na płaskowniki 400 do 500 mm szerokie. Obydwie pary walców są gładkie, walce leżące miewają średnicę 500 do 600 mm. walce stojące natomiast średnice o $^1/_3$ mniejsze. Gdy walce stojące mieszczą się poza walcami leżącymi (w kierunku walcowania), ich prędkość obwodowa bywa o 50% większa, gdy zaś stoją przed walcami leżącymi, natenczas o 25% mniejsza od prędkości walcy leżących.

**Rurownie**. Rury żelazne, oprócz rur o szwie nitowanym, bywają ze szwem zlipionym, albo też bez szwu, a wyrabiamy je bądź to przez walcowanie, bądź też przez wyciąganie. Szew wytwarzamy, zlipiając stykające się powierzchnie krajów paska, zwiniętego w rurę, a kraje te stykają się ze sobą bądź to na zakładkę, bądź to na storc, bez zakładki. Szew na zakładkę jest niezbędny, gdy rury zlipiane walcujemy na trzpieniu.

Rury bez szwu wyrabiamy różnymi sposobami, np. sposobem Mannesmann'a, przez ukośne zdzieranie tworzywa z rozżarzonego kłoca żelaznego, a to za pośrednictwem trzech walców, albo sposobem Erhardt'a, przez wyciąganie na trzpieniu przedziurawionego kloca żelaznego. Możemy też wytłaczać rury, lecz tylko cienkościenne, przez wytłoczenie z grubej blachy okrągłego naczynia z dnem, które następnie wyciągamy i walcujemy na większą długość, a mniejszy przekrój, obcinając wreszcie dno, potrzebne podczas wyrobu, lecz zbyteczne dla samej rury.

# DZIAŁ CZTERNASTY.

# OGRZEWANIE I PRZEWIETRZANIE *).

## I. PRZEWIETRZANIE **).

### a. Niezbędność wymiany powietrza.

W przestrzeniach zamkniętych, zamieszkanych lub w których przebywają ludzie czasowo, np. w pracowniach, powietrze psuje się, a mianowicie zagrzewa się ono ciepłem, wydzielanem przez ludzi, przez przyrządy oświetlające i t. p., nadto pozbawia się ono przez nie częściowo tlenu, a w zamian zanieczyszcza się wyziewami ludzkimi, spalinami, pyłem, dymem i t. p. Z czasem powietrze staje się niezdatnem do oddychania i szkodliwem dla zdrowia, wypada zatem zastąpić je powietrzem świeżem. Zanieczyszczenie powietrza oddechem ludzkim i spalinami polega przeważnie na wydzielaniu pary wodnej i bezwodnika węglowego (kwasu węglanego $CO_2$), który się wytwarza przez utlenianie węgla tlenem, zabieranym z powietrza. Szkodliwem dla zdrowia byłoby już wynikające z tego zmniejszenie zawartości tlenu w powietrzu, stokroć jednak szkodliwszem jest zanieczyszczenie powietrza bezwodnikiem węglowym, którego odsetka, zawarta w powietrzu, służy zazwyczaj za miarę dobroci, względnie zepsucia powietrza.

### b. Ilość wymian powietrza na godzinę.

W zwykłych pokojach mieszkalnych, o jednym tylko nawiewniku, wymiana częstsza, niż pięciokrotna na godzinę, przedstawia już znaczne trudności, gdy niema powodować dokuczliwych przewiewów. Dlatego też, obliczywszy podług danych poniższych niezbędną objęt-

*) W dziale niniejszym stosujemy wyłącznie **ciepłostki kilogramo-celsiuszowe**. Tablice ich zamiany na ciepłostki innych układów i zamian odwrotnych, p. „Dodatek“ przy końcu tomu niniejszego.

**) H. Rietschel, Leitfaden zum Berechnen und Entwerfen von Lüftungs- u. Heizungs-Anlagen; 3 wyd., Berlin 1902, J. Springer. — Handbuch der Architektur, Darmstadt 1890, rozprawa H. Fischer'a „O ogrzewaniu i przewietrzaniu“. — Handbuch der praktischen Gewerbe Hygiene, H. Albrecht, Berlin 1894, u. R. Oppenheim'a, rozprawa K. Hartmann'a „O ogrzewaniu i przewietrzaniu pracowni“. — Anweisung zur Herstellung u. Unterhaltung von Zentralheizungs u. Lüftungsanlagen, rozporz. Min. prus. rob. publ. z 24 marca 1901. — Łukaszewicz, Podręcznik ogrzewania i przewietrzania (po rosyjsku). Wreszcie czasopisma: „Gesundheits-Ingenieur“, oraz „Engineering Record“.

tość powietrza, mającego wymieniać się cogodzinnie, należy sprawdzić, czy wymiana taka nie przekracza pięciokrotnej objętości pokoju lub sali, a w danym razie wypadałoby bądź to zastosować środki właściwe dla uniknięcia przewiewów, bądź też zmniejszyć odpowiednio ilość wymian na godzinę. Przy określaniu ilokrotności wymian trzeba również uwzględnić i zawilżanie powietrza parą wodną, aby otrzymać i pod tym względem powietrze zdrowotne, którego **wilgotność** zimą podczas ogrzewania powinnaby być nie mniejsza niż 50 do 60% (względnie do pełnego nawilżenia), a nie przekraczać 70% nawet przy sztucznem ochładzaniu w porze letniej. Powietrze za suche bywa na ogół mniej szkodliwe od przewilżonego. (O wilgotności powietrza por. T. I str. 280 i n.).

Dorosły mężczyzna w stanie spoczynku wydaje na godzinę z oddechem około 40 gramów wilgoci, przy natężonej pracy do 80 g, kobieta mniej, a dziecko w zależności od wieku, średnio połowę tych ilości.

## 1. Objętość wymiany, warunkowana zawartością bezwodnika węglowego.

Czyste powietrze na dworze zawiera w sobie średnio około 0,4‰ $CO_2$. Zwiększanie się tej zawartości jest, jak już wspomniano, dogodną miarą zanieczyszczenia powietrza przez oddech ludzki i spaliny. Przy zawartości 0,7‰ $CO_2$ uważamy powietrze w mieszkaniach za zupełnie zdrowotne, aczkolwiek zawartość 1‰ nie uważa się na ogół za niezdrowotną, a przy większem skupieniu ludzi, np. w salach szkolnych nawet zawartość 1,5‰ można uznać za jeszcze zdrowiu nieszkodliwą.

Zawartość $CO_2$ w powietrzu mierzymy najdogodniej, przepuszczając odmierzane ilości tego powietrza przez określoną ilość wody wapiennej (t. j. przez nasycony roztwór wapna), a mianowicie dopóki nie wywołamy pewnego, określonego jej zamącenia. W tym celu nalewamy wodę wapienną do szklaneczki, o ustalonej pojemności i wogóle wymiarach, posiadającej na swem dnie znak widoczny, który przestajemy dostrzegać, gdy zamącenie dosięgnie swej normy właściwej. Ilość przepuszczanego powietrza odmierzamy w ten sposób, że za każdym razem przeciskamy przez wodę wapienną zawartość piłki gumowej, zakończonej rurkowatym wylotem. Ściskając w ręku piłkę, wytłaczamy z niej powietrze, a pozwalając piłce przybrać kształt pierwotny, ssiemy w nią powietrze z pokoju, które, zanurzywszy wylot piłki w wodę wapienną, przetłaczamy przez nią. A że piłka ma pojemność należycie ustosunkowaną do pojemności owej szklaneczki i do jej głębokości, stanowiącej niejako miarę zamącenia normalnego, więc liczba takich ściśnięć piłki określi nam ilość powietrza, niezbędną do wywołania owego zamącenia normalnego. Do takiego przyrządu dodają zazwyczaj tablicę, w której liczbom owych ściśnięć piłki przeciwstawiono wprost przynależne zawartości $CO_2$ w ‰.

Jeżeli oznaczymy przez:

$L$ ilość powietrza wymienianego, w $m^3$/godz.,

$a$ stosunek objętościowy domieszki $CO_2$ w powietrzu, jaki uznajemy za jeszcze dozwolony, a więc 0,0007 do 0.0015,

$b$ tenże stosunek w powietrzu świeżem, t. j. 0,0004,

$n_1$, $n_2$, $n_3$ ilości źródeł wytwarzających $CO_2$,

$k_1$, $k_2$, $k_3$ ilość $CO_2$, wydawaną przez poszczególne źródła danego gatunku w m³/godz., to otrzymamy wzór:

$$L = \frac{\Sigma n \cdot k}{a - b}.$$

Wzorem tym określamy ilość $L$ powietrza doprowadzanego, gdy nastąpi już stan ustalenia.

**Ilość bezwodnika węglowego $CO_2$, w m³/godz.**, wydawana przez:

| | |
|---|---|
| dziecko | 0,010 |
| podrostka | 0,016 |
| dorosłego, w stanie spoczynku | 0,020 |
| dorosłego, podczas pracy fizycznej | 0,036 |
| 1 kg spalanej świecy woskowej lub stearynowej | 1,5 m³ |
| 1 kg nafty spalanej w lampie | 1,6 „ |
| 1 m³ spalanego gazu świetliwnego | 0,6 „ |

Dogodniejszą w użyciu będzie tablica poniższa, zaczerpnięta z podręcznika Rietschel'a, a podająca niezbędne wymiany powietrza, przy dozwolonem jego zanieczyszczeniu bezwodniem $CO_2$, wydawanym przez poszczególne źródła, i oparta na założeniu, że świeże powietrze doprowadzane zawiera $0{,}4‰$ $CO_2$.

| Źródło wydające z siebie bezwodnik węglowy $CO_2$ | Źródło wydaje z siebie m³/godz. $CO_2$ | Objętość wymiany powietrza w m³/godz., przy dozwolonej zawartości $CO_2$ w ‰ | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,5 |
| Dziecko | 0,010 | 33 | 25 | 20 | 17 | 14 | 13 | 11 | 10 | 9 |
| Podrostek | 0,016 | 53 | 40 | 32 | 27 | 23 | 20 | 18 | 16 | 15 |
| Dorosły, w spoczynku | 0,020 | 67 | 50 | 40 | 33 | 29 | 25 | 22 | 20 | 18 |
| Dorosły, podczas pracy | 0,036 | 120 | 90 | 72 | 60 | 51 | 45 | 40 | 36 | 33 |
| 1 m³ spalanego gazu świetliw. | 0.6 | 2033 | 1525 | 1220 | 1017 | 871 | 763 | 678 | 610 | 555 |

Podany powyżej sposób obliczeń, owarunkowany stanem ustalenia, nadaje się do mieszkań i wogóle do sal, w których dana ilość ludzi przebywa stale, a przynajmniej przez dłuższe okresy czasu, np. w klasach szkolnych i t. p. Jeżeli natomiast te okresy czasu będą stosunkowo krótsze, jak to ma miejsce w widowniach teatralnych, salach zebrań i koncertowych i t. p., to właściwszym będzie sposób poniżej podany.

## 2. Objętość wymiany, warunkowana nieprzekraczaniem określonej temperatury.

Jeżeli oznaczymy przez:

$W_1$ ilość ciepła, wydawaną przez ludzi, w cpł/godz.,

$W_2$ ilość ciepła, wydawaną przez oświetlenie, w cpł/godz.,

$W_3$ ilość ciepła, wydawaną przez ogrzewanie, zmniejszoną o straty ciepła, przechodzącego przez otoczenie na zewnątrz w cpł/godz. (gdy straty przeważają, znak będzie odjemny),

$W = W_1 + W_2 + W_3$, całkowitą ilość ciepła, pozostałą do odprowadzenia przez powietrze, w cpł/godz.,

$t_0$ temperaturę powietrza nawietrzającego,

$t$ pożądaną temperaturę powietrza w pokoju lub sali, mierzoną na wysokości głowy człowieka, której to temperatury nie mamy przekraczać,

$\alpha$ spółczynnik rozszerzalności powietrza na 1°, a więc $\alpha = 1 : 273 = 0{,}003665$,

$L$ objętość powietrza, odprowadzanego z temperaturą $t$, w m³/godz., to otrzymamy wzór:

$$L = \frac{W(1 + \alpha t)}{0{,}307\,(t - t_0)},$$

w którym cyfra 0,307 jest cieplikiem właściwym 1 m³ powietrza przy 0°.

Wzór powyższy dotyczy stanu ustalenia, lecz wyniki jego, szczególniej przy oświetleniu gazowem, są często za wielkie, zwłaszcza jeśli wywiewniki mieszczą się nie na wysokości głowy człowieka, lecz wyżej, np. tuż pod sufitem, albo nawet w samym suficie, a to w celu odprowadzania powietrza najgorętszego. W takich przypadkach, zwłaszcza sale wyższe, dzielimy do obliczania na dwie lub kilka warstw poziomych, z których w niższych, zajętych przez ludzi, należy utrzymywać temperaturę nie wyższą niż $t$, w wyższych natomiast warstwach, nie zajętych przez ludzi temperatura ta, a więc i temperatura powietrza wywietrzanego, może być znacznie wyższa. Wprowadzając tak powiększoną wartość $t$ do wzoru powyższego, otrzymamy znacznie mniejszą ilość $L$ powietrza do wywietrzenia.

Powietrze nawietrzające należałoby doprowadzać w temperaturze $t_0$ nie niższej niż 15°, a powietrze otaczające ludzi powinnoby na wysokości ich głowy posiadać temperaturę $t = 18$ do 20°, a wyjątkowo podczas krótszego pobytu ludzi 23°. Temperatury pożądane w pokojach i salach, w zależności od ich przeznaczenia, podano w rozdz. II, Ogrzewanie.

Do obliczenia ilości $W_1$, służą dane poniższe. Mężczyzna dorosły wydaje średnio 100 cpł/godz. *) swemu otoczeniu, kobieta 90 cpł/godz., dziecko podrastające 50 cpł/godz. W istocie jednak ilość ciepła wydawanego na godzinę zależy od różnicy między temperaturą krwi (37°) i temperaturą $t$ otoczenia. Ilość ciepła $w$, wydawaną na godzinę, określamy zatem ściślej wzorami: dla dorosłego $w = 6\,(37 - t)$, a dla dziecka $w = 3\,(37 - t)$ cpł/godz.

Do obliczenia ilości $W_2$, t. j. ciepła wydawanego przez oświetlenie może służyć tablica drugostronna:

---

*) H. Fischer w Zeitschr. d. Ver. d. Ing. 1894 i 1899 obliczył, o ile stopni zagrzewa jedna osoba przeznaczoną dla niej wymianę powietrza, a mianowicie:

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Wymiana | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 kg/godz., czyli |
| | 25 | 31 | 38 | 46 | 54 | 61 m³/godz. powietrza |
| Podwyższenie temperatury o | 13,9° | 10,4° | 8,3° | 7,0° | 6,0° | 5,2°. |

## Tablica ciepłostek, wydawanych na godz. przez oświetlenie.

| Rodzaj oświetlenia | Zużywa na godz. i na światłostkę świecową | Na każdą światłostkę świecową wydaje cpł/godz. |
|---|---|---|
| Oświetlenie elektryczne: | | |
| Lampy łukowe | 0,4 watów | 0,4 |
| Żarówki Nernst'a | 1,5 „ | 1,3 |
| Żarówki zwykłe | 3,0 „ | 2,6 |
| Oświetlenie gazowe: | | |
| Palniki Bray'a | 0,013 $m^3$ | 67 |
| Palniki Argand'a | 0,010 „ | 50 |
| Palniki żarowe | 0,002 „ | 10 |
| Oświetlenie acetylenowe | 0,0006 „ | 6 |
| Palnik naftowy pierścieniowaty | 0,003 „ | 30 |
| Świece woskowe i stearynowe | 0,009 „ | 85 |

Szczegóły niezbędne do obliczenia wartości $W_3$ podano w rozdz. II, Ogrzewanie.

## Tablica ilości $L$ w $m^3$, niezbędnej na zabranie 100 cpł.

| Temperatura $t_0$ powietrza nawietrzającego | Objętość powietrza, w $m^3$, które zabiera 100 cpł., zagrzewając się do temperatury $t$, z jaką je odprowadzamy: | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 18° | 19° | 20° | 21° | 22° | 23° | 24° | 25° | 26° | 27° | 28° | 29° | 30° |
| 15° | 116 | 87 | 70 | 59 | 50 | 44 | 40 | 36 | 33 | 30 | 28 | 26 | 24 |
| 16° | 174 | 117 | 88 | 70 | 59 | 51 | 44 | 40 | 36 | 33 | 30 | 28 | 26 |
| 17° | 348 | 175 | 117 | 88 | 71 | 59 | 51 | 45 | 40 | 36 | 33 | 30 | 28 |
| 18° | . | 350 | 175 | 117 | 88 | 71 | 59 | 51 | 45 | 40 | 36 | 33 | 30 |
| 19° | . | . | 351 | 176 | 118 | 89 | 71 | 59 | 51 | 45 | 40 | 36 | 33 |
| 20° | . | . | . | 352 | 177 | 118 | 89 | 71 | 60 | 51 | 45 | 40 | 36 |

Uwaga. Temperatury powietrza odprowadzanego, przekraczające 23°, dotyczą warstw wyższych, w których nieprzebywają ludzie.

## 3. Średnia objętość wymiany powietrza na godzinę i osobę.

1. Podług pruskich przepisów ministeryalnych:

W sypialniach i salach więziennych . . . . . 10 $m^3$
W jednoosobowych celkach więziennych . . . . 15 do 22 „
W salach odczytowych i salach zebrań. . . . . do 20 „
W klasach szkolnych, zależnie od wieku uczniów . 10 do 25 „

Dla szpitali przepisy te nie wskazują danych, zalecając każdorazowe ustalenie ilości wymiany powietrza w porozumieniu z władzą szpitalną. W sieniach, schodniach i korytarzach starczy pół wymiany na godzinę, lecz zaleca się jednokrotna, gdy przestrzenie te służą do stalszego pobytu w nich ludzi. Z kuchni, ustępów i t. p., gdzie wytwarzają się zaduchy, należy liczyć pięciokrotną wymianę na godzinę, a conajmniej trzykrotną.

## 2. Tablica wymian powietrza podług Rietschel'a.

| Przeznaczenie izby lub sali | | Wymiana na godzinę skąpa | obfita |
|---|---|---|---|
| Pokoje dla chorych dorosłych . . | na każdą osobę po: | 75 $m^3$ | 75 $m^3$ |
| „ „ „ dzieci. . . . | | 35 „ | 35 „ |
| Klasy szkolne na dzieci do 10 lat. | | 10 „ | 17 „ |
| „ „ „ „ wyżej 10 lat. | | 15 „ | 25 „ |
| Pokoje na pobyt oznaczonej ilości osób . . . . . | | 20 „ | 35 „ |
| | | Ilokrotność wymian na godz. | |
| Pokoje na pobyt zmiennej ilości osób . . | | 1 | 2 |
| Sienie, schodnie, korytarze bardzo uczęszczane *) . . . . . | | 3 | 4 |
| Sienie, schodnie, korytarze mało uczęszczane *) . . . . . | | $^1/_2$ | 1 |
| Kuchnie i ustępy *) . . . . . | | 3 | 5 |

Dane powyższe nie uwzględniają nadmiernego zagrzewania się powietrza, np. z powodu oświetlenia gazowego, ani też niezbędnej ilości powietrza nawietrzającego przy ogrzewaniu powietrzem. W takim przypadku, jakoteż gdy chodzi o nieprzekraczanie pewnej temperatury, wypada obliczać wymianę podług tych warunków, a jeśli wynik tego obliczenia da wymianę mniejszą od wskazanej w tablicy powyższej, to należy stosować conajmniej ilości podane w tablicy.

## c. Sposoby przewietrzania.

### 1. Przewietrzanie samoistne.

Większość tworzyw (materyałów) budowlanych jest do pewnego stopnia przenikalna dla powietrza, wskutek czego następuje samoistna wymiana powietrza z budynku na zewnątrz i odwrotnie, gdy tylko prężność (ciśnienie barometryczne) powietrza po obu stronach ściany będzie niejednakowa.

Jeżeli oznaczymy przez:

$F$ powierzchnię przegrody przenikalnej dla powietrza, w $m^2$,
$s$ grubość tejże przegrody, w m,
$p$ prężność bezwzględną powietrza po jednej stronie przegrody, w $kg/m^2$,
$p_0$ podobną prężność po drugiej stronie, w $kg/m^2$,
$\beta$ spółczynnik przenikalności tworzywa przegrody, t. j. ilość $m^3$ powietrza, przenikającego na godz. przez 1 $m^2$ takiej przegrody, 1 m grubej, przy różnicy 1 $kg/m^2$ obustronnej prężności,

*) Sienie, schodnie i korytarze najlepiej tylko nawietrzać, kuchnie i ustępy natomiast wyłącznie tylko wywietrzać, t. j. wyciągać z nich powietrze, nie doprowadzając do nich bezpośrednio świeżego. Natenczas kuchnie i ustępy będą czerpały z sień i korytarzy powietrze niezbędne do wymiany, co zapobiegnie rozprzestrzenianiu się zaduchów po budynku.

to podług C. Lang'a *) ilość $L$ powietrza, w m³/godz., przenikająca przez przegrodę, będzie:

$$L = \frac{(p - p_0)\,\beta F}{s}.$$

Gdy powietrze przenika z pokoju na zewnątrz i odwrotnie jedynie wskutek różnicy temperatur, a więc gdy np. temperatura $t$ w pokoju jest wyższa od temperatury zewnętrznej $t_0$, to w niższych warstwach pokoju prężność $p$ powietrza będzie mniejsza od prężności zewnętrznej $p_0$, a w górnych warstwach naodwrót większa. Powietrze będzie zatem dopływało z dworu do pokoju przez podłogę i dolną część ścian, a wypływało z niego na zewnątrz przez górną część ścian i przez sufit. Jeżeli cała wysokość pokoju będzie $H$, a $h$ wysokością warstw niższych, w których $p - p_0 < 0$, to $H - h$ będzie wysokością warstw wyższych, w których $p - p_0 > 0$. Na wysokości $h$ od podłogi leżeć będzie warstwa obojętna, w której $p = p_0$. Średnie, czynne różnice prężności $(p - p_0)$ dla wzoru powyższego byłyby zatem (jeżeli $\alpha = 0{,}003665$ jest spółczynnikiem rozszerzalności, a 1,293 wagą 1 m³ powietrza przy 0° w kg):

u podłogi: $$p - p_0 = -1{,}293\,h\left(\frac{1}{1+\alpha t_0} - \frac{1}{1+\alpha t}\right);$$

w warstwach niższych średnio:

$$p - p_0 = -1{,}293\,\frac{h}{2}\left(\frac{1}{1+\alpha t_0} - \frac{1}{1+\alpha t}\right);$$

w wastwach wyższych średnio:

$$p - p_0 = +1{,}293\left(\frac{H-h}{2}\right)\left(\frac{1}{1+\alpha t_0} - \frac{1}{1-\alpha t}\right);$$

u sufitu: $$p - p_0 = 1{,}293\,(H-h)\left(\frac{1}{1+\alpha t_0} - \frac{1}{1+\alpha t}\right).$$

Zazwyczaj liczą, że zimą, w mieszkaniach zwykłych, o ścianach olejno niemalowanych (ani od strony zewnętrznej ani od wewnętrznej) samoistna wymiana powietrza bywa pół do jednokrotna na godzinę i na mocy tego założenia obliczają stratę ciepła, powodowaną przez samoistną wymianę powietrza **).

---

*) C. Lang, Ueber natürliche Lüftung; Stutgard 1877. Lang oznacza spółczynnik $\beta$ nie w m³ lecz w litrach; chcąc otrzymać wynik $L$ w m³, należy stosować spółczynniki $\beta$ 1000 razy mniejsze od liczonych przez Lang'a, co też już uwzględniono na str. 579.

**) Objętość powietrza samoistnie wymienianego nie pozostaje w prostym stosunku do objętości pokoju, lecz raczej w stosunku do powierzchni ścian zewnętrznych i t. p., a w odwrotnym stosunku do grubości tychże ścian i t. p. Wielkość straty ciepła, powodowanej tą wymianą, lepiej zatem będzie oznaczać w % ciepła przenikającego przez ściany i t. p., a nie podług ilokrotności wymian. Zaznaczyć jednak wypada, że np. ściana z tworzywa dziurkowatego przepuszcza wiele powietrza, chociaż jest złym przewodnikiem ciepła, co należy uwzględnić w wysokości % dodawanego.

**Spółczynnik $\beta$ przenikalności tworzyw dla powietrza.**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Piaskowiec . . | 0,000124 m³/m² | Zaprawa wapienna . . . | 0,000907 m³/m² |
| Cegła . . . . | 0,000201 „ | Beton . . . . | 0,000258 „ |
| Klinkier polewany | 0,000000 „ | Zaprawa cementowa bez piasku | 0,000137 „ |
| „ niepolewany | 0,000145 „ | Odlew gipsowy. | 0,000041 „ |

Pomalowanie ściany farbą olejną usuwa niezwłocznie jej przenikalność dla powietrza, a pomalowanie szkłem wodnem czyni to zwolna, w miarę wytwarzania się krzemianów wapnia i t. p.

Zmniejszanie przenikalności pierwotnej dla powietrza:

a) wskutek powłoki ścian:

| | | | |
|---|---|---|---|
| farbą klejową . . . . . | 50% | zwykłem obiciem . . . | 18% |
| „ wapienną . . . . | 25% | obiciem lakierowanem . . | 40% |
| parafiną, woskiem i t. p. . | 100% | | |

b) wskutek przewilżenia wodą:

| | | | |
|---|---|---|---|
| w piaskowcu . . . . . | 80% | w zaprawie wapiennej. . | 90% |
| w cegle . . . . . | 80% | w betonie i w zaprawie cementowej. . . . . | 100% |

## 2. Przewietrzanie pobudzane.

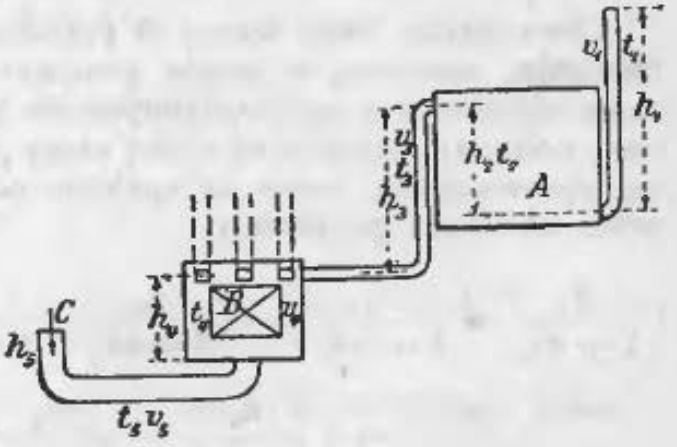
### 1. Przewietrzanie pobudzane różnicą temperatur.

Jeżeli przez $L$ oznaczymy objętość wymiany w m³/godz., mierzoną przy temperaturze $t$, to w kanale nawietrzającym lub wywietrzającym, o przekroju $F$ w m², a temperaturze $t$, niezbędna prędkość ruchu powietrza w danym przekroju $F$ wyrazi się w m/sek. wzorem:

$$v = \frac{L(1+\alpha t_1)}{3600\,(1+\alpha t)\,F} \quad \ldots\ldots\ldots \text{I.}$$

Właściwem zadaniem projektu przewietrzania będzie oznaczenie takich przekrojów kanałowych, aby się w nich istotnie wytwarzała prędkość, wzorem powyższym wskazana. W rys. 1061 przedstawiono zarys urządzenia przewietrzającego, Pokój $A$, a raczej jego jego przekrój, bywa zazwyczaj w stosunku do objętości wymiany tak

Rys. 1061.



wielki, że możemy w nim zupełnie zaniedbać prędkość ruchu powietrza. W nagrzewni $B$ mieści się nagrzewnica (kaloryfer), powietrze świeże dopływa do niej kanałem $CB$ od czerpni $C$. Z nagrzewni prowadzą powietrze do poszczególnych pokojów kanały nawietrzające, a z nich wrysowano całkowicie tylko kanał, wiodący do pokoju $A$, z którego powietrze zepsute wychodzi w górę na zewnątrz oddzielnym kanałem wywietrzającym.

Poniżej oznaczać będziemy przez:

$\alpha$ spółczynnik rozszerzalności powietrza $= 0{,}003665 = 1 : 273$,

$t_0$ temperaturę powietrza zewnętrznego,

$t_1, t_2, t_3, t_4$ temperaturę powietrza w poszczególnych działkach urządzenia, stosownie do ich oznaczenia w rysunku,

$v_1, v_2, v_3, v_4, v_5$ prędkości powietrza w tychże działkach, w m/sek.,

$h_1, h_2, h_3, h_4, h_5$ wysokości słupów powietrza, powodujących czynną wysokość ciśnienia, w m,

$R_1, R_2, R_3, R_4, R_5$ mnożniki oporów od tarcia powietrza o ścianki w poszczególnych działkach, w m (obliczenie tych wartości p. str. 582),

$\Sigma\zeta_1, \Sigma\zeta_2, \Sigma\zeta_3, \Sigma\zeta_4, \Sigma\zeta_5$, t. j. liczby, które, pomnożone przez wysokość prędkości $\left(\frac{v^2}{2g}\right)$, dają nam wysokość oporu, spowodowanego przez miejscowe zwężenia i rozszerzenia przewodu, przez jego załomy, klapy, kratki i t. p. (wartości na mnożniki $\zeta$ p. str. 582 i T. I str. 251 i n.),

$g = 9{,}81$ m/sek$^2$.

W założeniu, że ścianki nagrzewni $B$, pokoju $A$ i przewodów są dla powietrza nieprzenikalne, otrzymamy wzór:

$$\frac{h_1-h_2+h_3+h_4-h_5}{1+\alpha t_0} - \frac{h_1}{1+\alpha t_1} + \frac{h_2}{1+\alpha t_2} - \frac{h_3}{1+\alpha t_3} - \frac{h_4}{1+\alpha t_4} + \frac{h_5}{1+\alpha t_5}$$

$$= \frac{v_1^2}{2g(1+\alpha t_1)}(1+R_1+\Sigma\zeta_1) + \frac{v_3^2}{2g(1+\alpha t_3)}(1+R_3+\Sigma\zeta_3)$$

$$+ \frac{v_4^2}{2g(1+\alpha t_4)}(R_4+\Sigma\zeta_4) + \frac{v_5^2}{2g(1+\alpha t_5)}(R_5+\Sigma\zeta_5) \quad . \quad . \quad . \quad \text{II.}$$

Lewa strona tego wzoru II przedstawia nam **czynną wysokość ciśnienia,** mierzoną w słupie powietrza o temperaturze $0^0$. Jest to suma algebraiczna sprowadzonych do temperatury $0^0$ słupów powietrza, oddziaływających na ruch; słupy przeciwdziałające temu ruchowi wprowadzamy zatem ze znakiem odjemnym. Wyraz ten powstał przez skrócenie poniższego:

$$\left(\frac{h_1}{1+\alpha t_0} - \frac{h_1}{1+\alpha t_1}\right) - \left(\frac{h_2}{1+\alpha t_0} - \frac{h_2}{1+\alpha t_2}\right) + \left(\frac{h_3}{1+\alpha t_0} - \frac{h_3}{1+\alpha t_3}\right)$$

$$+ \left(\frac{h_4}{1+\alpha t_0} - \frac{h_4}{1+\alpha t_4}\right) - \left(\frac{h_5}{1+\alpha t_0} - \frac{h_5}{1+\alpha t_5}\right),$$

w którym każdy nawias wyraża część wysokości czynnej, wytworzoną przez różnicę temperatur i wysokość słupów w pewnej, poszczególnej działce układu. Drugi z tych nawiasów otrzymał znak odjemny, gdyż ruch w działce przynależnej skierowany jest z góry w dół, a więc odwrotnie do ogólnego ruchu, powodowanego przez wysokość czynną; to samo dotyczy i nawiasu ostatniego.

Prawa strona równania II przedstawia sumę wysokości oporów w poszczególnych działkach, w postaci iloczynu z wysokości prędkości i mnożników oporu. Każdy taki mnożnik oporu składa się z mnożnika $R$ oporu od tarcia o ścianki i z mnożnika $\Sigma\zeta$ oporów miejscowych, t. j. od zmian w przewodzie (zmian kierunku lub przekroju w przewodzie), a jeśli przewód ma ujście w przestrzeń o tak wielkim przekroju, że prędkość w niej możemy zaniedbać, to do mnożnika oporu od zmian należy dodać liczbę 1, przez co uwzględnimy wysokość, traconą wskutek zmniejszenia prędkości do zera. Po prawej stronie braknie wyrazu przynależnego do działki 2, ponieważ staje się on zerem, założyliśmy bowiem, że w działce tej prędkość $v_2$ jest tak mała, iż może być zaniedbana, czyli równa zeru. Wartości $\frac{v^2}{2g}$ podano w tablicy T. I str. 146.

Jeżeli natomiast założymy, że ścianki tylko w nagrzewni $B$ są dla powietrza nieprzenikalne, a ścianki pokoju $A$ przenikalne (co się też ponajczęściej zgadza z rzeczywistością), to wypada cały układ przewietrzający rozdzielić w obliczeniu na dwie części: nawietrzającą, od czerpni powietrza aż do środka pokoju $A$, i część wywietrzającą, od tegoż środka pokoju $A$ aż do górnego wylotu kanału wywietrzającego. Poniżej podajemy wzór III na część wywietrzającą:

$$\frac{h_1}{1+\alpha t_0} - \frac{h_1}{1+\alpha t_1} - \frac{h_2}{2(1+\alpha t_0)} + \frac{h_2}{2(1+\alpha t_2)} = \frac{v_1^2}{2g(1+\alpha t_1)}(1+R_1+\Sigma\zeta_1) \quad . \quad . \quad \text{III,}$$

oraz wzór IV na część nawietrzającą:

$$-\frac{h_2}{2(1+\alpha t_0)} + \frac{h_2}{2(1+\alpha t_2)} + \frac{h_3+h_4-h_5}{1+\alpha t_0} - \frac{h_3}{1+\alpha t_3} - \frac{h_4}{1+\alpha t_4} + \frac{h_5}{1+\alpha t}$$

$$= \frac{v_3^2}{2g(1+\alpha t_3)}(1+R_3+\Sigma\zeta_3) + \frac{v_4^2}{2g(1+\alpha t_4)}(R_4+\Sigma\zeta_4)$$

$$= \frac{v_5^2}{2g(1+\alpha t_5)}(R_5+\Sigma\zeta_5) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \text{IV.}$$

Rozdział ten w obliczeniu, t. j. stosowanie wzoru III i IV, zaleca się bardziej niż obliczenie łączne podług wzoru II.

Wartości: $(1+\alpha t)$, oraz $\frac{1}{1+\alpha t}$ dla różnych temperatur podano na str. 281 T. I.

Wspomniane powyżej mnożniki $R$ oporu tarcia wyrażają się wzorem:

$$R = \frac{\varrho\, l u}{F},$$

w którym $l$ oznacza długość, $u$ obwód przewodu w m, a więc $lu$ powierzchnię ścianek przewodu, o które trze się powietrze. $F$ oznacza przekrój tegoż przewodu, a $\varrho$ spółczynnik tarcia, którego wartości dla kanałów murowanych zestawiamy poniżej podług doświadczeń Rietschel'a:

| $u =$ | 0,50 | 0,52 | 0,54 | 0,56 | 0,59 | 0,65 | 0,72 do 0,95 | 0,96 do 1,99 | 2,00 do 12,50 m, |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\varrho =$ | 0,035 | 0,020 | 0,017 | 0,014 | 0,012 | 0,010 | 0,009 | 0,008 | 0,007 |

Ściśle biorąc wartość spółczynnika $\varrho$ zmniejsza się przy wzrastającej prędkości, ponieważ jednak średnie prędkości w przewodach przewietrzających pozostają w dość ciasnych granicach (0,5 do 3 m/sek.), których zazwyczaj nie przekraczają, więc dogodnem będzie, w obliczeniach stosować powyższe, od prędkości niezależne wartości na $\varrho$.

Mnożniki $\Sigma\zeta$ oporu od zmian w przewodzie składają się z sumy mnożników dla poszczególnych takich zmian kierunku lub przekroju. Wartość mnożnika $\zeta$ można liczyć: w załomie prostokątnym 1,5, w zakrzywieniu o 90°, kolankowo złagodzonem 1, w załomie o 45° (kąt przewodu 135°) 0,6, wreszcie przy zmianach kierunku, złagodzonych za pośrednictwem łuków o większych promieniach, 0. Zmiana przekroju $F_1$ na $F$ wymaga dodania mnożnika oporu $\zeta = \left(\frac{F}{F_1} - 1\right)^2$, który możemy zaniedbać zupełnie, gdy zmiana przekroju jest nieznaczna lub łagodnie przeprowadzona na większej długości przewodu. Dla siatek drucianych $\zeta = 0{,}3$ do 0,6, a dla kratek z blach dziurkowanych $\zeta = 0{,}75$ do 2, w zależności od stopnia zacieśniania przekroju. Dla klap, które w położeniu otwartem przylegają zupełnie do ścianki kanału $\zeta = 0$.

Co do sposobu przeprowadzenia obliczeń na podstawie wzoru I, w łączności z wzorem II, III, albo IV, podajemy jeszcze wskazówki następujące:

Z wzoru I możemy dla danej ilości $L$ powietrza i danego przekroju $F$ kanału obliczyć prędkość $v$, albo naodwrót dla danego $v$ i $L$ obliczyć przekrój $F$, albo wreszcie z danych $v$ i $F$ obliczyć $L$.

Wzór II (a podobnie też wzory III i IV) stosujemy do sprawdzenia przewodów już zaprojektowanych, a więc o wiadomych przekrojach $F$ i mnożnikach oporu, przyczem jednę z prędkości np. $v_1$ bierzemy za niewiadomą zasadniczą i wyrażamy w niej pozostałe prędkości $v_2$, $v_3$..., a to na zasadzie wzoru, np.:

$$v_n = v_m \cdot \frac{F_m}{F_n}\left(\frac{1+\alpha t_n}{1+\alpha t_m}\right) \quad \ldots\ldots \quad \text{V.}$$

Przez takie podstawienia otrzymamy równanie z jedną niewiadomą $v_1$, której wartość, po jej obliczeniu, przedstawi się w postaci pierwiastku z funkcyi ilości wiadomych: $h$, $t$, $R$, $\Sigma\zeta$, $G$ i $\alpha$ poszczególnych działek przewodu. Obliczone w ten sposób $v_1$ musi być równe albo większe od jego wartości wynikającej z wzoru I, a gdy-

by było mniejsze, wypada zwiększyć stosownie przekroje i powtórzyć sprawdzenie.

W podobny sposób postępujemy też, gdy rozdzielamy obliczenie na dwie części, łącząc raz wzór I z III, drugi raz wzór I z IV. Natenczas pierwsza część obliczenia będzie nader prosta, bo we wzorze III mamy tylko jedną niewiadomą $v_1$, obędziemy się zatem bez podstawień, a we wzorze IV wypadnie nam, tylko dwie prędkości (np. $v_4$ i $v_5$) wyrazić przez trzecią, (np. przez $v_3$), a to podług wzoru V.

W niezbyt rozległych zładach przewietrzających upraszczamy sobie zadanie, obliczając dla każdego piętra tylko jeden przewód, a mianowicie ten, który przedstawia względnie największe opory. Na zasadzie prędkości, określonej w ten sposób dla owego najniekorzystniejszego przewodu, obliczamy pozostałe przekroje przewodów, wiodących na to samo piętro. Otrzymamy zatem dla nich przekroje za wielkie, obliczone z zapasem, a ruch powietrza w nich możemy przydławić przez stosowne nastawienie klap i t. p.

Postępowanie takie nie nadaje się jednak bezpośrednio do bardziej rozległych zładów przewietrzających, które należałoby podzielić uprzednio na pewną ilość części, obejmujących przewody o zbliżonych do siebie wielkościach oporu, poczem dopiero każdą z tych części można obliczać w sposób co dopiero podany.

Zład, przedstawiony w rys. 1061, działa prawidłowo, dopóki nagrzewamy powietrze nawietrzające. W porze cieplejszej, gdy wprowadzenie nagrzanego powietrza do mieszkania byłoby wprost nieznośne, przerywamy to nagrzewanie, skutkiem czego znika i wszelka siła pobudzająca przewietrzanie. W takich razach, chcąc zapewnić prawidłowe przewietrzanie bez względu na porę roku, a również i dla wzmożenia siły przewietrzającej podczas działania nagrzewnicy, stosujemy dodatkowo podgrzewanie powietrza odprowadzanego. Możemy wprawdzie podgrzewać każdy poszczególny kanał wywietrzający oddzielnie, np. palnikiem gazowym, ponajczęściej jednak sprowadzamy większą ilość przewodów wywietrzających do spólnej podgrzewni. W niej podgrzewamy powietrze podgrzewnicą, i dopiero powietrze tak podgrzane wyprowadzamy ponad dach, spólnym, możliwie pionowo prowadzonym szybem. Podgrzewnie te budujemy ponajczęściej na poddaszu, albo w piwnicy. W pierwszym przypadku mamy możliwie krótką drogę ruchu powietrza zepsutego, a więc i mniejsze opory, lecz i mniejszą wysokość pobudzającego słupa powietrza podgrzanego. W drugim przypadku, sprowadzając wszystkie kanały wywietrzające w dół do piwnicy, powiększamy znacznie drogę ruchu powietrza, a więc i jego opory, otrzymujemy natomiast w zamian znacznie wyższy pobudzający słup powietrza podgrzanego w szybie, sięgającym od piwnicy, poprzez wszystkie piętra i poddasze, aż ponad dach.

Obliczenie takiego układu nie różni się w zasadzie od poprzednio podanego, gdyż dodanie podgrzewnicy zmienia tylko (t. j. podwyższa) temperaturę w głównym przewodzie wywietrzającym, a bezczynność nagrzewnicy (np. w porze letniej) zmienia temperaturę w przewodach, wiodących od nagrzewni do poszczególnych pokojów i sal.

## 2. Przewietrzanie pobudzane mechanicznie.

Gdy we wzorach powyższych II, III lub IV lewa strona okaże się o $H$ (w m) mniejszą od strony prawej, i gdy nie możemy już na korzyść pobudzenia ruchu zmienić, ani przekrojów przewodów, ani temperatur pobudzających ów ruch, natenczas należy brakującą wysokość czynną wytworzyć **przewietrznikiem** mechanicznym. Przewietrznik ten musi przetłaczać pożądaną ilość $L$ powietrza z jednej swej strony na drugą pod przeciwciśnienie $H$, mierzone w m słupa powietrza o 0°, albo też pod przeciwciśnienie $1{,}293\,H$, mierzone w mm słupa wodnego. Wynik pożądany możemy osiągnąć albo **nawietrznikiem**, ustawionym na części nawietrzającej, a więc wtłaczającym powietrze świeże do załadu, albo też **wywietrznikiem**, ustawionym na części wywietrzającej, a więc wyciągającym ze załadu powietrze zepsute. Wreszcie można część owego niedomiaru $H$ wysokości czynnej przezwyciężać nawietrznikiem, resztę zaś wywietrznikiem.

Ponieważ przy przewietrzaniu chodzi przeważnie o poruszanie względnie znacznych ilości powietrza pod względnie małe przeciwciśnienia, więc najszersze zastosowanie znajdują tu przewietrzniki śrubowate, o skrzydłach płaskich, lub lepiej śrubowato zakrzywionych. Dla osiągnięcia większych prężności stosują też, aczkolwiek rzadziej, np. w układzie Sturtevant'a, i wietrzaki odśrodkowe (bąki) z łopatkami, których powierzchnie są równoległe do osi przewietrznika. Ponieważ jednak sprawność przewietrzników śrubowatych bywa na ogół nie wielka, zazwyczaj tylko opoło 25%, więc dla większych załadów przewietrzających zalecają się bardzo przewietrzniki śrubowato-odśrodkowe pomysłu Pelzer'a, których sprawność bywa do dwa razy większa, dosięgając nawet 60%. (O przewietrznikach p. T. I str. 781).

Dostawcy przewietrzników podają ponajczęściej w swych cennikach tę ilość $L_0$ powietrza, jaką dany przewietrznik przerzuca w jednostce czasu, z jednej strony na drugą, w przestrzeni swobodnej, a więc bez dodatkowego przeciwciśnienia. Jeżeli taki przewietrznik, o powierzchni $F$ swego wylotu, ma pracować pod przeciwciśnienie $H$ w m słupa powietrza, to wydajność jego, podług Rietschel'a, określamy ze wzoru:

$$\frac{L}{1+\alpha t} \leqq \frac{(0{,}01\,L_0)^3}{254\,F^3\,H},$$

w którym $L$ i $L_0$ są ilościami wydawanemi w m³/godz.; przetłaczamy zaś powietrze o temperaturze $t$.

Moc, niezbędna do napędzania takiego przewietrznika, będzie:

$$N = \frac{0{,}0000048\,LH}{\eta\,(1+\alpha t)},$$

jeżeli przez $\eta$ oznaczymy sprawność przewietrznika, wahającą się zazwyczaj w granicach 0,25 do 0,4.

## d. Urządzenie i wykonanie złądów o przewietrzaniu pobudzanem.

### 1. Nawietrzanie.

1. **Czerpnię** powietrza świeżego projektujemy z uwzględnieniem warunków miejscowych możliwie tak, aby zaczerpywać powietrze jak najczystsze, oraz aby kanały nawietrzające wypadły możliwie krótkie. Ważnem jest, aby czerpnia otrzymała położenie, nie wystawione na wiatry, gdyż wiatr wpadający wprost na wlot czerpni zwiększałby czasowo siłę przewietrzania, a wiatr równoległy do powierzchni wlotu czerpni, wytwarzając tam pewną próżnię, zmniejszałby ową siłę przewietrzania. Złąd przewietrzający w takich warunkach nie działałby prawidłowo i byłby w wysokim stopniu zależny od siły i kierunku wiatru. Jeżeli nie możemy pomieścić czerpni w miejscu osłoniętem od wiatrów, to zaleca się dać jej dwa wloty przeciwległe, albo nawet zastąpić jedną czerpnię dwiema, leżącemi przy przeciwległych ścianach budynku: natenczas bowiem, przy dowolnym kierunku wiatru, jego parcie na jeden wlot będzie się częściowo równoważyło jego ssaniem z wlotu przeciwległego. Wloty czerpni zastawiamy zazwyczaj siatkami lub kratkami, aby zapobiedz wpadaniu liści i t. p. do czerpni, oraz wlatywaniu ptaków, wbieganiu szczurów i t. p.

2. **Odpylanie powietrza** osiągamy w sposób najprostszy, poszerzając stosownie główny kanał nawietrzający. W poszerzeniu tem, stanowiącem **odpylnię**, czyli osadnik pyłu, prędkość powietrza zmniejsza się tak dalece, że nie zdoła już unosić z sobą pyłu, który skutkiem tego osiada w odpylni. Gdy środek ten okaże się niedostatecznym, stosujemy **odpylnice**, t. j. przesączniki powietrza, przez które powietrze przechodzi, a na których pył się zatrzymuje. Są to przeważnie przegrody w rozszerzeniu kanału nawietrzającego, złożone z opraw, na których rozpinają się tkaniny lub siatki. Ponieważ opór przepływu powietrza przez taką tkaninę, np. przez flanelę, a zwłaszcza przez barchan, jest bardzo wielki, więc należy wedle możności zmniejszyć prędkość przepływu, a zatem możliwie zwiększyć powierzchnię tkaniny odpylającej; osiągamy to ustawiając oprawy tkaniny w zakosy, przez co możemy otrzymać powierzchnię tkaniny odpylającej wiele razy większą od samego przekroju poszerzenia kanałowego, w którem ustawiamy odpylnicę. Aby pył nie zapychał tkaniny zbyt szybko (co wymagałoby jej wytrzepania, połączonego z pewną mitręgą), zaleca się przed taką odpylnicą urządzić zwykłą odpylnię, w którejby się osadzała większa część pyłu, a tylko jego resztki, t. j. pył najdrobniejszy, unoszony jeszcze z odpylni zatrzymywałaby tkanina odpylnicy. Podług doświadczeń Rietschel'a opór $h'$ przepływu $L$ m³ powietrza na godz., przez tkaninę o powierzchni $F$ m², wyrazi się w metrach słupa powietrznego (o tej temperaturze, jaką posiada samo powietrze przepływające) wzorem:

$$h' = \frac{m\,L}{F} = \text{m} \times \text{prędkość przepływu},$$

w którym $m$ jest spółczynnikiem z doświadczenia, o wartości: $m =$ 0,024 do 0,030 dla barchanu drapanego, a $m = 0{,}0015$ dla flaneli lekkiej.

Wobec znacznego na ogół oporu, odpylnice z tkanin zalecają się wyłącznie tylko do ładów, pobudzanych mechanicznie. Znacznie mniejszy opór przedstawiają odpylnice wodne, t. j. siatki metalowe, zraszane wodą, a rozpięte na pochyło ustawionych oprawach, albo wreszcie odpylnice natryskowe, wytwarzające w kanale przesłonę z wody rozbryzgiwanej ze szeregu natrysków. Odpylnice wodne wymagają ostrożności w zastosowaniu, by nie zamarzały zimą, a nie przewilżały powietrza, zwłaszcza latem.

3. **Pobudzamy nawietrzanie** bądź to mechanicznie, za pośrednictwem **nawietrzników** (a na wagonach i statkach za pośrednictwem odwietrków nawietrzających, skierowanych pod wiatr), bądź też przez podgrzewanie powietrza w nagrzewniach, które powinny być przestronne i łatwo dostępne dla oczyszczania, a posiadać ściany, sufity i podłogi nieprzenikalne dla powietrza otaczającego i nieprzepuszczalne dla wody gruntowej.

4. **Nawilżanie powietrza.** Przez nagrzewanie powietrza nie zmniejszamy wprawdzie bezwzględnej ilości wilgoci w niem zawartej, zmniejszamy jednak jego wilgotność, t. j. stosunek wilgoci w powietrzu zawartej do tej ilości, jaką zawierać może przy pełnem nawilżeniu. Im wyższą bowiem jest temperatura powietrza, tem większą jest ilość wilgoci, niezbędnej do zupełnego nawilżenia powietrza, czyli do jego nasycenia wilgocią (p. T. I str. 280 i tabl. str. 281). Względy zdrowotne wymagają jednak pewnej wilgotności powietrza, nie mniejszej niż 50%, wypada zatem powietrzu nagrzewanemu w nagrzewni dodać brakującej mu wilgoci. Służą do tego nawilżacze przeróżnych ustrojów, które można podzielić zasadniczo na dwa rodzaje: wodne i parowe.

**Nawilżacz wodny** dostarcza powietrzu wodę ciekłą, przeważnie drobno rozpylaną, a powietrze musi samo przemieniać ów pył wodny na parę, musi zatem wydawać z siebie ciepło niezbędne na wyparowanie, przyczem samo się chłodzi. Zmusza to nas zatem do nagrzewania powietrza o tyle wyżej, o ile się ono chłodzi przez takie nawilżanie, by ostatecznie otrzymać temperaturę istotnie pożądaną dla powietrza, wstępującego do pokojów i sal.

**Nawilżacz parowy** dostarcza powietrzu wilgoć w postaci gotowej do rozpuszczenia się w powietrzu, a więc w postaci pary. Tego rodzaju nawilżanie nie ochładza powietrza, lecz na odwrót nagrzewa je nieco, albowiem para, chłodząc się z powyżej 100° do temperatury powietrza, oddaje mu część swego ciepła.

Pośrednim rodzajem nawilżaczy będą **naczynia nawilżające**, w których wodę ogrzewamy spalinami, parą lub wodą gorącą. Z naczyń tych wilgoć przechodzi w powietrze już w postaci pary, przy niedostatecznem jednak zagrzaniu wody, powietrze musi wydawać z siebie część ciepła niezbędnego na wyparowanie wody, a całe to ciepło wtenczas, gdy naczynia nawilżające są zupełnie nieogrzewane.

Ilość $A$ kg wody, jaką trzeba dodać powietrzu, aby je dowilżyć do pożądanej wilgotności, wyraża się wzorem:

$$A = \frac{L}{100}\left(p w - p_0 w_0 \frac{1+\alpha t_0}{1+\alpha t}\right) \text{ kg wody.}$$

We wzorze tym $L$ oznacza ilość powietrza, przeprowadzanego przez nawilżacz, $p$ wilgotność powietrza w %, $t$ jego temperaturę, a $w$ ilość wilgoci w kg, jaką w sobie zawiera 1 m³ powietrza nawilżonego do nasycenia. Wielkości $p$, $t$, $w$, bez wyróżnika, dotyczą powietrza wewnętrznego, t. j. w pokoju lub sali, a wielkości $p_0$, $t_0$, $w_0$, z wyróżnikiem $_0$, dotyczą powietrza zewnętrznego.

5. **Nawiewniki** w zwykłych pokojach najdogodniej umieszczać tuż pod sufitem, a w każdym razie wysoko ponad głową mieszkańców, natenczas można bowiem wpuszczać powietrze do pokoju z większą prędkością, np. do 2,5 m/sek. (przy zastosowaniu przewietrzników). Jeżeli jednak położenie nawiewnika jest takie, że strumień powietrza zeń wypływającego trafić może w osoby w pokoju będące, to prędkość wylotowa nie powinna przekraczać 0,3 m/sek, w przeciwnym bowiem razie mieszkańcom dałyby się odczuć przewiewy. Strumień powietrza, wypływającego z nawiewnika, najlepiej skierować wzdłuż największego wymiaru poziomego danej sali lub pokoju, i zgodnie z tym warunkiem obrać położenie nawiewnika w ścianie. Warunek ten utrudniałby jednak często prawidłowe rozmieszczenie w ścianach kanałów nawietrzających, a pozatem warunek ów sam w sobie posiada względnie małą doniosłość, tak że wypada go spełniać tylko wtenczas, gdy to nie spowoduje żadnych trudnosci w przeprowadzaniu kanałów nawietrzających.

## 2. Wywietrzanie.

**Wywiewniki** w pokojach zwykłych najdogodniej będzie umieszczać po dwa na każdym pionowym kanale wywietrzającym, a mianowicie jeden z nich u podłogi, na zimę, by usuwać z pokoju powietrze z niższych warstw chłodniejszych, drugi zaś u sufitu, na lato, by wówczas usuwać naodwrót powietrze z najcieplejszych warstw wyższych. Wywiewniki te powinny być zatem zamykane, aby módz zamknąć dolny wywiewnik latem, górny zaś zimą.

Od wywiewników prowadzimy powietrze zepsute ponajczęściej kanałami pionowymi, bądź to w górę, bądź w dół, a w wyjątkowych tylko przypadkach przeprowadzamy powietrze zepsute od wywiewnika do takiego kanału pionowego za pośrednictwem dłuższego kanału poziomego.

**Wschodzące kanały** pionowe wywietrzające wyprowadzamy ponajczęściej bezpośrednio aż ponad dach. Jeżeli się zaś te kanały kończą na poddaszu, to łączymy je wszystkie, albo pewne ich grupy, za pośrednictwem kanałów poziomych w spólne szyby wyciągowe, w których pobudzamy jeszcze ciąg bądź to podgrzewnicą, bądź też wywietrznikiem. Wypuszczanie powietrza zepsutego na poddasze jest urządzeniem wysoce wadliwem, gdyż ciepłe a nawilżone po-

wietrze z mieszkań, chłodząc się w porze zimniejszej na poddaszu, zrzuca nadmiar swej wilgoci w postaci rosy na więźbę dachową i stać się może przyczyną jej gnicia, a w każdym razie przyczyną zawilżenia poddasza. Słusznie zatem przepisy budowlane w Warszawie nie dozwalają na wypuszczanie powietrza wywietrzającego w przestrzeń poddasza.

**Schodzące kanały** pionowe, wywietrzające sprowadzamy zazwyczaj do piwnicy, gdzie łączymy je siecią kanałów podziemnych z głównym szybem wywietrzającym, a wielkie budynki dzielimy w tym celu na mniejsze części, obsługiwane przez oddzielne szyby. Każdy taki szyb otrzymuje swą podgrzewnicę lub wywietrznik dla wzmożenia ciągu, a przeprowadza się on przez wszystkie piętra i poddasze aż ponad dach.

Górne wyloty kanałów i szybów wywietrzających otrzymują ponad dachem odwietrki, które chronią je od naporu wiatru, a nawet odchylają kierunek wiatru w ten sposób, aby wywołać pewne ssanie z wylotu. Górny wylot kanału lub szybu należałoby zasłonić od deszczu i śniegu conajmniej kapturem.

---

# II. OGRZEWNICTWO *).

## A. Wiadomości zasadnicze.

### a. Straty ciepła z przestrzeni zamkniętych na zewnątrz.

Straty ciepła liczymy w ogrzewnictwie zazwyczaj na godzinę jako jednostkę czasu, straty te zaś składają się zasadniczo z dwóch części, a mianowicie: ze straty ciepła przepływającego przez ściany, okna, podłogi, sufity i t. p., oraz ze straty ciepła unoszonego przez powietrze, które wychodzi z pokoju na zewnątrz, bądź to przenikając przez ściany, szczeliny i t. p., bądź też odpływając przez kanały wywietrzające. Zład ogrzewczy (instalacya) musi nadto po przerwie w ogrzewaniu pokryć straty ciepła, powstałe z powodu wychłodzenia się ścian, podłóg, sufitów i t. d., a więc zład ogrzewczy musi dostarczyć i tę część ciepła, jaka jest potrzebna do ponownego ich zagrzania.

W stanie ustalenia ilość $W$ ciepła, przenikająca przez przegrodę o powierzchni $F$ m², wyrazi się wzorem:

$$W = KF(t - t_0) \text{ ciepłostek},$$

w którym $t$ oznacza temperaturę po cieplejszej stronie przegrody, $t_0$ temperaturę po drugiej stronie, a $k$ spółczynnik przenikania ciepła, liczony na 1 m² danej przegrody. Spółczynnik $k$ jest ilością ciepłos-

---

*) Literatura podana w uwadze na str. 572.

tek, przenikających przez 1 m² danej przegrody, w ciągu jednej godziny, przy różnicy 1° między obustronnemi temperaturami (p. rozdz. III str. 624 i nast.).

### α. Wartości spółczynnika *k* przenikania ciepła (w stanie ustalenia).

1. Ściany pełne z cegły.

| Grubość w m | 0,12 | 0,25 | 0,38 | 0,51 | 0,64 | 0,77 | 0,90 | 1,03 | 1,16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *k* w cpł/godz. i m² | 2,40 | 1,70 | 1,30 | 1,10 | 0,90 | 0,80 | 0,65 | 0,60 | 0,55 |

Uwaga. Dla ścian, oblicowanych kamieniem ciosowym, należy zwiększyć powyższe spółczynniki o 15%.

2. Ściany pełne z piaskowca (ciosowego lub łomowego).

| Grubość w m | 0,30 | 0,40 | 0,50 | 0,60 | 0,70 | 0,80 | 0,90 | 1,00 | 1,10 | 1,20 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *k* w cpł/godz. i m² | 2,20 | 1,90 | 1,70 | 1,55 | 1,40 | 1,30 | 1,20 | 1,10 | 1,00 | 0,95 |

Uwaga. Dla ścian z wapieni wartości powyższe należy zwiększyć o 10%.

3. Podłogi, sufity, okna i t p.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Strop belkowany z pułapem ślepym i polepą zwykłą (niepełną): | | Posadzka drewniana, ułożona na asfalcie | 1,0 |
| jako podłoga | 0,35 | Posadzka kamienna, ułożona na ziemi | 1,4 |
| jako sufit | 0,5 | Okno pojedyńcze | 5,0 |
| Sklepienie z posadzką kamienną | 1,0 | Okno podwójne | 2,3 |
| Sklepienie z podłogą drewnianą: | | Okno w suficie, pojedyńcze | 5,3 |
| jako podłoga | 0,45 | „ „ podwójne | 2,4 |
| jako sufit | 0,7 | Drzwi drewniane | 2,0 |
| Podłoga drewniana, ułożona na legarach, na ziemi, z pustemi przestrzeniami między legarami | 0,8 | Ścianki gipsowe (na siatce), 4 do 6 cm grube | 3,0 |
| | | Takież ścianki 6 do 8 cm grube | 2,4 |

### β. Straty dodatkowe.

Straty ciepła, obliczone na zasadzie spółczynników powyższych należy stosownie powiększyć przez dodatki odsetkowe, a mianowicie: w razie znaczniejszej wysokości pokoju lub sali, w razie położenia ku północy i wschodowi lub wystawionego na wiatry, w razie przerw w ogrzewaniu i wogóle z uwzględnieniem sposobu, jakim zamierzamy ozyskiwać zład ogrzewczy. Zalecają się poniższe dodatki odsetkowe: dla powierzchni zwróconych ku wschodowi, północy i północo-zachodowi 10% ich strat obliczonych; dla powierzchni wystawionych bezpośrednio na wichry 10% ich strat obliczonych.

Wszystkie dane powyższe dotyczą ogrzewania bez przerw. W razie przerwy, np. nocnej lub jeszcze dłuższej, należy do obliczonej, podług danych powyższych, straty ciepła $W$ (w cpł/godz.) dodać:

w razie przerwy nocnej: $\frac{0{,}0625\,(n-1)\,W}{z}$, a

w razie przerwy dłuższej: $\frac{0{,}1\,(8+z)\,W}{z}$.

We wzorach powyższych $n$ oznacza ilość godzin od chwili przerwania do chwili ponownego rozpoczęcia działania źródła ogrzewczego, a $z$ ilość godzin, przeznaczonych na zagrzanie pokojów i sal, które się wychłodziły podczas owej przerwy.

### γ. Stosowne temperatury i t. p.

Najniższą temperaturę zewnętrzną $t_0$, mającą być podstawą obliczenia źródła ogrzewczego, należy założyć zgodnie z warunkami klimatycznymi, a więc w Polsce około — 25°, w Niemczech liczą średnio — 20°, tyleż i w Odesie, w Petersburgu i Moskwie — 30°, w Syberyi środkowej — 40° do — 50°, a w północnej i więcej.

**Temperaturę** $t_0$ w piwnicach, na poddaszach i w ogóle w pokojach nieogrzewanych, do których przenika ciepło z pokojów ogrzewanych, można w naszym klimacie liczyć średnio:

| | |
|---|---|
| w pokojach i salach nieogrzewanych, lecz leżących między ogrzewanymi, zależnie od położenia 0° do + 10°, średnio | + 5° |
| w piwnicach zamkniętych, oraz w pokojach nieogrzewanych, które przylegają tylko jedną ścianą do ogrzewanych | 0° |
| w zamkniętych przejazdach, bramach, przedsionkach, przez które jednak częściej przewiewa mroźne powietrze zewnętrzne | — 5° |
| na poddaszach bez stropu pod dachem: | |
| gdy krycba dachu metalowa lub łupkowa | — 10° |
| gdy krycba mniej przenikalna dla ciepła, np. warstwiczna (holcementowa) lub dachówkowa | — 5° |

**Pożądaną temperaturę wewnętrzną** $t$ w mieszkaniach, mierzoną na wysokości głowy człowieka, należałoby średnio liczyć:

| | |
|---|---|
| w pokojach i salach dla chorych | 22° |
| w mieszkaniach i biurach | 20° |
| w sypialniach jednak starczy | 15° |
| w audytoryach, salach zebrań i więzieniach | 18° |
| ogólne sale sypialne w więzieniach (lecz nie małe celki) mogą pozostawać bez ogrzewania; | |
| w korytarzach i schodniach, jakoteż w salach wystawowych lub przeznaczonych na zbiory, stosownie do wymagań | 10° do 18° |
| w kościołach liczą w Niemczech 10° do 12°, lecz u nas zimą przychodzą ludzie w tak ciepłem ubraniu, że starczy zazwyczaj | 5° do 10° |

podczas obrzędów ślubnych jednak byłaby pożądana wyższa temperatura, gdyż uczestnicy zdejmują płaszcze itp.;

| | |
|---|---|
| w cieplarniach . . . . . | 25° |
| w oranżeryach . . . . . | 15° |
| w łazienkach na kąpiele ciepłe . . . . . | 22° |

Jak już wspomniano, pożądanem jest, aby temperatury powyżej podane otrzymać w warstwie, w której się znajdują głowy mieszkańców. U podłogi temperatura będzie niższa, u sufitu wyższa. Gdy wysokość pokoju nie przekracza 3 m, różnice te można zaniedbać, dla pokojów i sal wyższych należałoby jednak je uwzględnić, obliczając straty ciepła podług temperatury średniej między przypodłogową i podsufitową. Podczas działania zładu ogrzewczego, a więc przy temperaturach zewnętrznych nie ponad + 10°, temperatura $t'$ we warstwie leżącej $h$ m ponad podłogą pokoju lub sali wysokiej, określa się wzorem:

$$t' = t + 0{,}1\,t\,(h - 3),$$

w którym przez $t$ oznaczono temperaturę na wysokości głowy człowieka. Wzór ten dotyczy jednak tylko warstw, wzniesionych więcej niż 3 m ponad podłogę, a ważny jest z tem jeszcze zastrzeżeniem, że, gdy $h > 8$ m, a więc gdy $t'$ wypadnie ze wzoru większe niż 1,5 $t$, liczymy tylko 1,5 $t$.

Prościej, niż w sposób powyżej podany, uwzględniamy zwiększenie się strat ciepła z powodu znaczniejszej wysokości pokoju lub sali, w ten sposób, że do obliczonych strat ciepła dodajemy po 2% na każdy metr wysokości ponad 4 m do 8 m, po 4% na każdy dalszy metr od 8 do 12 m, a po 5% na każdy dalszy metr wysokości.

### δ. Zagrzewanie po dłuższych przerwach w ogrzewaniu.

Już wspomniano powyżej pod $\beta$, że dodawanie większych ilości ciepła, niżby wypadało ze zwykłego obliczenia ich strat, staje się niezbędnem po przerwie w ogrzewaniu, zwłaszcza dłuższej. Na ten przypadek podaje Rietschel prosty wzór na godzinną stratę ciepła dla wielkich sal, kościołów, szkół i t. p., ogrzewanych z przerwami dłuższemi:

$$W = \frac{k F (t - t_0)}{2} + F_1 \left(23 + \frac{5 (t - t_1)}{z}\right),$$

a przy ogrzewaniu powietrzem i gdy nawiewniki mieszczą się tuż nad podłogą:

$$W = \frac{k F (t - t_0)}{2} + F_1 \left(40 + \frac{10 (t - t_1)}{z}\right).$$

We wzorach tych oznacza:

$F$ powierzchnię okien, w m²,

$F_1$ powierzchnię ścian, sufitów, podłóg, słupów i t. p., w m²,

$k$ spółczynnik przenikania ciepła przez okna ($k = 5$ dla okien pojedyńczych, $k = 2{,}3$ dla podwójnych),

$t_0$ temperaturę zewnętrzną w czasie największych mrozów (— 20° do — 25°).

$z$ ilość godzin przeznaczonych na zagrzanie z początkowej temperatury $t_0$ (do jakiej się sala ochłodziła w czasie przerwy), na pożądaną temperaturę $t$ (jaką chcemy osiągnąć po zagrzaniu).

Przy wysokościach sal ponad 12 m i do wyników z wzorów powyższych należy dodać po 5% na każdy m przewyżki wysokości.

## b. Wydajność powierzchni grzejących.

Wydajność $W$ ciepła w cpł./godz. z grzejnika zależy: od wielwielkości $F$ jego powierzchni w $m^2$, od różnicy obustronnych temperatur (t. j. $t_m$ średniej temperatury grzeiwa w grzejniku i $t_z$ temperatury powietrza dopływającego na powierzchnię grzejnika), wreszcie od spółczynnika $k$ wydajności ciepła, a ilość wydawanego ciepła $W$ wyrazi się wzorem:

$$W = k F (t_m - t_z) \text{ cpł/godz.}$$

Spółczynnik $k$ jest poniekąd spółczynnikiem przenikania ciepła przez ściankę grzejnika, nie jest on jednak wielkością stałą, lecz zmienną w zależności od różnicy temperatur $t_m - t_z$, a nawet w zależności od rodzaju grzeiwa i od czynnika, który odbiera ciepło (powietrze, woda i t. p.). Dlatego też najlepiej będzie wartości spółczynnika $k$ zaczerpnąć z doświadczeń.

### 1. Wydajność ciepła z pary i wody poprzez ścianki grzejnika do powietrza.

**Tablica spółczynników wydajności $k$ grzejników parowych i wodnych.**

| Rodzaj powierzchni grzejnika | Grzejnik wodny, różnica temperatur $t_m - t_z =$ 40° | 60° | 80° i więcej | Grzejnik parowy — |
|---|---|---|---|---|
| A. Żelazne: | | | | |
| Gładkie rury proste poniżej 60 mm średn. zewn. (i rury Perkins'a) . . | 9,5 | 10,5 | 11.5 | 12,5 |
| Takież 150 mm średn. zewn . . . | 9 | 9,5 | 9,5 | 11,5 |
| Wężownice z rur poniżej 33 mm śr. zew. | 10 | 11 | 11,5 | 12,5 |
| Takież powyżej 33 mm śred. zewn. . | 8 | 9 | 9 | 11 |
| Grzejnik drabinkowaty (z rur) pojedyń. | 8 | 9 | 9,5 | 11,5 |
| Takiż podwójny . . . . . | 6 | 7 | 7 | 9 |
| Grzejnik płyciasty . . . . . | 8 | 9 | 9,5 | 12 |
| B. Żeliwne: | | | | |
| Organki (radiatory) . . . . . | 6,5 | 7 | 7,5 | 9 |
| Grzejnik żebrowany (z żeberników esowych) . . . . . | 3,5 | 4 | 4 | 4,5 |

Przez zwiększenie prędkości powietrza napływającego na powierzchnię grzejnika możemy powiększyć znacznie jego wydajność. Rietschel przedmuchiwał w kierunku poziomym powietrze przez szeregi pionowych rur grzejniczych, a wyniki tych doświadczeń, mogące posłużyć do oceny zwiększania się wydajności, wskutek przyspieszonego ruchu powietrza, podajemy poniżej. Zaznaczamy, że prędkość $v$ w m/sek. mierzono w cieśninie między rurami, a spółczynnik $k$ obliczono dla wzoru: $W = k F (t_m - t)$, w którym $t$ jest średnią

temperaturą powietrza, a więc średnią temperatury powietrza dopływającego i odpływającego.

| $v$ w m/sek. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 10 | 15 | 20 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $k$ . . . . | 13,5 | 22 | 28 | 33 | 37 | 53 | 64 | 72 |

Na wiele lat przed doświadczeniami Rietschel'a takie zwiększanie się wydajności wyzyskiwano już w Stanach Zjedn., np. w zładach ogrzewczych ustroju Sturtevant'a.

Jeżeli grzejnik osłaniamy oponą, co stosujemy zwłaszcza do grzejników żebrowanych, to na ogół opona taka zmniejsza wydajność grzejnika, a mianowicie zależnie od swej szczelności, grubości, rodzaju tworzywa i ustroju. Zmniejszenie wspomniane możemy zaniedbać zupełnie, gdy opona u podłogi posiada dopływ powietrza dostatecznej wielkości i podobny odpływ, np. kratkę w swem wieku. Jeżeli opona tym warunkom nie czyni zadość, to wydajność zmniejsza się znacznie, np. dla opon blaszanych o 25%.

## 2. Wydajność ciepła ze spalin lub powietrza poprzez ścianki grzejnika do powietrza.

Stosuje się tu wzór: $W = kF(t_m - t)$, w którym $t_m$ oznacza średnią temperaturę grzeiwa, $t$ zaś średnią temperaturę czynnika ogrzewanego, np. powietrza, które krąży samoistnie, tylko wskutek nagrzania, bez dodatkowych środków pobudzających.

### Tablica spółczynników wydajności $k$ z grzejników spalinowych lub powietrznych.

| Prędkość ruchu grzeiwa w m/sek. | Różnica temperatur $t_m - t$ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 10° | 20° | 30° | 60° i więcej |
| 0,5 | 0,8 | 1,2 | 1,4 | 1,8 |
| 1 | 1,5 | 2,0 | 2,4 | 2,8 |
| 2 | 2,4 | 3.1 | 3,5 | 3,9 |
| 4 | 3,4 | 4,1 | 4,5 | 4,9 |
| 6 | 4,0 | 4,7 | 5,0 | 5.5 |
| 8 | 4,3 | 5,0 | 5,4 | 5,8 |
| 10 | 4,5 | 5,3 | 5,7 | 6,0 |

## 3. Wydajność ciepła z pary lub wody, poprzez ściankę metalową do wody.

Przy prawidłowem odpowietrzeniu i odwodnieniu można liczyć z pary do wody:

$$k = 1000 \text{ do } 1200 \text{ cpł/godz.},$$

a z wody do wody:

$$k = 200 \text{ do } 400 \text{ cpł/godz.},$$

na każdy stopień różnicy średnich obustronnych temperatur i na każdy $m^2$ przegrody metalowej.

### 4. Otulanie przewodów.

Warstwa, 25 mm gruba, otuliny z tworzyw poniżej podanych zmniejsza wydajność ciepła, względnie do wydajności przewodu nieotulonego, o następujące odsetki:

| | |
|---|---|
| 1. Powrósła słomiane z gliną 40% | 5. Korkowiec . . . . . 70% |
| 2. Azbest . . . . . 45% | 6. Jedwab . . . . . 80% |
| 3. Martwica krzemionkowa. 65% | 7. Pilśń i wojłok . . . . 85% |
| 4. Porowiec . . . . . 70% | |

Otuliny na przewodach, wyrobione z tworzyw powyższych, należy jeszcze osłonić od dostępu powietrza, np. owijając je paskami tkanin, maczanymi w dekstrynie. Nawinięcie to najdogodniej uskuteczniać po linii śrubowatej w ten sposób, aby każdy zwój nakrywał częściowo zwój poprzedzający. Po wyschnięciu obwój tkaninowy otrzymuje jeszcze powłokę z farby olejnej lub lakierów swoistych. Złącza kołnierzowe otulamy zazwyczaj zdejmowanemi okrywkami otulczemi, aby umożliwić sobie dostęp do naśrubków. Stosując pilśń, wojłok, wyczeski jedwabiu i t. p., należy zapobiedz zagnieżdżaniu się robactwa w takich otulinach, np. przez opisany powyżej, szczelny obwój. Korek, pilśń, wojłok i wyczeski jedwabne spalają się przy temperaturach wyższych, od czego chronimy je podkładem z martwicy krzemionkowej, leżącym między powierzchnią przewodu a otuliną właściwą. Na temperatury ponad 150° należałoby otuliny takie oddzielać od swego podkładu jeszcze warstwą powietrzną, a powyżej 200° lepiej stosować wyłącznie otuliny niepalne jak azbest, martwicę krzemionkową i porowce naturalne lub sztuczne.

Dalsze szczegóły p. T. I str. 305.

## B. Złady (instalacye) ogrzewcze.

### a. Ogrzewanie niezespolone (piece).

#### 1. Kominki.

Ogrzewanie mieszkań samymi tylko kominkami znajduje obecnie szersze zastosowanie prawie wyłącznie tylko w klimatach cieplejszych, jako to we Francyi, Włoszech, Hiszpanii i t. p. U nas budujemy kominki raczej dla przyjemności i łączymy je zazwyczaj z piecem właściwym, albo stawiamy je dodatkowo przy ogrzewaniu zespolonem. Ich wydajność cieplika jest mało sprawna i nader niejednostajna, a ustaje zupełnie z chwilą wygaśnięcia ognia. Natomiast spełniają one dodatkową czynność wywietrzania mieszkań.

## 2. Piece (paleniskowe).

Rozróżniamy: 1. piece nagrzewające szybko lecz nietrwale, 2. piece nagrzewające szybko i trwale, 3. piece nagrzewające powoli lecz trwale, 4. piece gazowe, 5. piece ogrzewające i przewietrzające równocześnie.

Stosownie do rodzaju tworzywa, z jakiego piec wytworzono, stosownie do paliwa, jakiem się ma opalać, stosownie do przeznaczenia, a więc wyłącznie na ogrzewanie, na ogrzewanie z nawietrzaniem lub wywietrzaniem, albo z obydwu temi czynnościami łącznie, stosownie do szybkości nagrzania i trwałości w dalszem podtrzymywaniu ciepła, wreszcie stosownie do układu kanałów spalinowych w samym piecu, moglibyśmy piece podzielić na szeregi gatunków, a z nich wytworzyć niezliczoną prawie ilość kombinacyi, które się też w handlu pojawiają pod przeróżnemi nazwami.

Dobry piec powinien być sprawny, a więc wyzyskiwać należycie ciepło zawarte w paliwie; czas na zagrzanie pieca nie powinien być zbyt długi, a dla mieszkań piec powinien albo posiadać znaczną pojemność cieplikową, by nie szybko ostygał, albo też jego palenisko powinno módz działać bez przerwy; piec nie powinien posiadać nadmiernie rozpalonych powierzchni, by się na nich pył nie przypalał, a mieszkańcy o nie się nie parzyli; wydajność pieca musi być należycie dostosunkowana do strat ciepła; wreszcie nie ma on wydzielać z siebie ani dymu ani czadu, a obsługa jego powinna być łatwa, tak pod względem opalania, jak i oczyszczania od popiołu i sadzy. Ozdoby w postaci wypukłości lub wklęsłości, jako utrudniające oczyszczanie od kurzu, są na piecu niewłaściwe.

Aby zapobiedz nadmiernemu promieniowaniu z rozżarzonych powierzchni pieca żeliwnego, otaczają go oponą, a przez swobodną przestrzeń między tą oponą a piecem właściwym przeprowadzają z dworu świeże powietrze nawietrzające, które należycie nagrzane wypływa z za opony na pokój. Piece takie zwiemy piecami oponowymi: z nawietrzaniem lub bez niego. Powietrze nawietrzające, w braku takiej opony, możemy też nagrzewać, przeprowadzając je przez oddzielny kanał śród pieca leżący, a ustrój taki nadaje się zwłaszcza do pieców kaflowych, lub z cegły zbudowanych.

Piece w końcu wspomniane posiadają znaczną pojemność cieplikową, którą w piecach żeliwnych zastępujemy paleniskami o działaniu bez przerwy. Takie paleniska zasypne zasypujemy odrazu większym zapasem paliwa, którego spalanie miarkujemy przez stosowne nastawianie dopływu powietrza pod ruszt; stąd i nazwa pieców miarkownych. Z pieców tego rodzaju zalecają się bardziej te, w których stos paliwa nie pali się w warstwie wierzchniej, lecz w spodniej. Przy takim bowiem układzie popiół poprzednio spalonego paliwa spada swobodnie przez ruszt do popielnika, nie zanieczyszczając paliwa, mającego się palić następnie, które powoli osuwa się na ruszt w miarę tego, jak poprzednie się spaliło; nadto zagrzewając w ten sposób najsilniej dolną część samego pieca, ogrzewamy pokój skuteczniej.

W pokojach i salach rzadziej używanych można stawiać i zwykłe piece żeliwne, jako zagrzewające szybko po dłuższej nawet przerwie. W tym przypadku właściwemi będą też i piece gazowe, aczkolwiek na ogół kosztowniejsze pod względem paliwa. Nawet z piecy gazowych lub naftowych wypada koniecznie spaliny odprowadzać przez komin na zewnątrz, gdyż wydzielają one wiele pary wodnej a nawet czad.

**Wydajność pieców.** Z 1 $m^2$ pieca kaflowego otrzymujemy 500 do 600 cpł./godz, przyczem jednakże jako powierzchnię czynną pieca wypada liczyć tylko jej część istotnie się nagrzewającą, t. j. część osłaniającą kanały spalinowe.

Gładkie piece żeliwne, opalane z przerwami, a więc zazwyczaj silniej się rozżarzające, wydają około 2500 cpł./godz. z każdego $m^2$, lecz tylko w czasie opalania. Wydajność łagodniej opalanych żeliwnych pieców miarkownych (zasypnych) bywa mniejsza, bo tylko 1500 do 2000 cpł./godz. i $m^2$. Gładka powierzchnia pieca przez nażebrowanie zwiększa swą wydajność średnio o 25%. Wydajność pieców gazowych zależna jest od ilości spalanego gazu, a średnio liczyć można na 3000 do 5000 cpł. z każdego $m^3$ gazu spalonego.

### 3. Ogrzewanie spalinowe (kanałowe).

Z paleniska prowadzimy spaliny do komina przez dłuższe kanały poziome lub łagodnie się wznoszące, a zewnętrzne powierzchnie tych kanałów wydają z siebie ciepło niezbędne do ogrzewania. Kanały te bywają bądź to murowane z cegły, bądź też układane z rur żeliwnych, gładkich lub żebrowanych, albo z żelaznych rur blaszanych. Przy obliczaniu tego rodzaju ogrzewań należy sprawdzać nietylko dostateczność grzejących powierzchni kanału, ale i jego przekrój, który, wobec długiej drogi spalin, musi się należycie przystosować do siły ciągu danego komina.

Ogrzewanie spalinowe stosujemy najczęściej tylko w cieplarniach, oranżeriach, suszarniach, a niekiedy i w kościołach.

### 4. Kominy.

Ścianki kominów muszą być z tworzyw niepalnych, a same kominy powinny się wspierać bądź to na posadach murowanych, bądź też przynajmniej na innych ogniotrwałych częściach budowli. Najlepiej prowadzić każdy komin pionowo od posady aż ponad dach. Gdy to niemożliwe, należy przynajmniej nie odchylać osi komina od pionu na więcej niż 30° (a w skrajnych przypadkach 45°). Pochyłe prowadzenie komina dozwala się tylko w ścianach ogniotrwałych, albo też wymaga ono ogniotrwałego wsparcia pochyłej części komina, np. na łuku murowanym lub na belkach żelaznych. Ścianki kominów mają być przynajmniej pół cegły grube, a od granicy posiadłości przynajmniej jedną cegłę. Kominy do ogrzewań zespolonych miewają ścianki grubsze, a w Niemczech władze budowlane, wrazie uznanej potrzeby, mają prawo określać tę grubość do 0,51 m.

W Prusach, gdy ścianki kominowe są cieńsze niż 0,25 m, wszelkie drzewo budowli musi leżeć w odstępie przynajmniej 0,065 m od zewnętrznej powierzchni komina, i musi nadto od nich być przedzielone podwójną warstwą dachówki płaskiej (karpiówki). Drewniana więźba dachowa może obyć się bez tej osłony, lecz natenczas trzeba odstęp od słupiaka kominowego powiększyć do 0,1 m w prześwicie.

W Rosyi obowiązuje przepis, aby między budulcem budowli i wewnętrzną powierzchnią komina zwykłego ścianka była 1 do $1^1/_2$ cegły gruba, albo do tej miary pogrubiona, a do 2-ch cegieł, gdy komin obsługuje większe paleniska, wydające spaliny o wyższej temperaturze. Nadto drzewo, przylegające do kominów należy oddzielić od nich wojłokiem, który uprzednio trzeba przepoić zaprawą glinianą.

Jeżeli komin ma być przełaźny, to niezbędnym jest przekrój przynajmniej 0,42 × 0,77 m, a przy takich wymiarach przełażenie nie wymaga jeszcze szczebli, które przy większych przekrojach są niezbędne. Kominy nieprzełaźne muszą w Niemczech posiadać przekrój 0,13 × 0,13 m do 0,21 × 0,21 m, a w Berlinie przekrój prostokątny lub kołowy przynajmniej 250 cm², nie zmieniający się na całej długości komina. W Rosyi obowiązuje dla kominów nieprzełaźnych 0,23 × 0,23 m (9″ × 9″ ang.). Wszelkie kominy należałoby wyprowadzać przynajmniej na 0,3 m ponad grzbiet dachu.

Podług przepisów berlińskich do jednego komina o przekroju 250 cm² wolno przyłączać nie więcej niż 3 zwykłe piece pokojowe, a na każdy następny należałoby zwiększać przekrój komina o 80 cm². Do takiegoż komina o przekroju 250 cm² wolno przyłączać tylko jeden trzon kuchenny. Ilość pieców i trzonów kuchennych, przyłączanych do komina przełaźnego, o przekroju 0,42 × 0,47 m, nie podlega ograniczeniu.

Ponieważ oddzielnie stojący komin o małym przekroju nieznaczną posiada stateczność, a zatem się łatwo przewraca podczas pożaru na poddaszu, więc zalecałoby się możliwe unikanie takich oddzielnie stojących kominów. Lepiej będzie łączyć kilka takich kominów w spólny słupiak kominowy i wyprowadzać je w ten sposób łącznie poprzez poddasze nad dach.

U spodu każdego komina, oraz na poddaszu, wreszcie przy załomach z odchyleniem osi kominowej ponad 30° od pionu, niezbędne są metalowe drzwiczki wycierowe, przymykające się do przylgi oprawy również metalowej. Na podłodze, przy takich drzwiczkach, o ile sama podłoga nie jest niepalna, trzeba ułożyć blachę, wystającą na wszystkie strony po 0,6 m od otworu drzwiczek. Drzwiczki wycierowe mają leżeć od wszelakiego drzewa w odstępie przynajmniej 1 m, a pod schodami drewnianymi nie należy ich wogóle umieszczać.

## b. Ogrzewania zespolone (centralne).

### 1. Ogrzewanie wodne.

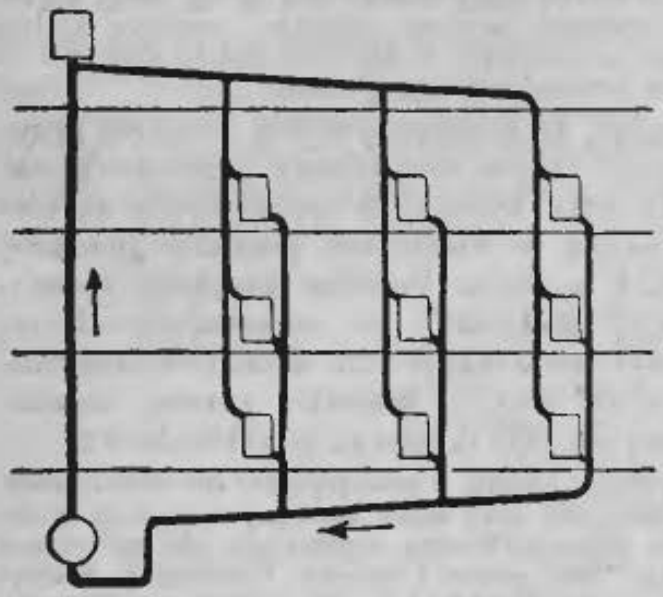
#### α. Ogrzewanie wodą ciepłą (niżej 100°).

**Najprostszy ustrój** takiego ogrzewania składa się z jednego w sobie zamkniętego, okrężnego obwodu rurowego (łączącego się z atmosferą za pośrednictwem rozszerzalnika). Część tego obwodu ogrzewałaby się z paleniska, zastępując kocioł; inne części tego obwodu, pooprowadzane po ścianach pokojów, spełniałyby czynność grzejników, reszta zaś obwodu czynność właściwych przewodów. Podobny układ mało jednak znajduje zastosowania do zładów ogrzewczych, działających wodą ciepłą, t. j. niżej 100° (stosują go jednak w ustroju Perkins'a, działającym wodą gorącą, t. j. wyżej 100°).

Przy ogrzewaniach wodą ciepłą, łączących się za pośrednictwem rozszerzalnika z atmosferą, w których woda wrzałaby, gdy tylko jej temperatura przekroczy 100°, w których zatem temperatura nie przekracza tej granicy, stosujemy zazwyczaj oddzielne kotły do

grzania wody i oddzielne grzejniki do ogrzewania pokojów i sal, a rury przeważnie tylko jako przewody, przez które krąży woda ciepła od kotła do grzejników i od nich z powrotem do kotła.

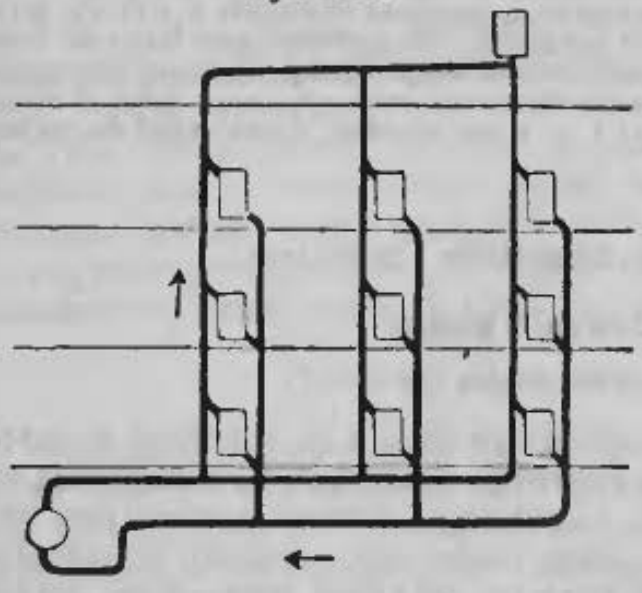
Rys. 1062.



W rys. 1062 i 1063 przedstawiamy dwa często stosowane układy wodnych złądów ogrzewczych. W rys. 1062 woda z kotła wznosi się możliwie pionowo ku rozszerzalnikowi, potem górą, przez główną rurę dopływową dochodzi do poszczególnych pionów dopływowych, doprowadzających wodę do grzejników, z których, przez oddzielne piony odpływowe, opada do głównej rury powrotnej i powraca przez nią do kotła.

W rys. 1063 woda z wierzchu kotła przez poziomą (a raczej łagodnie się wznoszącą), główną rurę dopływową dochodzi do spodu dopływowych pionów, wschodzących, t. t. wznoszących się ku grzejnikom. Z nich woda spływa przez oddzielne, schodzące piony odpływowe w dół do głównej rury powrotnej, przez którą wraca do kotła. Przewody powyżej grzejników najwyższego piętra, między nimi a rozszerzalnikiem, mogą być mniejszej średnicy, nie są one bowiem przewodami krążnymi, przez któreby woda miała krążyć od kotła do grzejników, lecz służą one tylko do odprowadzenia powietrza, do rozszerzalnika, a również i tej części wody, która musi przejść do niego, z powodu zwiększającej się objętości wody podczas jej zagrzewania.

Rys. 1063.



W rys. 1063 woda dopływa do grzejników przez piony wschodzące, a odpływa z nich przez piony schodzące. Oddzielne piony dopływowe i odpływowe są tu zatem niezbędne. Odmiennym jest przebieg w złądzie przedstawionym w rys. 1062: tu i piony dopływowe i odpływowe są pionami schodzącymi, woda ma w nich ten sam kierunek ruchu, t. j. w dół, możemy zatem każdą parę takich pionów zastąpić jedną pionową rurą schodzącą, do której poszcze-

gólne grzejniki przyłączałyby się dwa razy, a mianowicie górą na dopływ, dołem na odpływ wody. Taki ustrój o pionach pojedyńczych znajduje również dość szerokie zastosowanie, wymaga jednak nieco większych grzejników na piętrach niższych, do których dochodzi woda chłodniejsza, bo zmięszana z wodą, odpływającą z grzejników piętr wyższych.

**Ustrój kotła** należy przystosować do sposobu ogrzewania: z przerwami lub bez nich. Gdy ogrzewamy budynek bez przerw, zalecają się kotły o małej pojemności wodnej, z paleniskami zasypnemi, miarkowanemi, w zależności od temperatury wody, przez stosowne miarkowniki paleniskowe. Jeżeli naodwrót ogrzewamy budynek z przerwami, np. nocnemi, to zalecają się kotły o wielkiej pojemności wodnej, mającej stanowić zapas ciepła na czas owej przerwy. W tych razach znajdują najszersze zastosowanie kotły płomienicowe, z paleniskiem wewnętrznem, albo też nawet pełne kotły walczakowe, leżące, z paleniskiem zewnętrznem, zazwyczaj naprzedniem, podolne bowiem zmniejszałoby bez potrzeby siłę krążenia, dla której możliwie nizkie położenie kotła jest najodpowiedniejsze.

Wydajność kotła wodnego liczymy średnio po 8000 cpł./godz. z każdego $m^2$ powierzchni ogrzewanej, stykającej się ze spalinami, jednak z powierzchni, pozostających w bezpośredniem zetknięciu z ogniem, liczyć można nieco więcej, a mianowicie do 10000 cpł./godz. z $m^2$.

Gdy ogrzewanie działa z przerwami, oprócz powierzchni ogrzewanej kotła, należy obliczyć, czy zapas ciepła, zawartego w całym zładzie ogrzewczym, starczy na pokrycie strat ciepła podczas owej przerwy, a nadto i samą powierzchnię ogrzewaną trzeba tak powiększyć, aby zdołała pokryć nietylko straty bieżące, lecz i straty z czasu przerwy, a więc aby zdołała zagrzać do temperatury stanu ustalenia zład wychłodzony podczas przerwy.

Jeżeli oznaczymy przez:

$W$ obliczoną stratę ciepła, w cpł/godz., jaką zład ogrzewczy ma pokrywać,

$P$ pojemność cieplikową całego zładu ogrzewczego na $1^0$ zagrzania, w cpł.,

$T$ temperaturę wody w stanie ustalenia, a więc na początku przerwy w opalaniu,

$t$ temperaturę, poniżej której woda niema się wychłodzić podczas przerwy, a więc temperaturę w chwili, gdy wznawiamy opalanie,

$z_0$ ilość godzin trwania jednej przerwy,

$z_p$ ilość godzin między przerwami, a więc ilość godzin opalania, podczas których mamy zład doprowadzić ponownie do temperatury $T$, stanu ustalenia, to całkowita strata w okresie przerwy będzie:

$$W_p = z_p \cdot W,$$

a potrzebna pojemność cieplikowa całego zładu:

$$P = \frac{W_p}{T - t} = \frac{z_p \cdot W}{T - t}.$$

$T - t$ bywa zazwyczaj $25^0$ do $30^0$.

Uwzględniając wyłącznie tylko pojemność cieplikową wody zawartej w złądzie, powinnibyśmy posiadać w nim $P$ kg wody. Zazwyczaj uwzględniamy jednak i pojemność cieplikową metalu, zawartego w złądzie, potrącając z obliczonej ilości $P$ wody po $^1/_8$ kg na każdy kg metalu. Jeżeli kocioł posiada obmurze z cegły, można uwzględnić i pojemność cieplikową tegoż obmurza, zmniejszając obliczoną wartość $P$ o stosowną odsetkę, zależną od ustroju obmurza i kotła.

Po przerwie kocioł musi na godzinę dostarczać:

$$W_k = W\left(1 + \frac{z_p}{z_0}\right) \text{ cpł./godz.;}$$

jego powierzchnia ogrzewana przy wydajności $k$ cpł./godz. z $m^2$, będzie zatem:

$$F_k = \frac{W}{k}\left(1 + \frac{z_p}{z_0}\right).$$

**Grzejniki** bywają wyłącznie metalowe, ponajczęściej żeliwne, rzadziej żelazne, a wyjątkowo tylko miedziane. Grzejniki o małej pojemności wody prędzej się zagrzewają, prędzej się też chłodzą po przymknięciu zawieradła, wogóle pozwalają lepiej miarkować swą wydajność cieplikową, zalecają się zatem bardziej od grzejników o wielkiej pojemności, które nadto bezcelowo zajmują więcej miejsca i więcej też obciążają budynek. Niezbędną ich powierzchnię w poszczególnych pokojach obliczamy podług strat ciepła i spółczynników wydajności $k$, podanych na str. 592.

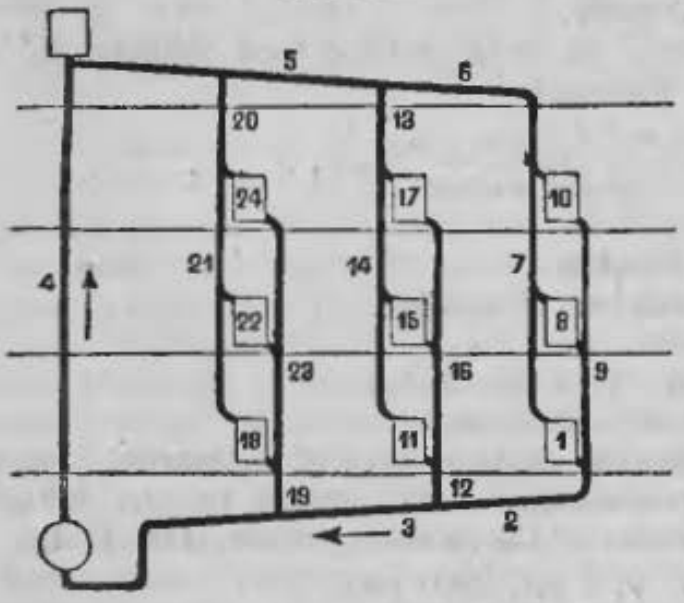
**Przewody** bywają przeważnie żelazne lub żeliwne, rzadziej miedziane, a łączymy je na kołnierze, kielichy lub złączki gwintowane. Uszczelki między kołnierzami bywają gumowe, z przekładką lub bez niej, z tektury przepojonej pokostem i t. p. Sieć przewodów należałoby wedle możności tak zaprojektować, aby sama w sobie posiadała dostateczną poddajność na wydłużanie się wskutek zagrzewania i na powrotne kurczenie się wskutek chłodzenia. Gdy przez sam układ poszczególnych części nie możemy zapewnić takiej poddajności, osiągamy ją przez wstawienie wydłużek w odpowiednie miejsca przewodu (p. T. I str. 599).

Cała sieć przewodów powinna wznosić się stale od kotła do rozszerzalnika w ten sposób, aby powietrze, nie tworząc zatorów powietrznych, swobodnie uchodziło z całej sieci przez rozszerzalnik. Jeżeli, jak w rys. 1063, główna rura dopływowa idzie dołem, to dla odpowietrzenia sieci, jak już powyżej wspomniano, prowadzimy do rozszerzalnika cieńsze rury odpowietrzające od najwyższych punktów pionów wschodzących (dopływowych). Chcąc zaoszczędzić tych rur, moglibyśmy w owych najwyższych punktach pionów, lub na każdym, poszczególnym grzejniku, założyć kurki lub samoczynne za-

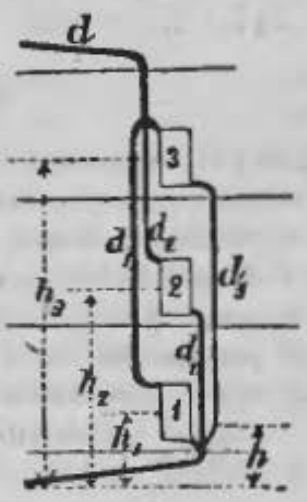
wory odpowietrzające, jednakże ustrój taki będzie mniej dogodny w użyciu.

**Obliczanie sieci przewodów.** Każdy kawałek sieci, który ma przeprowadzać jednakową ilość ciepła, i posiada ten sam przekrój zwać będziemy działką sieci bez względu na to, czy ona składa się z kilku kawałków rur, czy też tylko z jednego, oraz bez względu na to, czy dana działka posiada miejscowe rozszerzenie, w postaci grzejnika lub kotła, czy też go nie posiada. W rys. 1064 przedstawiono zarys sieci, będący powtórzeniem rys. 1062, lecz każdą działkę oznaczono w nim liczbą porządkową 1 do 24.

Rys. 1064.




Rys. 1065.




Zakładamy, że rury dopływowe są tak dokładnie otulone, że możemy w nich zaniedbać stratę ciepła i liczyć, że woda, wychodząca z kotła z temperatura $t'$, dopływa do każdego z grzejników z tąże temperaturą $t'$. Zakładamy dalej, że woda chłodzi się jednakowo w każdym z grzejników, że więc z każdego z nich wypływa z temperaturą $t''$. Jeżeli nadto oznaczymy przez $h$ wznios środka danego grzejnika ponad środkiem kotła (np. $h_1$, $h_2$, $h_3$ w rys. 1065), a przez $a$ stosunek kurczenia się wody skutkiem chłodzenia się w temże grzejniku, to czynna wysokość ciśnienia dla obwodu sieci, przechodzącego przez dany grzejnik i przez kocioł będzie:

$$h'_{(\text{czynne})} = ah.$$

Wartości $a$ dla różnych temperatur $t'$ i $t''$ podano w tablicy poniższej, przyczem zaznaczamy jeszcze, że w ogrzewaniach wodą gorącą, wysokiego ciśnienia (np. Perkins'a), liczą zazwyczaj $t' = 150^0$ do $140^0$, a $t'' = 100^0$ do $90^0$; w ogrzewaniach wodą gorącą, średniego ciśnienia, $t' = 130^0$, $t'' = 80^0$; wreszcie dla ogrzewań wodą ciepłą (nizkiego ciśnienia) liczymy ponajczęściej $t' = 85^0$, a $t'' = 65^0$.

**Tablica stosunków $a$ kurczenia się wody wskutek chłodzenia.**

| $t'$ °C | $t''$ °C | $a$ | $t'$ °C | $t''$ °C | $a$ | $t'$ °C | $t''$ °C | $a$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 150 | 100 | 0,0446 | 90 | 70 | 0,0127 | 85 | 70 | 0,0094 |
| 140 | 90 | 0,0414 | 90 | 75 | 0,0097 | 80 | 60 | 0,0117 |
| 130 | 80 | 0,0385 | 85 | 60 | 0,0150 | 80 | 65 | 0,0090 |
| 90 | 60 | 0,0183 | 85 | 65 | 0,0123 | 75 | 60 | 0,0086 |
| 90 | 65 | 0,0156 | | | | | | |

Otrzymana w ten sposób, czynna wysokość ciśnienia $ah$ jest niejako siłą, wywołującą krążenie w obwodzie sieci, który przechodzi przez ów grzejnik i przez kocioł. Czynna ta wysokość ciśnienia musi zatem być równa sumie wysokości oporów ruchu w poszczególnych działkach tego obwodu.

Opór ruchu w dowolnej, np. $n$-tej działce tego obwodu (p. T. I str. 247 i n.) wyrazi się wzorem:

$$r_n = \frac{v_n^2}{2g}\left(l_n \frac{\lambda_n}{d_n} + \Sigma\zeta_n\right), \quad \ldots \ldots \ldots \quad \text{I}$$

w którym oznacza:

$n$ liczbę porządkową działki,
$v$ prędkość wody w działce, w m/sek.,
$l$ długość działki, w m,
$\lambda$ spółczynnik tarcia (p. T. I str. 250),
$d$ prześwitną średnicę działki, w m,
$\Sigma\zeta$ sumę mnożników oporów miejscowych, od rozszerzeń, zwężeń, zagięć i załomów przewodu w danej działce (p. str. 603),
$g = 9{,}81$ m/sek. Wartości $v^2 : 2g$ podano na str. 146 T. I.

Podług Weisbach'a (p. T. I str. 250) jest:

$$\lambda = 0{,}01439 + \frac{0{,}0094711}{\sqrt{v}}.$$

**Tablica wartości $\lambda$ podług powyższego wzoru Weisbach'a.**

| $v$ | $\lambda$ | $v$ | $\lambda$ | $v$ | $\lambda$ | $v$ | $\lambda$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,020 | 0,0814 | 0,095 | 0,0451 | 0,170 | 0,0374 | 0,245 | 0,0335 |
| 0,025 | 0,0743 | 0,100 | 0,0443 | 0,175 | 0,0370 | 0,250 | 0,0333 |
| 0,030 | 0,0691 | 0,105 | 0,0436 | 0,180 | 0,0367 | 0,255 | 9.0332 |
| 0,035 | 0,0650 | 0,110 | 0,0430 | 0,185 | 0,0364 | 0,260 | 0,0330 |
| 0,040 | 0,0618 | 0,115 | 0,0423 | 0,190 | 0,0361 | 0,265 | 0,0328 |
| 0,045 | 0,0590 | 0,120 | 0,0417 | 0,195 | 0,0358 | 0,270 | 0,0326 |
| 0,050 | 0,0568 | 0,125 | 0,0412 | 0,200 | 0,0356 | 0,275 | 0,0325 |
| 0,055 | 0,0548 | 0,130 | 0,0407 | 0,205 | 0,0353 | 0,280 | 0,0323 |
| 0,060 | 0,0531 | 0,135 | 0,0401 | 0,210 | 0,0351 | 0,285 | 0,0321 |
| 0,065 | 0,0515 | 0,140 | 0,0397 | 0,215 | 0,0348 | 0,290 | 0,0320 |
| 0,070 | 0,0502 | 0,145 | 0,0393 | 0,220 | 0,0346 | 0,295 | 0,0318 |
| 0,075 | 0,0490 | 0,150 | 0,0388 | 0,225 | 0,0344 | 0,300 | 0,0317 |
| 0,080 | 0,0479 | 0,155 | 0,0385 | 0,230 | 0,0341 | 0,305 | 0,0315 |
| 0,085 | 0,0469 | 0,160 | 0,0381 | 0,235 | 0,0339 | 0,310 | 0,0314 |
| 0,090 | 0,0460 | 0,165 | 0,0377 | 0,240 | 0,0337 | 0,315 | 0,0313 |

| $v$ | $\lambda$ | $v$ | $\lambda$ | $v$ | $\lambda$ | $v$ | $\lambda$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,320 | 0,0311 | 0,395 | 0,0295 | 0,470 | 0,0282 | 2,000 | 0,0211 |
| 0,325 | 0,0310 | 0,400 | 0,0294 | 0,475 | 0,0281 | 2,500 | 0,0204 |
| 0,330 | 0,0309 | 0,405 | 0,0293 | 0,480 | 0,0280 | 3,000 | 0,0198 |
| 0,335 | 0,0308 | 0,410 | 0,0292 | 0,485 | 0,0280 | 4,000 | 0,0191 |
| 0,340 | 0,0306 | 0,415 | 0,0291 | 0,490 | 0,0279 | 5,000 | 0,0187 |
| 0,345 | 0,0305 | 0,420 | 0,0290 | 0,495 | 0,0279 | 6,000 | 0,0183 |
| 0,350 | 0,0304 | 0,425 | 0,0289 | 0,500 | 0,0278 | 7,000 | 0,0180 |
| 0,355 | 0,0303 | 0,430 | 0,0288 | 0,600 | 0,0266 | 8,000 | 0,0178 |
| 0,360 | 0,0302 | 0,435 | 0,0288 | 0,700 | 0,0257 | 9,000 | 0,0176 |
| 0,365 | 0,0301 | 0,440 | 0,0287 | 0,800 | 0,0250 | 10,00 | 0,0174 |
| 0,370 | 0,0300 | 0,445 | 0,0286 | 0,900 | 0,0244 | 12,00 | 0,0171 |
| 0,375 | 0,0299 | 0,450 | 0,0285 | 1,000 | 0,0239 | 14,00 | 0,0169 |
| 0,380 | 0,0298 | 0,455 | 0,0284 | 1,250 | 0,0229 | 16,00 | 0,0168 |
| 0,385 | 0,0297 | 0,460 | 0,0284 | 1,500 | 0,0221 | 18,00 | 0,0166 |
| 0,390 | 0,0296 | 0,465 | 0,0283 | 1,750 | 0,0215 | 20,00 | 0,0165 |

W ogrzewnictwie stosujemy najczęściej wyciągane rury żelazne, a mianowicie tak zwane gazowe, łączące się na gwint (p. tablica dolna na str. 431 T. I), albo też tak zwane rury kotłowe, łączone przeważnie na kołnierzyki nasadzane lub luźne (p. str. 588 T. I). Podług tych średnic rur, w handlu będących, należy dobrać średnice poszczególnych działek i podług nich obliczyć prędkości $v$ i opory oh tarcia. Mnożniki $\zeta$ oporów miejscowych można liczyć w wartościac-następujących: na załom prostokątny $\zeta = 1$; na prostokątne kolanko zaokrąglone $\zeta = 0{,}3$ do $0{,}5$; na kolanko nawrotne (180°) 0,5 do 0,8; na nagłe, a znaczne rozszerzenie przekroju, np. u wlotu rury w grzejnik lub kocioł, $\zeta = 1$; na otwarty zawór $\zeta = 0{,}5$ do 1; na otwarte kurki i zasuwy $\zeta = 0{,}1$ do $0{,}3$; wreszcie na niezwężone zakrzywienia przewodu promieniem większym niż pięć średnic rury $\zeta = 0$. Jak już zaznaczyliśmy, czynna wysokość ciśnienia obwodu danego musi być równa sumie oporów w poszczególnych jego działkach, a więc np. dla obwodu, przechodzącego przez grzejnik Nr. 11 (rys. 1064) będzie:

$$ah_{11} = r_{11} + r_{12} + r_3 + r_4 + r_5 + r_{13} + r_{14} \quad . \quad . \quad . \quad \text{II.}$$

Każda z tych wysokości oporów $r$, stosownie do wzoru I, zawiera dwie niewiadome, t. j. $v$ i $d$. Dla danego obwodu mamy zatem $2 \times 7 = 14$ niewiadomych, do których oznaczenia posiadamy tylko 7 równań warunkowych, a mianowicie dla każdej działki poszczególnej równanie w postaci:

$$v_n = \frac{W_n}{10000} \cdot \frac{1}{Cd^2(t' - t'')} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \text{III.}$$

We wzorze tym $W_n$ oznacza ilość ciepła, przeprowadzanego na godzinę (w cpł.) przez daną działkę, $d$ jej średnicę, a $C$ stałą o wartości $C = 276$ dla ogrzewań wodą ciepłą, a $C = 267$ dla ogrzewań wodą gorącą średniego ciśnienia.

Mamy zatem 7 takich równań (kształtu III) dla poszczególnych działek i jedno równanie (kształtu II) dla całego obwodu, ogółem

8 równań ma 14 niewiadomych, z których musimy zatem 6 uważać jako z góry dane. Zazwyczaj zakładamy średnice przewodów głównych jako znane z warunku, aby prędkość w częściach bardziej od kotła oddalonych była około 0,08 m/sek., a w częściach bliżej kotła położonych wzrastała do 0,15 m/sek. Otrzymawszy w ten sposób wszystkie średnice, z wyjątkiem działki, przynależnej do danego grzejnika (np. Nr. 11), obliczamy jej średnicę ($d_{11}$), oraz prędkość ($v_{11}$) z poniższych dwóch równań:

$$r_{11} = \frac{v_{11}^2}{2g}\left(l_{11}\frac{\lambda_{11}}{d_{11}} + \Sigma\zeta_{11}\right) = ah_{11} - r_{12} - r_3 - r_4 - r_5 - r_{13} - r_{14} \quad \text{IV,}$$

$$v_{11} = \frac{W_n}{10000}\,\frac{1}{Cd_{11}^2(t' - t'')} \quad \text{V,}$$

które najdogodniej rozwiązać sposobem prób z wartościami przybliżenie założonemi.

W podobny sposób obliczamy wszystkie obwody, a o ile obwód następny ma działki spólne z obwodem już obliczonym, to wyniki poprzedniego obliczenia dla tej działki uważamy jako wiadome, dane z góry dla obliczenia obwodu następnego *).

**Rozszerzalnik** stawiamy w najwyższym punkcie sieci tak, aby przezeń powietrze z całego złądu ogrzewczego swobodnie mogło wychodzić. Rozszerzalnik otrzymuje przelew na wypadek przepełnienia, a na poziomie nieco niższym rurkę sygnałową, sprowadzoną zazwyczaj do kotłowni. Ponieważ woda przy zagrzaniu $+4^0$ do $+100^0$ rozszerza się o 4,3% swej objętości (p. str. 316 T. I), więc użytkowa pojemność między najniższym i najwyższym poziomem wody w rozszerzalniku powinna być nie mniejsza niż około 5% ogólnej objętości wody, zawartej w całym złądzie ogrzewczym, wraz z kotłem. Zazwyczaj liczą całkowitą objętość rozszerzalnika na 10% zawartości całego złądu.

### β. Ogrzewanie wodą gorącą (wyżej 100°).

Cały złąd ogrzewczy stanowi jeden obwód rurowy jednakowej średnicy, którego jedna część, możliwie najniższa, zwinięta w wężownicę, zastępuje kocioł, inne części oprowadzane po ścianach, zwłaszcza we wnękach podokiennych, zastępują grzejniki, reszta zaś dopiero stanowi przewody, łączące ów kocioł z grzejnikami. Perkins stosuje prawie wyłącznie rury o średnicy zewnętrznej 33 mm, a prześwitnej 23 mm. Jeden m bieżący takiej rury posiada powierzchnię zewnętrzną, t. j. grzejącą, prawie dokładnie 0,1 m², czyli na 1 m² grzejnika potrzeba 10 m bieżących takiej rury. Z powodu małej zawartości wody w takim złądzie, może on łatwo zamarznąć w czasie przerwy w opalaniu, czemu zapobiegają zazwyczaj przez taką domieszkę spirytusu do wody, aby mieszanina zawierała około

*) W nowszych wydaniach podręcznika Rietschel'a (p. uwaga odsyłaczowa na str. 572) podano tablice i przykłady, które ułatwiają znacznie powyższe, zmudne obliczenia.

33% alkoholu *). Ponieważ ciśnienie w tego rodzaju zładach bywa nieraz bardzo znaczne, więc niezbędnym jest manometr je wskazujący, oraz zawór bezpieczeństwa, mieszczący się zazwyczaj w rozszerzalniku. Gotowy zład, przed oddaniem do użytkowania, należy poddać ciśnieniu próbnemu 150 atm. Urządzając zawór bezpieczeństwa, przez który nadmiar wody (z powodu jej rozszerzania się) lub para (w razie nadmiernej prężności) uchodzi do rozszerzalnika, należy dodać odnogę z drugim zaworem, a mianowicie ssawnym, przez który woda z rozszerzalnika wraca do sieci, gdy się w niej obniży ciśnienie. By uniknąć dwóch tych zaworów, stawiają też rozszerzalnik zamknięty, zazwyczaj w postaci rury pionowej, wypełnionej powietrzem, które się spręża w miarę, jak woda rozszerza swą objętość pod wpływem ciepła. I w tym przypadku niezbędne są przyrządy, chroniące od przekroczenia pewnych granic ciśnienia, względnie temperatury, a więc albo zawór bezpieczeństwa, albo lepiej korek ze stopu metalowego, topniejącego przy temperaturze krańcowej, na jaką zład obliczono.

Rury Perkins'a łączymy na złączki z gwintem prawo i lewo zwitym. Jeden koniec rury obrabiamy tak, aby tworzył płaską powierzchnię pierścieniową, drugi zaś zaostrzamy w rzez kolisty, który przy dokręcaniu złączki wrzyna się w powierzchnię pierścieniową końca drugiej rury, przez co wytwarzamy szczelne złącze, nie wymagające oddzielnej uszczelki.

Zwoje wężownicy, zastępującej kocioł, są ponajczęściej walcowate, t. j. zwinięte po linii śrubowej, a przy ich ogrzewaniu należałoby stosować układ przeciwprądowy, t. j. dążność ruchu spalin ma być odwrotna względem dążności ruchu wody. Wężownice, spełniające czynność grzejników są zawrotkami, t. j. wężownicami tworzącemi kilka linij równoległych, z których sąsiednie łączą się ze sobą półkolami naprzemiany w jednym, względnie w drugim końcu, a woda przebiega przez nie w kilku zawrotach.

Gotowy zład napełniamy wodą, doprowadzaną do najniższego punktu przez kurek na odnodze, bądź to wprost z wodociągu, bądź też pompując wodę do sieci.

Każda poszczególna sieć, stanowiąca obwód okrężny, a więc w sobie zamknięty, miewa zazwyczaj nie ponad 160 do 180 m długości: w budynkach bardziej rozległych wypadnie zatem stosować większą ilość takich zładów cząstkowych, a pożądanem jest, aby każdy z nich obsługiwał pokoje, leżące na tem samem piętrze. Rzecz prosta, że w jednym obmurzu możemy stawiać po dwie lub po kilka nawet wężownic opalanych, przynależnych do różnych zładów cząstkowych.

Często wyróżniają z ogrzewań wodą gorącą, w zależności od stosowanych temperatur krańcowych: ogrzewania **średniego**, względnie

*) Mieszanina taka, zawierająca 33% alkoholu wrze pod zwykłem ciśnieniem atmosferycznem już przy temperaturze 83,5°. Domieszka alkoholu zwiększa zatem prężność par wydzielających się z mieszaniny, a zwiększenie podobne nie może być pożądane, bo, np. przy 180°, nadprężność czystej pary wodnej jest już i tak dość wysoka, gdyż blizko 10 at.

**wysokiego ciśnienia.** Kresem temperatury dla pierwszego rodzaju bywa 130° do 140°, dla drugiego zaś 140° do 180°. Temperaturą, rozgraniczającą te dwa rodzaje, byłaby zatem temperatura 140°, odpowiadająca bezwzględnej prężności pary około 4 atm. Podział taki nie posiada jednakże większego znaczenia, gdyż obydwa rodzaje nie różnią się zasadniczo od siebie, obydwa bowiem są układami zamkniętymi, pracującymi pod ciśnieniem przewyższającem atmosferyczne.

**Obliczenie sieci.** Jeżeli przez $W$ oznaczymy całą największą stratę danego złądu cząstkowego (jednego obwodu) w cpł./godz., to dla rur Perkins'a o średnicy $^{23}/_{33}$ mm, długość $l_1$ wężownicy opalanej, w m będzie:

$$l_1 = 0{,}0016\ W.$$

Długość $l_2$ rur, stanowiących przewody między tą wężownicą opalaną a grzejnikami, określamy z układu samej sieci, a część tę wypadałoby osłonić otulinami od strat ciepła. Wreszcie długość $l_3$ rur w grzejnikach określamy w m, podług wzorów przybliżonych:

$$l_3 = 0{,}0109\ W,$$

gdy grzejniki składają się z rur ułożonych prosto lub w zawrotkach na ścianach, a

$$l_3 = 0{,}0145\ W,$$

gdy grzejniki składają się z wężownic walcowatych, t. j. śrubowato zwiniętych.

**Rozdzielanie** długości $l_3$ grzejników na poszczególne pokoje wymaga starannego obliczenia, gdyż w tego rodzaju złądach nie możemy miarkować wydajności poszczególnych grzejników niezależnie od pozostałych, lecz tylko wydajność całego złądu przez więcej lub mniej natężone opalanie. Dlatego też rozdzielenia $l_3$ między poszczególne grzejniki najwłaściwiej dokonywać nie na zasadzie największej straty $W$ ciepła, w czasie najsilniejszych mrozów, lecz na zasadzie straty $W_m$, obliczonej dla średniej temperatury zewnętrznej w porze roku, w której opalanie jest niezbędne.

We warunkach co dopiero określonych oznaczymy przez:

$W_m$ stratę ciepła, jaką dany złąd ma pokrywać przy owej średniej temperaturze zewnętrznej, w cpł./godz.,
$h$ pionowy odstęp między poziomem środków grzejników i poziomem środka wężownicy opalanej, w m,
$t'_m$ temperaturę wody w rurze wschodzącej,
$t''_m$ temperaturę wody w rurze schodzącej,
$r_m$ średnią prędkość wody w sieci, w m/sek.,
$\lambda_m$ spółczynnik tarcia wody w przewodzie, obliczony dla $r_m$ podług wzoru Weisbach'a str. 602,
$t$ temperaturę pokojową,
$\vartheta$ temperaturę, z jaką powietrze ulatuje z grzejników,
$k$ spółczynnik wydajności ciepła rury Perkins'a, o średnicach $^{23}/_{33}$ mm, w cpł. na m² wewnętrznej powierzchni rury,

a jeżeli nadto zastosujemy podstawienia:

$$A = \frac{365\,450\,000\,(l_1 + l_2 + l_3)}{W_m k},$$

$$B = \frac{W_m}{2800},$$

$$C = 0{,}000\,022\,183\,l_3 k,$$

to otrzymamy 3 równania:

$$t'_m = v^3_m A \lambda_m + \frac{B}{v_m}, \qquad t''_m = v^3_m A \lambda_m - \frac{B}{v_m},$$

$$\frac{C}{v_m} = \log \frac{t'_m - \vartheta}{t''_m - \vartheta}.$$

W równaniach tych wielkości $A$, $B$ i $C$ są wiadome, jako określone powyższemi podstawieniami, a trzy niewiadome $v_m$, $t'_m$ i $t''_m$ obliczymy najdogodniej sposobem prób i przybliżeń, biorąc $v_m$ za zmienną niezależną. Wartości $\vartheta$ i $k$ są w przybliżeniu znane z doświadczenia, i aczkolwiek zmienne, w zależności od $t'_m$ i $t''_m$, to zmienność ich jest na ogół niezbyt znaczna, możemy je zatem uznać za stałe podług danych poniższych:

$\vartheta = t + 5^0$, a $k = 15$, gdy grzejnik nieosłonięty składa się nie z więcej niż z dwóch poziomych rur ponad sobą leżących;

$\vartheta = t + 10^0$, a $k = 14$, gdy grzejnik z dwóch rur ponad sobą jest zasłonięty kratką, albo gdy bez takiej zasłony składa się on z trzech lub czterech takich rur ponad sobą;

$\vartheta = t + 15^0$, a $k = 13$, gdy grzejnik z trzech lub więcej rur ponad sobą leży poza kratką.

Ściśle biorąc, dane powyższe są ważne dla $t'_m = 150^0$, a $t''_m = 80^0$, lecz, jak już wspomniano, można je liczyć jako w przybliżeniu niezależne od $t'_m$ i $t''_m$, przynajmniej w granicach stosowanych w praktyce ogrzewań wodą gorącą. Dla wody ciepłej, nieprzekraczającej $100^0$, możnaby $\vartheta$ liczyć nieco mniejsze, pozostawiając jednak wartości $k$ bez zmiany.

Po obliczeniu wartości $v_m$, $t'_m$, $t''_m$, przystępujemy do właściwego obliczenia grzejników, a raczej długości ich rur. Pierwszy grzejnik o długości $g_1$ ma wydawać $W_1$ cpł./godz. przy średniej temperaturze zewnętrznej. Woda dopływa do niego ze znaną temperaturą $t'_1 = t'_m$, a odpływa z niego z niewiadomą temperaturą $t_1''$, którą oznaczymy ze wzoru:

$$t_1'' = t_1' - \frac{W_1}{1400\,v_m}.$$

Długość $g_1$ rur grzejnika określimy zaś ze wzoru:

$$g_1 = \frac{32{,}2\,W_1}{k(t_1' - t_1'')} \log \frac{t_1' - \vartheta}{t_1'' - \vartheta}.$$

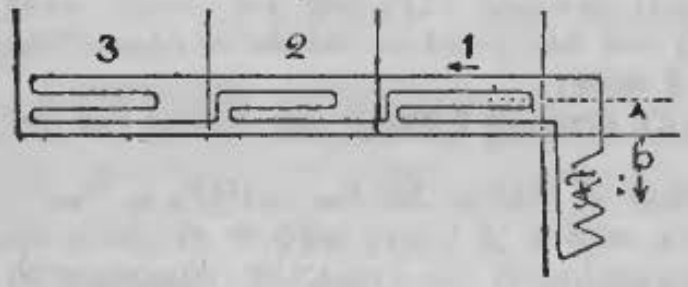
Przystępując do obliczenia drugiego grzejnika, znamy potrzebną jego wydajność ciepła $W_2$, oraz temperaturę wody dopływającej $t_2'$,

jako równą temperaturze $t_1''$, wody wypływającej z pierwszego grzejnika. Oznaczamy zatem w sposób podobny temperaturę $t_2''$ wody wypływającej z drugiego grzejnika, oraz jego długość $g_2$. W ten sposób obliczamy kolejno grzejnik za grzejnikiem, a temperatura $t''_n$ wody, wypływającej z $n$-tego, t. j. ostatniego grzejnika, powinna być równa obliczonej już poprzednio temperaturze $t''_m$ wody w rurze opadającej, suma zaś długości rur: $\Sigma g_n = g_1 + g_2 + \ldots + g_n$, powinna być równa ogólnej ich długości $l_3$, poprzednio już obliczonej. Gdyby się okazała nierówną $l_3$, to różnicę $l_3 - \Sigma g_n$ należy rozdzielić między poszczególne grzejniki w prostym stosunku do obliczonych ich długości $g_1$, $g_2$, $g_3$ i t. d.

Jeżeli obwód prowadzimy w sposób, przedstawiony w rys. 1066, w którym pozioma rura, doprowadzająca wodę do grzejnika w pokoju 3, ogrzewa zarazem pokoje 1 i 2, to najdogodniej będzie grzejnikową część sieci rozdzielić w obliczeniu nie na trzy grzejniki, jakby się zdawało najprościej, lecz na pięć grzejników:

Nr. 1 = rura górna w pokoju 1,
Nr. 2 = „ „ „ 2,
Nr. 3 = cztery zwoje zawrotki w pokoju 3,
Nr. 4 = trzy „ „ „ 2,
Nr. 5 = „ „ „ „ 1.

Rys. 1066.




Dalej postępujemy w sposób nieco odmienny niż poprzednio, a mianowicie: Dla grzejnika 1 znamy: jego długość $g_1$, temperaturę dopływową $t'_1 = t'_m$, oraz $v_m$, jako stałe w całej sieci, wreszcie przybliżoną wartość $\vartheta$, możemy zatem z powyższych dwóch wzorów oznaczyć: wydajność grzejnika $W_1$, oraz temperaturę wody odpływającej $t''_1$, będącą zarazem temperaturą dopływową $t'_2$ następnego grzejnika 2, który obliczamy w taki sam sposób. Resztę zaś grzejników, t. j. 3, 4 i 5, obliczamy już w sposób podany poprzednio, z tą jedynie różnicą, że potrzebna wydajność $W_4$, grzejnika 4, będzie o $W_2$ mniejsza od straty, obliczonej dla pokoju 2, i podobnie wydajność $W_5$, grzejnika 5, będzie o $W_1$ mniejsza od straty pokoju 1. Wreszcie błąd obliczenia, t. j. $l_3 - \Sigma g$, rozdzielamy jak poprzednio, lecz poprawki, przypadające na $g_1$, wzgl. $g_2$, dorzucamy do $g_5$, wzgl. $g_4$, gdyż długości $g_1$ i $g_2$ są nam z góry dane.

### $\gamma$. Wodne ogrzewania szybkokrążne.

W ostatnich latach wchodzą coraz to więcej w użycie wodne ogrzewania szybkokrążne, mające na celu zachowanie zalet ogrzewania wodnego przy zmniejszeniu kosztów urządzenia, zwłaszcza

kosztów sieci, przez zmniejszenie jej średnic, możliwe z powodu sztucznie zwiększonej siły krążenia wody.

Siłę krążenia możemy zwiększyć rozmaitymi sposobami, a mianowcie:

1) przez dodawanie tej siły z zewnątrz, np. za pośrednictwem pomp, napędzanych od silnika, smoczków napędzanych parą z kotła parowego, leżącego poza właściwą siecią ogrzewania, dalej przez wtłaczanie powietrza w główną rurę wznośną (skutkiem czego w rurze tej otrzymamy słup mieszaniny wody i powietrza, znacznie lżejszy od słupów wodnych w rurach opadnych, a różnica ciśnień tych słupów przedstawia dodaną siłę krążenia) i t. p.;

2) wytwarzamy podobny słup lżejszej mieszaniny w głównej rurze wznośnej, jednakże nie mieszaniny wody z powietrzem, lecz mieszaniny wody i pary, i to pary nie doprowadzanej z zewnątrz, ale pary, wydzielającej się w samej wznośnej rurze z wody, którą w tym celu zagrzewamy w kotle ponad 100°.

Stosując takie lżejsze mieszaniny powietrza, względnie pary z wodą w rurze wznośnej, musimy następnie usunąć z nich owo powietrze, względnie parę, aby w rurach opadnych otrzymać w istocie cięższe słupy wody bez domieszki powietrza lub pary. Powietrze usuwamy w sposób najprostszy, prowadząc mieszaninę z rury wznośnej do rozszerzalnika, z którego powietrze uchodzi, wydzielając się samoczynnie z wody, gdyż jest od niej znacznie lżejsze. Zastosowanie tego samego sposobu do usunięcia pary z mieszaniny nie byłoby właściwe, gdyż para, ulatująca ze zładu ogrzewczego, unosiłaby ze sobą znaczne ilości ciepła, bez żadnego pożytku dla samego ogrzewania. W celu zapobieżenia takiemu marnotrawstwu ciepła należy parę tę skroplić w taki sposób, aby ciepło w niej zawarte, bądźto pozostało w zładzie ogrzewczym, bądź też, aby je przynajmniej wyzyskać celowo. W pierwszym przypadku jedynym prawie środkiem skraplającym parę jest woda, powracająca z grzejników do kotła, która się w nich ochłodziła o tyle, że może skroplić ową parę; w drugim przypadku możnaby parę skraplać, przeprowadzając ją, lub jej mieszaninę z wodą przez oddzielny grzejnik (lub przez kilka takich grzejników), względnie wysoko położonych, o ile warunki miejscowe pozwolą celowo wyzyskać ciepło wydawane z tych grzejników, np. do podgrzewania kanałów lub szybów wywietrzających i t. p. Zawsze jednak woda powrotna (wracająca z grzejników) będzie najwłaściwszym czynnikiem do skraplania owej pary. Samo skraplanie, jak wogóle skraplanie pary (p. T. I str. 930 i n.) może być albo naprzeponne, gdy para jest oddzielona przeponą od czynnika ochładzającego (od chłodziwa), albo bezprzeponne, gdy para się wprost miesza z chłodziwem. A że parę skraplamy najstosowniej w blizkości miejsca, gdzie się z mieszaniny wydziela, a więc w blizkości wierzchu owego słupa mieszaniny wody i pary, więc musimy wodę powrotną z grzejników podprowadzać do tego punktu i z niego dopiero prowadzić dalej w dół do kotła.

Woda, wypływająca z głównej rury wznośnej, nawet po wydzieleniu z siebie pary, jest warem o temperaturze 100°. W zwy-

kłych ogrzewaniach szybkokrążnych, prowadzimy ów war wprost do grzejników, których wydajność ciepła miarkujemy przez zmniejszanie lub zwiększanie ilości tego waru, dopływającego do grzejnika, a to przez stosowne nastawienie zawora lub kurka, miarkującego grzejnik. Ze względów zdrowotnych jednak temperatura 100° wody w grzejniku jest wysoce niepożądana. Radzą sobie w ten sposób, że doprowadzają ów war do grzejnika nie górą, lecz wpuszczają go u spodu w grzejnik, skutkiem czego war ten, jako lżejszy i posiadający zatem dążność do wznoszenia się w grzejniku, miesza się z wodą wypełniającą grzejnik i w nim już poczęści ochłodzoną. Przy takim układzie temperaturę powierzchni grzejnika możemy utrzymywać znacznie niższą niż 100°, miarkując jej wysokość przez zwiększenie lub zmniejszenie ilości waru dopływającego. Układ ten nie dozwala jednak uchodzić powietrzu z grzejnika przez rurę dopływową, wymaga on zatem zastosowania dodatkowych przyrządów odpowietrzających, np. oddzielnych zaworów, kurków lub rurek odpowietrzających.

Niedogodności tej możemy zapobiedz, jeżeli chłodniejszą wodą powrotną będziemy nietylko skraplali parę we wspomnianej mieszaninie pary i wody, lecz ochładzali całą ową mieszaninę do pożądanej temperatury, a więc nawet znacznie poniżej 100°, przyczem prowadzilibyśmy wodę do grzejników nie jako war 100°, lecz w temperaturze już miarkowanej podług potrzeby, t. j. podług zmieniającej się temperatury na dworze. Podobnie jak mogliśmy skraplać parę naprzeponnie lub bezprzeponnie, tak samo i chłodzenie mieszaniny wodą powrotną może być naprzeponne lub bezprzeponne.

Chłodzenie naprzeponne uskuteczniamy w ten sposób, że np. wodę powrotną doprowadzamy do naczynia zamkniętego, którego dna przeciwległe połączone są pewną ilością rur, stanowiących przeponę. Przez rury te prowadzimy mieszaninę pary i wody, która z głównej rury wznośnej wstępuje w dolne końce rur, skrapla w nich swą parę i chłodzi się dalej, a ochłodzona należycie (do 90° w czasie silnych mrozów, a 60° lub niżej w porze łagodniejszej) wypływa górnym końcem rur do rozszerzalnika, z niego zaś płynie dalej do grzejników.

Chłodzenie bezprzeponne najdogodniej urządzić za pośrednictwem smoczka, a raczej strumienicy wodnej (por. skraplacz smoczkowy T. I str 934). Przez dyszę smoczka przepływa strumień mieszaniny pary i wody, ssie wodę powrotną i wtłacza mieszankę obydwóch strumieni do rozszerzalnika lub wprost w główny przewód dopływowy. Stożkowata iglica, przesuwana w otworze dyszy, zmienia podług potrzeby przekroje swobodne albo samej dyszy, albo i dyszy i gardzieli, miarkując w ten sposób i siłę krążenia i temperaturę mieszanki wodnej, wypływającej ze smoczka.

Zamiast chłodzić powrotnie wodę, przegrzaną w kotle wyżej 100°, możnaby wytwarzać w rurze wznośnej ów lżejszy słup mieszaniny pary i wody wprost przy niższych temperaturach W tym celu należałoby urządzić zład zamknięty, a więc nie łączący się z atmosferą, a w całym takim zładzie zamkniętym utrzymywać stale próżnię, przystosowaną do pożądanej temperatury parowania. Utrzy-

manie takiej próżni wymaga jednak złożonych przyrządów pomocniczych, które będą zawsze dodatkiem wielce niepożądanym w złądach ogrzewczych; ich ustrój bowiem powinien być jaknajprostszy.

## 2. Ogrzewanie parowe.

**Ogrzewanie parowe nizkoprężne** posiada kocioł, nie podlegający przepisom państwowym o kotłach parowych, o ile nadprężność pary nie przekracza 0,5 atm, a jego wnętrze łączy z atmosferą rura, przynajmniej 8 cm prześwitu w Niemczech ($3^1/_2$'' ang. = 90 mm w Rosyi), zamknięta syfonem wodnym, którego wysokość nie ma przekraczać 5 m (w Rosyi zaś 2,5 saż. = 5,33 m).

**Ogrzewanie parowe wysokoprężne** zasila się z kotłów, podlegających przepisom państwowym o kotłach parowych wogóle. Prężność pary dowolna, nie przekracza jednak zazwyczaj 5 do 6 atm. w kotle i w głównym przewodzie dopływowym do sieci, a 1,5 do 2 atm. w samej sieci i grzejnikach. Prężność pary zmniejszamy przymykadłem samoczynnem, które miarkuje zmniejszoną prężność pary.

Ogrzewanie nizkoprężne zaopatrujemy przeważnie w kocioł o działaniu bez przerw, a więc z paleniskiem zasypnem i z miarkownikiem paleniskowym, który utrzymuje stałą prężność pary w kotle.

**Wydajność kotła** opłomkowego liczą po 8000 cpł./godz. z $m^2$, a z kotła płomienicowego do 10000 cpł./godz. z $m^2$ pow. ogrzew.

**Grzejniki** są w zasadzie takie same jak do ogrzewań wodnych; o ich obliczaniu p. str. 592.

**Przewody** na parę, prawie wyłącznie żelazne, łączą się przy mniejszych średnicach na złączki gwintowane (gwint lewo i prawozwity, albo z dodaniem nakrętek dla uszczelnienia), przy większych zaś na kołnierze (z uszczelkami z tektury azbestowej, z metali i t. p.). Przewody odwadniające są zazwyczaj podobne, czasami jednak i z rur miedzianych. Zalecają się oddzielne przewody na parę, a oddzielne na wodę skroploną. Gatunki rur żelaznych są również takie same jak dla ogrzewań wodą ciepłą, a więc albo gazowe (p. T. I str. 431 i 587), albo tak zwane kotłowe (p. T. I str. 588).

Sieć przewodów powinna posiadać dostateczną poddajność na wydłużenia i kurczenia przy znacznych i nagłych zmianach temperatury, jakie tu zachodzą, a jeżeli tej poddajności sama w sobie nie posiada, to należy ją osiągnąć przez wstawienie wydłużek w odpowiednie miejsca przewodu. Nadto należy układać rury w ten sposób, ażeby dozwalał na swobodne ich przesuwanie się, a więc np. wspierać na wałkach, podwieszać na wahakach i t. p.

Nader ważne jest prawidłowe odpowietrzenie całego złądu. Jeżeli powietrze nie znajduje swobodnego ujścia z całego złądu, poprzez sieć odwadniającą, na zewnątrz, to wypada w miejscach właściwych założyć oddzielne przyrządy odpowietrzające, a o ile one nie działają samoczynnie, trzeba też starannie je obsługiwać. Cała sieć powinnaby (od najwyższego swego punktu do kotła) posiadać spadek nieprzerwany, a jeżeli się to nie da uskutecznić, to, by uniknąć zato-

rów wodnych, trzeba osobno odprowadzać wodę z najniższych punktów takich zaklęśnięć przewodu.

Do odprowadzania wody skroplonej najstosowniejszymi będą takie odwadniacze, które oprócz wody wypuszczają i powietrze, nieprzepuszczając jednak pary, a które, gdy się po zamknięciu dopływu pary w grzejniku wytworzy próżnia, wpuszczają weń z powrotem powietrze. Warunek w końcu wspomniany nabiera większego znaczenia, zwłaszcza dla grzejników niedostatecznie wytrzymałych na ciśnienie od zewnątrz; takie grzejniki bowiem uległyby zgnieceniu przez ciśnienie atmosfery, gdyby w nich powstała znaczniejsza próżnia.

Woda skraplająca się w grzejnikach i przewodach, jako czysta woda przekroplona (pominąwszy zabieraną z przewodów rdzę i t. p.), nadaje się dobrze do ponownego zasilania nią kotłów, a w ogrzewaniach nizkoprężnych spływa ona zazwyczaj samoczynnie do kotła.

**Obliczenie przewodów.** Całą sieć dzielimy (podonie jak w ogrzewaniu wodą ciepłą p. str. 601 i n.) na pewną liczbę działek podług nakreślonego uprzednio zarysu sieci. Oznaczmy przez:

$W$ ilość ciepła, jaką dana działka ma oddać w swym końcu, w cpł./godz.,
$W'$ stratę ciepła danej działki, w cpł./godz.,
$Q$ ilość pary, która wydaje ciepło $W$, w kg/godz.,
$Q'$ ilość pary, która wydaje ciepło $W'$, w kg/godz.,
$p_1$, wzgl. $p_2$ prężność bezwzględną pary na końcu, wzgl. u początku danej działki, w kg/m²,
$d$, wzgl. $D$, wewnętrzną, wzgl. zewnętrzną średnicę przewodu w danej działce, w m,
$l$ długość danej działki, w m,
$k$ spółczynnik przenikania ciepła; dla rury nieotulonej $k = 4$ cpł./godz. i m², a dla otulonej, zależnie od rodzaju otuliny p. str. 594,
$t_m$ temperaturę, odpowiadającą średniej prężności pary w danej działce,
$r_m$ cieplik parowania (p. T. I str. 283) pary o średniej prężności w danej działce, w cpł./kg,
$r$ cieplik parowania pary o prężności $p_1$, w cpł./kg,
$t$ temperaturę powietrza, otaczającego daną działkę przewodu,

a otrzymamy wzory:

$$W' = \pi D l k (t_m - t), \qquad Q = \frac{W}{r}, \qquad Q' = \frac{W'}{r_m},$$

$$d = 0{,}0945 \sqrt[5]{\frac{l Q (Q + Q')}{(p_2 - p_1)(p_2 + p_1 + 6120)}};$$

dla ogrzewań nizkoprężnych zaś wzór dogodniejszy:

$$d = 0{,}01 \sqrt[5]{\frac{0{,}268\, l W (W + W')}{(p_2 - p_1)(p_2 + p_1 + 6120)}}.$$

Prężność pary w grzejniku najbardziej oddalonym od kotła zakładamy 13000 do 15000 kg/m² w ogrzewaniu wysokoprężnem, a 10500 kg/m² w nizkoprężnem. Prężność bezwzględną w kotle zakładamy natomiast 40000 do 60000 kg/m² dla ogrzewań wysokoprężnych, a 11500 do 13000 kg/m² dla nizkoprężnych. Ze zarysu sieci znamy całą długość od kotła do najdalszego grzejnika. Różnicę prężności między tymi punktami skrajnymi znamy z założeń powyższych: rozdzielamy ją równomiernie na całą długość, z czego obliczamy prężność u początku i na końcu każdej działki, dla której znamy nadto $W$ i $W'$, aczkolwiek w wartościach niezupełnie dokładnych. Znamy dokładną ilość ciepła, niezbędną dla grzejników, stratę zaś wskutek skraplania się pary w przewodach obliczamy podług ich ocenionych średnic. Ze znanych tych ilości obliczamy średnice $d$ poszczególnych działek, podług wzorów końcowych, a w razie gdy okażą się znaczne różnice między niemi a średnicami ocenionemi, należy obliczenie powtórzyć, biorąc, zamiast pierwotnie ocenionych, średnice wynikające z pierwszego obliczenia.

Rury odwadniające miewają średnice 0,5 do 0,7 razy większe niż przynależne rury parowe, stosownie do tego czy opadają pionowo, czy też leżą prawie poziomo. Jednakże rury poniżej 19 mm prześwitu nie zalecają się wogóle na przewody odwadniające, a gdy rury parowe mają 25 do 44 mm prześwitu, to przynależne rury odwadniające miewają 25 mm prześwitu.

Dla zwykłych, parowych zładów ogrzewczych możemy, zwłaszcza do projektu przedwstępnego, zaoszczędzić sobie mozolnego obliczania podług dokładnych wzorów powyższych, posiłkując się wzamian tablicami z podręcznika Rietschel'a *).

W nowszych czasach ogrzewanie parowe, nizkoprężne starano się udoskonalić w dwóch zwłaszcza kierunkach:

1) Przez zastosowanie miarkowników, nastawiających dopływy do poszczególnych grzejników tak, aby w pokoju lub sali utrzymywać stale tę temperaturę, na jaką miarkownik nastawimy. Właściwy miarkownik, otwierając lub przymykając maleńki zaworek na dodatkowym przewodzie powietrza sprężonego, działa za jego pośrednictwem na przeponę, która nastawia zawór przy grzejniku.

2) Przez utrzymywanie dowolnie zmiennej próżni w sieci zamkniętej, można parować wodę przy pożądanej temperaturze (nawet znacznie niżej 100°), przystosowanej do chwilowej potrzeby, co dozwala w sposób zespolony miarkować wydajność całego zładu ogrzewczego równo dokładnie, jak w ogrzewaniach wodą ciepłą, a nawet ze skutkiem prędszym, a to z powodu mniejszej pojemności cieplikowej zładów parowych.

Urządzenia powyżej wspomniane są jednakże jeszcze dość złożone w swym ustroju.

---

*) H. Rietschel, Leitfaden zum Berechnen und Entwerfen von Lüftungs- und Heizungs-anlagen.

### 3. Ogrzewanie parowo-wodne.

Jest to zwykłe ogrzewanie wodne (p. str. 597 i n.), którego kocioł jednakże ogrzewa się nie bezpośrednio paleniskiem i jego spalinami, lecz parą, doprowadzaną z oddzielnego źródła, często spólnego dla kilku lub kilkunastu takich wodnych zładów ogrzewczych.

### 4. Grzejniki wodne, ogrzewane parą.

Grzejniki, napełnione wodą, ogrzewamy parą poprzez przeponę, pozatem kocioł i cały układ sieci nie różni się od zwykłego ogrzewania parowego. W takiem ogrzewaniu parowem możemy też napełniać grzejniki wodą skraplającą się z pary, a przez otwieranie, wzgl. zamykanie zaworów na odpływach, odprowadzających wodę z różnych poziomów grzejnika, możemy utrzymać w nim poziom wody na określonej wysokości, a natenczas wydajność jednostkowa ciepła z górnych powierzchni parowych grzejnika będzie większa niż z jego dolnych powierzchni, ogrzewanych łagodniej wodą. Układy te zwiększają pojemność cieplikową grzejnika, dozwalają na ogół korzystać z powierzchni ogrzewanych łagodniej wodą, a w czasie silnych mrozów można grzejnik w końcu wspomniany, przez zupełne spuszczenie z niego wody, przemienić w grzejnik czysto parowy.

W zwykłą sieć ogrzewania parowego możemy wstawiać dla poszczególnych pokoi, stosownie do ich przeznaczenia: dla jednych zwykłe grzejniki parowe, dla drugich pierwszy, a dla pozostałych drugi z powyżej opisanych ustrojów grzejników, napełniających się wodą.

### 5. Ogrzewanie powietrzne.

Pokoje ogrzewają się wyłącznie powietrzem ciepłem, do nich doprowadzanem w sposób zupełnie podobny jak w zładach przewietrzających. Stosownie do tego, jakiem grzeiwem ogrzewamy nagrzewnice, rozróżniamy ogrzewania: **spalinowo-powietrzne, wodno-powietrzne, parowo powietrzne,** a nawet **parowo-wodno-powietrzne.**

Powietrze nagrzane wstępuje do pokoju, zazwyczaj z temperaturą nie ponad 40°, przez nawiewniki tak wysoko położone, aby strumień ciepłego powietrza nie trafiał jeszcze w głowy mieszkańców. Jedynie podczas zagrzewania mieszkań wychłodzonych, dopóki się w nich ludzie nie znajdują, można nawietrzać czasowo powietrzem cieplejszem (do 50°), a w salach wyższych ponad 6 m zalecają się na ten okres zagrzewania nawiewniki dodatkowe, umieszczone tuż nad podłogą.

Jeżeli z tej samej nagrzewni mamy do różnych pokoi doprowadzać powietrze niejednakowej temperatury, to zaleca się do poszczególnych kanałów nawietrzających podprowadzić kanały z powietrzem nienagrzanem i u wlotu do kanału nawietrzającego mieszać ze sobą strumienie powietrza nagrzanego i nienagrzanego, miarkując ich wzajemny stosunek, a więc i temperaturę ich mieszanki, przez nastawianie klapy.

Jako nagrzewnicę możemy stosować dowolnego rodzaju grzejniki lub piece; w piecach jednakże ustrój paleniska powinien być taki, aby można było opalać, oraz oczyszczać piec od popiołu i sadzy z poza nagrzewni. Pożądanem jest, aby powierzchnie nagrzewnicy nie zagrzewały się ponad $100^0$. Warunkowi temu nie odpowiadają jednak nagrzewnice żeliwne lub żelazne, ogrzewane wprost spalinami.

Nagrzewnice, zagrzewane bezpośrednio z paleniska (ogniowe lub spalinowe), budujemy ponajczęściej z cegły, z rur kamionkowych, z żeliwa, rzadziej z żelaza. Prawidłowość budowy takiej nagrzewnicy określają warunki następujące: przenikanie ciepła na wielkie powierzchnie zewnętrzne, co zapobiega ich rozżarzaniu się; równomierne rozdzielanie się ciepła tak na powierzchnię nagrzewnicy, jak i na całą nagrzewnię; możliwie jednakowe przepływanie powietrza wzdłuż rozmaitych części powierzchni nagrzewającej; swoboda wydłużania się poszczególnych części; mała ilość i szczelność spoin; łatwość w oczyszczaniu z kurzu, popiołu i sadzy.

Wydajność z 1 $m^2$ żeliwnej powierzchni nagrzewnicy gładkiej liczyć można po 2000 cpł./godz., a żebrowanej 1200 do 1500 cpł./godz.

**W obliczaniu** wypada rozróżniać 2 przypadki zasadnicze:

1) Wymiana powietrza pozostaje w zależności li tylko od strat ciepła, jakie pokryć mamy.

Jeżeli oznaczymy przez:

$W$ stratę ciepła danego pokoju lub sali, w cpł./godz.,
$L$ objętość wymiany w $m^3$/godz., mierzonej w powietrzu o temperaturze $t^0$,
$t_0$ temperaturę powietrza, wypływającego z nawiewnika,
$t$ temperaturę powietrza, odlatującego we wywiewnik,
$\alpha$ spółczynnik rozszerzalności powietrza na $1^0$,

$$\text{a więc } \alpha = 1 : 273 = 0{,}003665,$$

to otrzymamy wzór:

$$L = \frac{W(1 + \alpha t)}{0{,}307\,(t_0 - t)}.$$

Suma wyników $L$ dla poszczególnych pokoi i sal, ogrzewanych z tej samej nagrzewni, wyrażona w objętości powietrza o $t^0$, przedstawia nam ilość powietrza, jaką nagrzewnica zagrzać musi z temperatury największych mrozów do temperatury $t_0{}^0$.

Przekroje kanałów nawietrzających i wywietrzających obliczamy jednakże nie dla stanu podczas największych mrozów, lecz tak aby działały jeszcze prawidłowo przy zewnętrznej temperaturze $0^0$ i z następującemi zastrzeżeniami: Temperaturę w kanałach nawietrzających należy liczyć:

$$t' = \frac{W_0(1 + \alpha t)}{0{,}307\,L'} + t,$$

w którym to wzorze $W_0$ oznacza stratę ciepła przy $0^0$, a

$$L' = m\,L,$$

wreszcie spółczynnik $m$ posiada wartości, podane w tablicy poniższej:

**Tablica wartości $m$.**

| Temperatura w nawiewnikach podczas mrozów $-20^0$ | Temperatura w pokojach i salach | |
|---|---|---|
| | $+20^0$ | $+15^0$ |
| $t' = 36^0$ | 0,714 | 0,643 |
| $= 40^0$ | 0,725 | 0,687 |
| $= 50^0$ | 0,732 | 0,698 |

2) Wymiana powietrza w każdym pokoju lub sali jest z góry określona, a wypada obliczyć temperaturę, z jaką powietrze ma wstępować w nawiewniki do każdego poszczególnego pokoju lub sali. Temperaturę tę obliczamy podług wzoru:

$$t' = \frac{W(1+\alpha t)}{0{,}307\,L} + t.$$

Z wyników tego obliczenia wybieramy największy $t_1'$; do tej też temperatury musimy nagrzewać powietrze w nagrzewni. Do pokojów, wymagających takiej temperatury $t_1'$, doprowadzamy to nagrzane powietrze bez domieszki chłodnego, do pozostałych zaś, dla których temperatura $t'$ ma być niższa, dodajemy do powietrza nagrzanego stosowną ilość powictrza chłodnego. Mieszanie to uskuteczniamy przez stosowne nastawienie klapy u zbiegu kanału, prowadzącego powietrze nagrzane, z kanałem na powietrze chłodne.

Jeżeli dla danego pokoju oznaczymy przez $L$ z góry określoną objętość wymiany w $m^3$, mierzoną przy temperaturze $t$, a przez $t_0$ temperaturę na dworze, to objętość owa, sprowadzona do temperatury $t^0$, będzie:

$$L_0 = \frac{L(1+\alpha t_0)}{1+\alpha t}.$$

Z tej ilości część ma iść jako domieszka chłodna, omijając nagrzewnię, resztę zaś musimy nagrzać z $t_0$ do $t_1'$, a mianowicie ilość o objętości:

$$L_1 = \frac{L(1+\alpha t_0)(t'-t_0)}{(1+\alpha t)(t_1'-t_0)}.$$

We wzorze tym $t'$ oznacza temperaturę mieszaniny, nawietrzającej dany pokój, a $t_1'$ temperaturę powietrza, wychodzącego z nagrzewni.

Nagrzewnicę obliczamy podług potrzeby ciepła przy najniższej temperaturze zewnętrznej, sieć kanałów natomiast dla najwyższej temperatury zewnętrznej, przy jakiej jeszcze mamy zapewnić ową z góry określoną wymianę powietrza.

Jeżeli, przy obliczaniu temperatur $t'$, dla pewnych pokoi temperatura ta, z danej wymiany $L_0$, wypadnie za wysoka, to dobieramy

w nagrzewni odpowiednią temperaturę $t_1'$, a wymianę tych pokoi, dla których $t' > t_1'$, zwiększamy stosownie z $L_0$ na $nL$ tak, aby pokój ogrzewał się dostatecznie. W takim przypadku do obliczenia sieci kanałów (przy najwyższej temperaturze zewnętrznej podczas przewietrzania) należy liczyć większą z dwóch objętości, t. j. $L_0$, albo $nL$. Wartość spółczynnika $n$ podano w tablicy poniższej, w założeniu, że największe mrozy nie przekraczają — 20°.

**Tablica wartości spółczynnika $n$.**

| Najwyższa temperatura zewnętrzna, przy której naznaczona wymiana ma być jeszcze zapewniona | Temperatura u nawiewnika | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 36° | 40° | 50° | 36° | 40° | 50° |
| | Największe mrozy — 20°, w pokoju + 20° | | | Największe mrozy — 20°, w pokoju + 15° | | |
| 0° | 0,717 | 0,721 | 0,733 | 0,684 | 0,685 | 0,698 |
| + 5° | 0,632 | 0,638 | 0,650 | 0,577 | 0,581 | 0,592 |
| + 10° | 0,530 | 0,538 | 0,547 | 0,436 | 0,441 | 0,452 |

Do obliczenia kanału zakładamy w nim temperaturę $t'$ podług wzoru:

$$t' = \frac{W'(1 + \alpha t)}{0{,}307\, L'} + t,$$

w którym $W'$ oznacza stratę ciepła, pokrywaną przez dany kanał przy temperaturze zewnętrznej, przy której mamy jeszcze zapewnić naznaczoną z góry wymianę powietrza, a $L'$ oznacza większą z powyższych dwóch objętości $L_0$, wzgl. $nL$.

Dalsze obliczenie sieci kanałów jest zupełnie podobne do obliczenia sieci przewietrzających, podanego na str. 579 i n.

---

# III. PRZENIKANIE CIEPŁA.

## a. Napływ, przepływ i wypływ ciepła przy przenikaniu przez ścianki.

### 1. Napływ ciepła z płynu na powierzchnię, lub odwrotnie.

Jeżeli oznaczymy przez:

$F$ pole powierzchni, w m²,
$\vartheta$ temperaturę powierzchni, w stopniach,
$t$ temperaturę płynu (cieczy lub gazu), w stopniach,
$z$ trwanie napływu ciepła, w godz.,
$Q$ ilość ciepła, napływającego z płynu na powierzchnię, w cpł. (gdy wynik jest odjemny, ciepło wypływa z powierzchni do płynu),

$\alpha$ spółczynnik napływu ciepła, w cpł. na godzinę i 1 m², oraz na 1° różnicy temperatur, a mianowicie napływu ciepła z płynu na powierzchnię lub odwrotnie wypływu ciepła z powierzchni do płynu, gdyż obydwie te wartości są jednakowe, to otrzymamy wzór:

$$Q = \alpha F z (t - \vartheta).$$

Wartość spółczynnika $\alpha$ zależy nietylko od rodzaju powierzchni i płynu, ale i od warunków ruchu płynu względem powierzchni, a wartość ta bywa:

1) Napływ ciepła z wody lub innej cieczy wrzącej:

$$\alpha = 10000;$$

żwawe krążenie cieczy powiększa, a jego brak zmniejsza tę wartość.

2) Napływ ciepła z pary się skraplającej: ta sama wartość, t. j.

$$\alpha = 10000;$$

przez należyte odpowietrzanie i szybkie usuwanie wody skroplonej napływ zwiększa się, a w przeciwnym razie zmniejsza.

3) Napływ ciepła z cieczy nie wrzących i w stanie spokoju:

$$\alpha = 500;$$

wartość ta podlega zmianom w zależności od krążenia wśród cieczy, uwarunkowanego postacią powierzchni i grubością warstwy cieczy.

Jeżeli ciecz płynie wzdłuż powierzchni z prędkością $v$ m/sek., lecz tylko w granicach $v = 0{,}05$ do 2 m/sek., to

$$\alpha = 300 + 1800 \sqrt{v}.$$

Gdy wodę wprawiamy w ruch mieszadłami, spółczynnik $\alpha$ wzrasta, a wartość jego będzie:

$$\alpha = 2000 \text{ do } 4000,$$

a to zależnie od skuteczności mieszadła.

4) Z powietrza, gazów i przegrzanych par w stanie spoczynku, średnio: $\alpha = 4;$

lecz zależnie od krążenia wewnętrznego, a więc od postaci powierzchni i t. p., wartość spółczynnika waha się w granicach:

$$\alpha = 2 \text{ do } 8.$$

Wreszcie gdy gazy te płyną wzdłuż powierzchni z prędkością $v = 1$ do 100 m/sek., natenczas będzie:

$$\alpha = 2 + 10 \sqrt{v}.$$

## 2. Przenikanie ciepła przez ściankę, rozgradzającą dwa płyny.

### $\alpha$. Przenikanie ciepła przez ścianki płaskie.

Jeżeli oznaczymy przez:

$t_1$ temperaturę płynu cieplejszego, w stopniach,
$t_2$ temperaturę płynu chłodniejszego, w stopniach,
$\vartheta_1$, wzgl. $\vartheta_2$ temperatury obustronnych powierzchni ścianki, w stopniach,

$F$ pole powierzchni ścianki, w $m^2$,
$\alpha_1$, wzgl. $\alpha_2$ spółczynniki napływu ciepła z obydwóch płynów na powierzchnie ścianki,
$\delta$ grubość ścianki, w m,
$\lambda$ spółczynnik przewodnictwa ciepła w tworzywie ścianki, t. j. ilość ciepła w cpł./godz., przepływającą przez przekrój 1 $m^2$, na jeden stopień różnicy temperatury między przekrojami skrajnymi, leżącymi we wzajemnym odstępie 1 m,
$k$ spółczynnik całkowitego przenikania ciepła przez ściankę, a więc napływu, przepływu i wypływu ciepła, w cpł./godz. i na $1^0$ różnicy temperatur,
$Q$ i $z$ te same wielkości jak powyżej pod **1**, to otrzymamy wzór:

$$Q = kFz(t_1 - t_2);$$

a spółczynnik $k$ przenikania otrzymamy ze związku:

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta}{\lambda}.$$

Temperatury obustronnych powierzchni ścianki określamy wzorami:

$$\vartheta_1 = t_1 - \frac{k}{\alpha_1}(t_1 - t_2), \text{ oraz } \vartheta_2 = t_2 + \frac{k}{\alpha_2}(t_1 - t_2).$$

**Spółczynniki $\lambda$ przewodnictwa ciepła rozmaitych tworzyw,** w cpł./godz. i $1^0$ różnicy, przez 1 $m^2$, na odległość 1 m *).

| | | | |
|---|---|---|---|
| Alkohol | 0,18 | Mur z kamienia łomowego | 1,3 do 2,1 |
| Bawełna | 0,012 do 0,016 | Nafta | 0,13 |
| Cegła | 0,70 | Nikiel | 50 |
| Cement | 0,06 | Oliwa | 0,15 |
| Cyna | 55 | Ołów | 30 |
| Cynk | 95 | Otuliny (p. T. I str. 305) | 0,05 do 0,15 |
| Gliceryna | 0,25 | Pilśń | 0,03 |
| Glin | 175 | Platyna | 60 |
| Glina | 0,70 | Powietrze | 0,02 |
| Kamień kotłowy | 2 | Rtęć | 6 |
| Kauczuk | 0,17 do 0,3 | Smary olejne | 0,1 |
| Konstantan (stop o stałem przewodnictwie elektrycznem, mimo zmieniającej się temperatury) | 20 | Sośnina (wzdłuż włókien) | 0,1 |
| | | „ (w poprzek „) | 0,03 |
| Korek | 0,26 | Srebro | 360 |
| Kreda | 0,8 | Stal miękka | 35 do 45 |
| Lód | 2 | „ szklisto twarda | 22 |
| Marmur | 0,43 do 0,65 | Szkło | 0,35 do 0,70 |
| Miedź czysta | 355 | Tektura | 0,16 |
| „ zwykła | 300 | Twardziec (kwarzec) | 0,035 |
| Mosiądz | 55 do 110 | Węgiel kamienny | 0,11 |
| | | Woda | 0,5 |

*) Landolt i Bernstein, Physikalisch-chemische Tabellen.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Wojłok . . . . . | 0,03 | Żelazo skowalne . | 50 do 60 |
| Złoto . . . . . | 250 | Żeliwo (żelazo lane). . . | 40 |

## Kilka przypadków szczególnych przenikania ciepła przez ścianki płaskie, jednakowej grubości.

Podstawiając we wzorze powyższym na $\frac{1}{k}$ wartość:

$$\frac{1}{k_0} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2}, \text{ otrzymamy:}$$

$$k = \frac{k_0}{1 + k_0 \frac{\delta}{\lambda}},$$

a wartości $k_0$ w poszczególnych przypadkach będą:

Ciepło przenika z pary do cieczy wrzącej $k_0 = 3000$ do $6000$

„ „ „ „ „ nie wrzącej:

ciecz w spokoju . . . . . $k_0 = 300$ do $600$

ciecz płynie. . . . $k_0 = 1700 \sqrt[3]{v}$ ($v$ od 0,05 do 2 m/sek.)

ciecz poruszana mieszadłem . . . . . $k_0 = 1500$ do $2500$

Gdy ścianka jest metalowa, zwłaszcza miedziana lub mosiężna, i bardzo cienka, zaniedbując wyraz $k_0 \frac{\delta}{\lambda}$, możemy liczyć $k = k_0$.

Ponieważ wartość $\frac{1}{\alpha}$ dla powietrza lub gazu jest bardzo wielka, w stosunku do tejże wartości dla wody wrzącej lub skraplającej się pary, wreszcie w stosunku do wartości $\frac{\delta}{\lambda}$ dla cienkich ścianek metalowych, możemy zaniedbywać w stosownych przypadkach wartości w końcu wspomniane i zakładać, że $\vartheta_1 = \vartheta_2$, a natenczas będzie:

Gdy ciepło przenika z wody wrzącej lub ze skraplającej się pary, przez cienką ściankę metalową, w powietrze lub gaz, albo też odwrotnie:

$$k = \alpha \text{ (wartości dla powietrza);}$$

gdy zaś ciepło przenika z powietrza (lub gazu), przez takąż ściankę, do powietrza (lub gazu), będzie:

$$k = \frac{\alpha_1 \alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2}.$$

A że ponajczęściej będzie $\alpha_1 = \alpha_2$, więc w takim przypadku wzór ten uprości się jeszcze na:

$$k = \frac{\alpha}{2}.$$

## Przenikanie ciepła przez ściankę, przy zmieniającej się temperaturze obustronnych płynów.

Gdy się temperatura płynu cieplejszego, skutkiem oddawania ciepła, obniża z $t_1'$ do $t_1''$, a równocześnie płyn chłodniejszy, skutkiem wchłaniania ciepła, się zagrzewa z $t_2'$ do $t_2''$, to ilość ciepła, przenikłego podczas okresu $z$ godzin, będzie:

$$Q = k F z \frac{(t_1' - t_2') - (t_1'' - t_2'')}{\ln \frac{t_1' - t_2'}{t_1'' - t_2''}}.$$

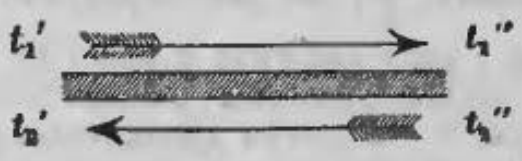
A jeżeli przez $G_1$, wzgl. $G_2$ oznaczymy ilości owych płynów w kg, przez $c_1$ zaś, wzgl. $c_2$ ich ciepliki właściwe (p. T. I str. 317), to otrzymamy dodatkowe dwa związki, a mianowicie:

$$Q = c_1 G_1 (t_1' - t_1''), \text{ wzgl. } Q = c_2 G_2 (t_2'' - t_2').$$

Wzory powyższe zatrzymują swą ważność i w tych przypadkach, gdy płyny przepływają wzdłuż powierzchni, a natenczas wypada rozróżniać spółprądy (rys. 1067) od przeciwprądów (rys. 1068). W rysun-

Rys. 1067.

Rys. 1068.




kach tych oznaczono temperatury w poszczególnych punktach w sposób zgodny ze znakowaniem wzorów powyższych.

Do wszystkich tych przypadków można też stosować następujący wzór przybliżony:

$$Q_0 = k F z \left( \frac{t_1' + t_1''}{2} - \frac{t_2' + t_2''}{2} \right),$$

a tablica poniższa podaje stosunki wyniku $Q_0$ wzoru przybliżonego i dokładnej wartości $Q$, wynikającej ze wzoru ścisłego. Dane tej tablicy mogą też posłużyć do wprowadzenia poprawek we wyniki wzoru przybliżonego.

| $\frac{t_1' - t_2'}{t_1'' - t_2''} = \{$ | 1 | 1,5 albo $^2/_3$ | 2 albo $^1/_2$ | 3 albo $^1/_3$ | 4 albo $^1/_4$ | 5 albo $^1/_5$ | 10 albo $^1/_{10}$ | 100 albo $^1/_{100}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\frac{Q_0}{Q} =$ | 1 | 1,014 | 1,038 | 1,099 | 1,154 | 1,210 | 1,410 | 2,35 |

Tablica i wzory powyższe nie tracą swej ważności i w tym przypadku, gdy tylko jeden z płynów zmienia swą temperaturę, podczas gdy drugi pozostaje w temperaturze stałej: wypada natenczas założyć tylko $t_1'' = t_1'$, albo też odwrotnie $t_2'' = t_2'$.

**Skraplając parę** i chłodząc dalej wodę skroploną, powinniśmy obliczenie rozdzielać na dwie części i obliczać oddzielnie przenikanie ciepła przez ściankę dla skraplania pary i oddzielnie dla dalszego chłodzenia wody skroplonej.

**Przenikanie ciepła przez ściankę wielowarstwową.** Jeżeli ścianka składa się z kilku warstw o grubościach $\delta$, $\delta'$, $\delta''$..., a tworzywa tych warstw mają przewodnictwa $\lambda$, $\lambda'$, $\lambda''$..., i jeżeli zaniedbamy opór przy wypływie z jednej warstwy na drugą, który to opór, przy szczelnem zetknięciu się warstw, będzie nieznaczny, to otrzymamy spółczynnik całkowity oporu dla przenikania ciepła przez taką ściankę wielowarstwową:

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{\delta'}{\lambda'} + \frac{\delta''}{\lambda''} + \dots$$

Jeżeli jednak dwie takie warstwy sąsiednie nie przylegają do siebie ściśle, lecz pozostawiają między sobą pewną przestrzeń swobodną, to przestrzeń taką należy liczyć za oddzielną warstwę powietrzną i uwzględniać dla niej nietylko opór przepływu $\frac{1}{\lambda}$, lecz i opory $\frac{1}{\alpha}$, tak przy wypływie z pierwszej warstwy do powietrza, jak i przy napływie z niego na warstwę następną.

Zanieczyszczenie powierzchni ścianki o przewodnictwie $\lambda$ i grubości $\delta$ warstewką zanieczyszczającą, o grubości $\delta'$, a z tworzywa o przewodnictwie $\lambda'$, zmniejsza przenikalność warstwy dla ciepła w stosunku:

$$\frac{Q'}{Q} = \frac{k'}{k} = \frac{1}{1 + \frac{\delta'}{\lambda'} k}.$$

**Przykłady.** Ścianka miedziana, ogrzewana parą, ogrzewa wodę wrzącą, a gdy jej powierzchnie są zupełnie czyste, ich spółczynnik $k$ niechaj będzie 3000. Zanieczyszczenie jednej powierzchni warstwą osadu, 1 mm grubą ($\delta' = 0{,}001$), o przewodnictwie $\lambda' = 1$, zmniejszy wydajność ciepła w stosunku $Q' : Q = 1 : 4$. Taka sama warstwa osadu na powierzchni kotła, ogrzewanego spalinami, jeżeli powierzchnia w stanie czystym miała pierwotnie przenikalność $k = 20$, zmniejszy ją tylko w stosunku $Q' : Q = 0{,}98$.

### $\beta$) Przenikanie ciepła przez ścianki walcowate.

Oprócz znakowań, powyżej już objaśnionych, oznaczymy jeszcze dodatkowo przez:

$d_z$ zewnętrzną średnicę rury, w m,
$d_w$ wewnętrzną średnicę rury, w m,
$d_p$ średnicę powierzchni przylegania wzajemnego obydwóch warstw, w m, w przypadku, gdy ścianka rury składa się z dwóch warstw,
$l$ długość rury, w m.

Ilość ciepła, przenikająca przez zwykłą jednowarstwową ściankę rury, określa się wzorem:

$$Q = l\pi z \frac{t_1 - t_2}{\frac{1}{\alpha_1 d_w} + \frac{1}{\alpha_2 d_z} + \frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_z}{d_w}},$$

ważnym dla przypadku, gdy płyn cieplejszy znajduje się wewnątrz rury, w przypadku odwrotnym wypada we wzorze przestawić nawzajem wielkości $\alpha_1$ i $\alpha_2$. Gdy natomiast ścianka rury składa się z dwóch warstw o przewodnictwie $\lambda_w$ warstwy wewnętrznej (np. rury właściwej) i $\lambda_z$ warstwy zewnętrznej (np. otuliny, osadu i t. p.), natenczas ilość ciepła, przenikająca przez ściankę, będzie:

$$Q = l\pi z \frac{t_1 - t_2}{\frac{1}{\alpha_1 d_w} + \frac{1}{\alpha_2 d_z} + \frac{1}{2\lambda_w} \ln \frac{d_p}{d_w} + \frac{1}{2\lambda_z} \ln \frac{d_z}{d_p}}.$$

I ten wzór stosuje się bezpośrednio w przypadku, gdy płyn cieplejszy znajduje się wewnątrz rury, w przypadku odwrotnym zaś wypada znów przestawić nawzajem wielkości $\alpha_1$ i $\alpha_2$.

Do **zwykłych rur** o ściankach metalowych można z dostateczną ścisłością stosować wzory, podane poprzednio dla ścianek płaskich, wszakże z następującemi zastrzeżeniami:

Jeżeli spółczynniki $\alpha_1$ i $\alpha_2$ napływu ciepła z płynów na powierzchnię są w przybliżeniu jednakowe, to jako pole ścianki przenikalnej należy liczyć powierzchnię pośrednią między zewnętrzną a wewnętrzną, czyli za średnicę rury brać wielkość $^1/_2 (d_z + d_w)$.

Gdy spółczynniki $\alpha_1$ i $\alpha_2$ różnią się znacznie w swych wartościach, natenczas trzeba za powierzchnię przenikania liczyć tę, przy której znajduje się płyn o mniejszym spółczynniku $\alpha$.

W kotłach parowych i wodnych za powierzchnię ogrzewaną liczymy zatem powierzchnię stykającą się ze spalinami, a więc w płomienicach i płomieniówkach wewnętrzną, w opłomkach zewnętrzną, w przegrzewaczach natomiast liczymy powierzchnię pośrednią.

## b. Promieniowanie ciepła.

Gdy dwa ciała o niejednakowej temperaturze stoją naprzeciwko siebie, ciepło z ciała cieplejszego promieniuje na zimniejsze, które wchłania w siebie owe ciepło napromieniowane i nabiera pozoru, jakoby samo promieniowało chłód. Dlatego też mówimy, aczkolwiek niezupełnie ściśle, i o promieniowaniu zimna.

Przypadek najprostszy otrzymamy, gdy powierzchnia $F$ ciała cieplejszego (np. rury parowej, grzejnika, pieca i t. p.) posiada stałą temperaturę bezwzględną $\Theta$ i gdy jest otoczona chłodniejszemi powierzchniami (np. ścian, mebli i t. p.) również o stałej bezwzględnej temperaturze $T$, natenczas ilość ciepła wypromieniowanego $Q$ określą nam wzory:

podług Dulong'a i Petit'a: $Q_r = C_1 F z (1{,}0077^{\Theta} - 1{,}0077^{T})$,

podług Stefan'a: $$Q_r = C_2 F z \left[ \left(\frac{\Theta}{100}\right)^4 - \left(\frac{T}{100}\right)^4 \right],$$

podług Rosetti'ego: $$Q_r = C_3 F z \left[ \left(\frac{\Theta}{100}\right)^2 - 1{,}9 \right] (\Theta - T).$$

Gdy chodzi o ilość zimna wypromieniowanego, np. z przewodów oziębiających, należy we wzorach powyższych zastąpić $\Theta$ przez $T$ i na odwrót.

Stałe $C_1$, $C_2$, $C_3$ owych wzorów wahają się co do swej wartości w szerokich granicach, a to w zależności przeważnie od mniejszego lub większego stopnia wygładzenia powierzchni.

Dla zwykłych powierzchni metalowych, częściowo już utlenionych, dla murów, papieru, drzewa, tkanin, powłoki z farby olejnej, oraz dla rozżarzonego i płomieniującego paliwa, można wartości owych stałych liczyć średnio:

$$C_1 = 52{,}35\ ^*) \qquad C_2 = 4, \qquad C_3 = 0{,}5.$$

Natomiast powierzchnie metalowe, błyszcząco wygładzone promieniują zaledwie $^1/_{10}$ tej ilości ciepła.

### c. Przenikanie ciepła przy jednoczesnym napływie i promieniowaniu.

Ścianka o powierzchni $F$ (m²) przez $z$ godzin z płynu o temperaturze $t_1$ przeprowadzi na drugą stronę, do płynu o temperaturze $t_2$, ilość ciepła:

$$Q = K F z (t_1 - t_2),$$

w którym to wzorze spółczynnik $K$ przyjmuje wartości, zależne od warunków szczególnych, a mianowicie:

**1.** Ciepło przenika z wody lub pary, poprzez ściankę metalową, w powietrze, np. z grzejnika parowego lub wodnego:

$$K = k + 0{,}5 \left[ \left(\frac{T_1}{100}\right)^2 - 1{,}9 \right].$$

We wzorze tym dla powietrza spokojnego $k = 4$, a $T_1$ (zgodnie z wzorem Rosetti'ego z pod **b**) będzie temperaturą bezwzględną pary, względnie wody.

**2.** Powierzchnia kotłów ogrzewana ogniem **bezpośrednio:**

$\alpha$) **Palenisko wewnętrzne:**

$$K = k + 0{,}5 \frac{F_r}{F} \left(\frac{T_1}{100}\right)^2,$$

w którym to wzorze $F_r$ oznacza powierzchnię rusztu, $F$ bezpośred-

*) Pierwotny wzór Dulong'a i Petit'a dla temperatur podług skali Celsiusza, ma stałą $C_1' = 425$.—Wzór ów przekształcono powyżej na temperatury bezwzględne, ze stałą $C_1 = 52{,}35$.

nio ogrzewaną powierzchnię kotła, a $T_1$ temperaturę bezwzględną nad rusztem, a więc temperaturę spalania.

Sam zaś spółczynnik $k$ zależy w znacznej mierze od prędkości lotu spalin, a zatem i od ilości $B$ kg węgla, spalanego na godzinę i na 1 m² rusztu. Średnio liczyć można:

$$k = 2 + 2\sqrt{B}.$$

**β) Palenisko podolne.**

$$K = k + C\left(\frac{T_1}{100}\right)^2,$$

we wzorze tym stała $C = 0{,}4$ do $0{,}6$, a najlepiej liczyć ją średnio $0{,}5$, gdyż doświadczenia praktyczne wykazały dla tej wartości zgodność wyników wzoru z wynikami doświadczeń. Wartość spółczynnika $k$ i znaczenie temperatury $T_1$ są te same, jak dla palenisk wewnętrznych.

# DZIAŁ PIĘTNASTY.

# STATYKA BUDOWLANA*) (ORAZ MOSTY ŻELAZNE).

## I. CZĘŚĆ OGÓLNA.

### A. Obliczenia statyczne.

**1. Statycznie obliczać należy:**

a) wszystkie zeskłady żelazne i żeliwne;

b) zeskłady drewniane większych rozpiętości i niezwykłego ustroju, dla których doświadczenie nie wyrobiło jeszcze prawideł;

c) podłęcza i sklepienia, ich opory i ściągi, podobnie jak pod b);

d) murowane kolumny, filary, ściany, mury, kominy odosobnione i t. d., jeżeli ich przekroje są tak skąpe, że wymagają określenia naprężeń, powodowanych obciążeniami i wiatrem;

e) zeskłady żelazno-betonowe, o ile nie sprawdzono ich wytrzymałości przez obciążenia próbne;

f) rozmiary podstaw posady (mianowicie posad niezwykłych, por. str. 149 i nast.), w celu możliwie równomiernego rozłożenia ciśnienia na grunt.

**2. Kolejność obliczeń** **). Dla mostów żelaznych oznaczamy najpierw wymiary pomostu, a mianowicie określając kolejno: chodniki z ich wsporami, pokład pod jezdnię, podłużnice i poprzecznice; potem obliczamy dźwigary główne, wreszcie filary i ich posady.

Podobnie postępujemy i z **budynkami**, obliczając najpierw dach, następnie kolejno stropy, kolumny, ściany niezwykle obciążone, zeskłady nad otworami drzwi i okien, podłęcza i sklepienia, wraz z ich oporami; wreszcie ściągi, o ile ich już nie obliczono przy poszczególnych częściach budowli, w których się znachodzą. Zakończeniem bywa zazwyczaj obliczenie podstawy posad, albo też szczegółowe obliczenie całości posadowienia, jeśli ono jest ustroju niezwykłego, przyczem wypada uwzględnić właściwość i nośność gruntu uprzednio zbadanego.

---

*) M. Thullie, „Podręcznik statyki budowli", Lwów 1886, nakł. autora. M. Thullie, „Podręcznik teoryi mostów", Lwów 1889, nakł. autora.

**) Rozporządzenie prusk. minister. robót publicznych z 1 maja 1903. — I D 3216: Vortschriften für das Entwerfen der Brücken mit eisernem Ueberbau. Nakład W. Ernst i syn. Berlin.

Dla poszczególnych części budowli należy kolejno obliczać:

1. działające siły zewnętrzne, t. j. obciążenie całkowite, składające się z wagi własnej i obciążenia użytkowego, jako też, stosownie do okoliczności, i z sił pojawiających się skutkiem czynników atmosferycznych, jak wiatru i śniegu;

2. rachunkiem lub wykreślnie siły wewnętrzne, pojawiające się w częściach zeskładu, oraz ich rodzaj (ciągnienie, ciśnienie, gięcie, wyboczenie i t. d.), a w sklepienia i w ich opory należy nadto wkreślić linie naporowe, t. j. wykresowe środków parć na spoiny, i zbadać stateczność ich ustroju;

3. przekroje poszczególnych części zeskładu;

4. rodzaj złączy między poszczególnemi częściami, ich grubości i rozkład nitów, śrub i t. d.

**3.** Dopiero po sprawdzeniu stateczności i wytrzymałości całego ustroju, przystępujemy do **obliczania objętości** i wag, będących podstawą **kosztorysu**, do którego, wrazie potrzeby, dołącza się i **opis techniczny**.

## B. Obciążenia.

### a. Wagi własne tworzyw (materyałów) budowlanych.

#### α) Podług przepisów, obowiązujących w Prusach.

Przepisy berlińskiej policyi budowlanej, z d. 21 lutego 1887, i Wydziału budowlanego pruskiego ministeryum robót publicznych, z d. 16 maja 1890.

| Tworzywo | kg/m³ | Tworzywo | kg/m³ |
|---|---|---|---|
| Ziemia, glina i piasek . | 1600 | Asfalt . . . . . | 1500 |
| Żwir . . . . . | 1800 | Żużel i popiół z koksu | 600 |
| Mur z klinkierów, na zaprawie cementowej*) | 1800 | Gips lany . . . . . | 970 |
| Mur z cegły pełnej . . | 1600 | Łupek . . . . . | 2700 |
| Mur z cegły dziurkowatej . . . . . | 1000-1200 (B. p. b. 1300) | Szkło . . . . . | 2600 |
| | | Jedlina . . . . . | 600 |
| | | Sośnina . . . . . | 650 |
| Mur z cegły dziurowanej lub dętej . . | 1300 | Dębina . . . . . | 800 |
| | | Buczyna . . . . . | 750 |
| Mur z dziurowanej cegły dziurkowatej . . | 900 (B. p. b. 1100) | Żeliwo . . . . . | 7250**) |
| | | Żelazo zlipne . . . . | 7800**) |
| Mur z cegły pumeksowej . . . . . | 850 | Żelazo zlewne . . . | 7850**) |
| | | Stal zlewna i stal walcowana . . . . . | 7860**) |
| Mur z wapienia . . . | 2600 | Ołów . . . . . | 11420 |
| Mur z piaskowca . . | 2400 | Spiż (bronz) . . . . | 8600 |
| Mur z granitu lub marmuru . . . . . | 2700 | Miedź . . . . . | 8900 |
| Beton, stosownie do materyału . . . . . | 1800-2200 (B. p. b. 2000) | Cynk lany . . . . . | 6860 |
| | | Cynk walcowany . . | 7200 |
| Beton z wkładkami żelaznemi (żelazo-beton)***) | 2400 | „B. p. b." jest skróceniem, oznaczającem: Berlińska policya budowlana. | |
| Słupień (bazalt) . . . | 3200 | | |

*) Nie objęte przepisami urzędowymi.

**) Zaczerpnięto z „Warunków szczegółowych na wykonanie dostawy i ustawianie większych zeskładów żelaznych", a pruskie minist. robót publ. zatwierdziło (25 listopad 1891) te wagi.

***) Podług rozporządzenia pruskiego ministra robót publ. z 16. 4. 1904 — III B 2786 (Zeits. d. Bauv. 1904, str. 253 i n.)

*β)* **Podług prawideł Towarzystwa austryackich inżynierów i budowniczych*).**

| Tworzywo | kg/m³ | Tworzywo | kg/m³ |
|---|---|---|---|
| Dębina . . . . . | 800 | Żużel ziarnowany (wielkopiec.). . . | 850 |
| Buczyna. . . . . | 750 | Popiół z węgla kamiennego. . . . | 750 |
| Drzewo modrzewiowe | 650 | Zaprawa wapienna, wyschnięta . . . | 1520 |
| Sośnina . . . . . | 600 | Zaprawa cementowa (portl. lub rom.) . | 1700 |
| Jedlina . . . . . | 550 | Asfalt lany (ze żwirkiem) . . . . . | 2100 |
| Świerczyna. . . . . | 500 | Asfalt stłaczany . . | 2040 |
| Żelazo zlipne . . . | 7800 | „Terazzo“ (posadzka z tłucznia marmur.) | 2200 |
| „ zlewne. . . | 7850 | Beton żuzlowo-gipsowy . . . . . | 1250 |
| Surówka żelazna i żeliwo. . . . . | 7300 | Płyty gipsowe. . . | 1000 |
| Ołów . . . . . | 11400 | Beton ze żużla na zapr. cement. . . | 1000-1300 |
| Miedź. . . . . | 8900 | Szkło. . . . . | 2600 |
| Cynk . . . . . | 7200 | Ziemia nasypowa . | 1350-1500 |
| Mur z cegły pełnej z wyprawą . . . | 1500-1700 | Korkowiec . . . . | 330 |
| Mur z cegły pustej z wyprawą . . . | 1140-1350 | Trocinowiec (ksylolit) . . . . . | 1400 |
| Mur z klinkierów z wyprawą . . . | 1920-2000 | Płyty kamionkowe (na posadzki) . . | 2300 |
| Mur z kamienia łom. z wyprawą . . . | 1900-2500 | Glina . . . . . | 1500-1800 |
| Mur z ciosów z wyprawą. . . . . | 2000-2700 | Miał torfowy . . . | 200-400 |
| Beton na zaprawie cementowej . . . | 1900-2500 | | |
| Gruz budowlany . . | 1400 | | |
| Piasek mularski . . | 1400 | | |

## b. Wagi własne i obciążenia w budynkach.

### I. Przepisy Wydziału budowlanego prusk. minist. robót publ.

z d. 16 maja 1890.

Uwaga. Co poniżej podano drobnym drukiem [i w nawiasach prostokątnych], nie jest objęte tymi przepisami.

### 1. Stropy.

*α)* **Wagi własne stropów.**

| Stropy o belkach drewnianych | kg/m² | Stropy o belkach drewnianych | kg/m² |
|---|---|---|---|
| **Odstępy belek od osi do osi 1,0 m, przekrój belek 24 × 26 cm.** | | | |
| Belkowanie z powałą, o polepie (warstwa gliny po | | odliczeniu żerdzi) 10 cm grubej . . . . . | 230 |

*) Zeitschr. d. Vereins. d. oster. Ing. u. Arch. 1902, dodatek do № 8.

| Stropy o belkach drewnianych | kg/m² |
|---|---|
| Belkowanie tylko z podłogą, 3,5 cm grubą . . . | 70 |
| Belkowanie, na niem podłoga z desek, 3 cm grubych na zakładkę, i polepa 10 cm gruba . . . | 210 |
| Belkowanie z pułapem ślepym i powałą 11 cm grubą, sięgającą aż do spodu podłogi, 3,5 cm grubej . . . . . | 220 |
| Jak wyżej, lecz zamiast podłogi klepisko gipsowe lub polepa gliniana, grubości 5 do 7 cm . . . . . | 310 |
| Jak przedostatnie, z dodaniem podsufitki 2 cm grubej, otrzcinowanej i wyprawionej . . . . . | 250 |
| Jak wyżej, lecz zamiast podłogi klepisko gipsowe lub polepa gliniana, grubości 5 do 7 cm . . . . . | 340 |
| Belkowanie z powałą pełną, sięgającą do spodu belek, podłoga 3,5 cm gruba . | 360 |

| Stropy sklepione | kg/m² |
|---|---|

**Strzałka = $^1/_8$.**

**Pachwiny zamurowane i wypełnione piaskiem (lub popiołem z koksu) aż po grzbiet zwornika. Legary 10 . 10 cm, w odstępach 0,8 m od osi do osi, podłoga 3,5 cm gruba. W cyfry przepisami objęte (a większym drukiem podane) nie wkluczone wagi belek żelaznych. Wypełnienie przestrzeni między legarami powiększy wagę o 140 kg/m².**

| Sklepienie łęczaste, do 2 m rozpiętości, a $^1/_2$ cegły grube, z cegieł pełnych . | 370 |
|---|---|
| Takież, lecz z cegieł dziurkowatych, lub dziurowanych. . . . . | 310 |
| Takież, lecz z cegieł pumeksowych. . . . . | 260 |
| Sklepienie łęczaste, 2 do 3 m rozpiętości, a $^1/_2$ cegły grube, z cegieł pełnych . | 440 |
| Takież, lecz z cegieł dziurkowatych lub dziurowanych. . . . . | 380 |
| Takież, lecz z cegieł pumeksowych . . . . . | 330 |
| Sklepienia łęczaste, z betonu żwirowo-cementowego, o rozpiętości do 1,5 m . | 370 |
| Stropy żelazno-betonowe (ustroju Monier'a, p. str. 194), łącznie z belkami żelaznemi, podłogą i wyprawą sufitową waży: | |
| Strop z blachy falowanej, z płyt nieckowatych lub z pomostowników, ułożonych w warstwie betonu, 13 cm grubej wraz z nią . | 250 |
| Strop żelazno-gipsowy, na sposób francuski (żelaza 15 do 30 kg, gipsu 220 kg, drzewa 25 kg). . | 270 |
| Strop ze sklepionkowatych płyt Koenen'a (36 cm wysoki, bez podłogi), na obciążenia użytkowe 500 kg/m². . . . . | 300 |

Strop Klein'a (przy zastosowaniu cegieł pumeksowych albo dziurkowatych i dziurowanych, z wypełnieniem, z wyprawą i podłogą (p. str. 195) waży: w budynkach z podłogą drewnianą 210 kg/m², a z posadzką kamienną 290 kg/m²; nad piwnicami poddziedzińcowemi i podprzejazdowemi 350 kg/m². Schody ustroju Klein'a 290 kg/m². Sam strop Klein'a z cegły zwykłej 220 kg/m².

### β) Obciążenia użytkowe stropów *).

| Rodzaj obciążenia | kg/m² |
|---|---|
| Obciążenie użytkowe w domach mieszkalnych i mniejszych służbowych, za wyłączeniem obciążenia przypadkowego, np. aktami i t. p. | 250 |
| Obciążenie użytkowe we większych budynkach biurowych i w sklepach | 400 |
| Obciążenie użytkowe w salach zebrań | 400 |
| Obciążenie użytkowe stropów pod przejazdami i pod dziedzińcami, przystępnymi dla wozów, gdy niema potrzeby uwzględnienia większych ciężarów skupionych (np. nacisków kół) | 800 |
| Obciążenie użytkowe schodów | 400 |
| To samo podług przepisów berl. policyi budowl. | 500 |
| Obciążenie tłumem. | 400 |

| Waga średnia przedmiotów układanych | kg/m² |
|---|---|
| Siano (i słoma) | 100 |
| Pszenica | 760 |
| Żyto | 680 |
| Jęczmień płaskur | 640 |
| Jęczmień czwartak | 510 |
| Owies | 430 |
| Groch fasola lub soczewica | 850 |
| Torf | 600 |
| Węgiel brunatny | 650 |
| Węgiel kamienny | 900 |
| Koks | 450 |
| Lód | 910 |
| Półki z aktami, szafy z książkami i t. p. | 500 |
| Śmieci | 660 |
| Mąka | 700 |
| Kasza | 650 |
| Proso | 850 |
| Rzepak i siemię lniane | 650 |
| Ziemniaki | 700 |
| Cukier | 750 |
| Dla warstw worków, napełnionych przedmiotami powyższymi, liczyć można $^4/_5$ obciążeń powyższych. | |
| Dalsze dane p. str. 627 i 628, oraz str. 481 i 482. | |

## 2. Dachy.

### α) Wagi własne dachów na 1 m² powierzchni pochyłej,

łącznie z krokwiami, łatami i kryćbą. O ile nie dodano poszczególnych uwag lub wymiarów odmiennych, liczono: odstęp wzajemny krokwi 1,0 m, ich przekrój 13 · 16 cm a przekrój łat 4 · 6 cm.

| Rodzaj dachu | kg/m² |
|---|---|
| Dach kryty karpiówką pojedyńczo | 90 |
| Dach kryty karpiówką podwójnie | 120 |
| Dach kryty karpiówką w łuskę | 130 |
| Dach kryty esówką | 90 |
| Takiż z deskowaniem 2,5 cm grubem, pod łatami | 110 |
| Dach kryty łupkówką niemiecką, na deskowaniu 2,0 cm grubem | 85 |
| Dach kryty wpustówką | 110 |
| Dach kryty cynkiem, na deskowaniu 2,5 cm grubem | 40 |
| Dach kryty smołowcem, na deskowaniu 2,5 cm grubem | 35 |

*) Wagi dalszych tworzyw p. str. 12 i 13.

| Rodzaj dachu | kg/m² | Rodzaj dachu | kg/m² |
|---|---|---|---|
| Dach z blachy falowanej, na kątownikach (blacha fal. 150 · 40 · 1,5 mm, płatwy z kątowników w odstępach 2 m i o rozpiętości 2 m) . . . . . | 25 | Dach szklany, na szczeblinownikach żelaznych, łącznie z nimi i ze szklinami (szybami) 4 mm grubemi. . . . . (Szczeblinowniki w odstęp. 0,45 m). | 20 |
| Dach kryty warstwowcem (holccementem), łącznie z deskowaniem 3,5 cm grubem i z krokwiami o przekroju 13 · 18 cm . . . | 180 | Takiż, lecz szkliny 5 mm grube . . . . . (Szczeblinowniki w odstęp. 0,55 m). | 25 |
| | | Takiż, lecz szkliny 6 mm grube . . . . . (Szczeblinowniki w odstęp. 0,55 m). | 30 |

Gdy całkowita waga żelaza w zeskładzie dachowym, **żelaznym**, bez kryćby, jest 35 do 50 kg/m² planu (rzutu poziomego), to na wagę samych **wiązarów dachowych** można w przybliżeniu liczyć 20 do 35 kg/m².

### β) Obciążenie dachów.

**Obciążenie śniegiem** liczą zazwyczaj po 75 kg/m² rzutu poziomego, t. j. warstwę śniegu 0,60 m wysoką, o średniej ciężkości właściwej 0,125. Należy jednak uwzględnić i jednostronne obciążenie śniegiem. Obliczając dachy bardzo strome (wieżowe), możemy nie uwzględniać obciążenia śniegiem. [Począwszy od pochyłości dachu 40°, względem poziomu, możemy liczyć tylko połowę obciążenia powyżej podanego, a dla pochyłości ponad 50° zaniedbać je zupełnie].

## Parcie wiatru.

Dane szczegółowe p. T. I str. 306 i n. Pruskie ministeryum rob. publ. zaleca wzór Lössl'a, podług którego obliczono tablicę poniższą.

### Parcie wiatru $p_1$ na pochyłą płaszczyznę dachu.

| Pochyłość dachu | 1 : 1 | 1 : 1,5 | 1 : 2 | 1 : 2,5 | 1 : 3 | 1 : 3,5 | 1 : 4 | 1 : 4,5 | 1 : 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kąt $\alpha$ tejże pochyłości | 45° | 33°41′ | 26°34′ | 21°48′ | 18°26′ | 15°57′ | 14°2′ | 12°32′ | 11°19′ |
| $p = 125$ kg/m²; $p_1 =$ | 88 | 69 | 56 | 46 | 40 | 34 | 30 | 27 | 25 |
| $p = 250$ kg/m²; $p_1 =$ | 177 | 139 | 112 | 93 | 79 | 69 | 61 | 54 | 49 |

[Dla średnich pochyłości dachu można w przybliżeniu liczyć pionowe obciążenie, wiatrem i śniegiem łącznie, na 100 do 125 kg/m² rzutu poziomego].

**Uwaga.** Uwzględniając należycie obciążenie dachu wiatrem i śniegiem, niepotrzeba już sprawdzać wytrzymałości na obciążenia przez robotników chodzących po dachu, które jednak należałoby uwzględniać w dachach, nie obliczonych na obciążenie śniegiem, np. w krajach bezmroźnych.

## II. Przepisy berlińskiej policyi budowlanej,

z d. 21 lutego 1887.

### Wagi własne i obciążenia poszczególnych części budowli.

| Części budowli | Waga własna w kg/m² | Obciążenie użytkowe w kg/m² | Obciążenie całkowite w kg/m² |
|---|---|---|---|
| Strop o belkach drewnianych, w domach mieszkalnych | 250 | 250 | 500 |
| Takiż, w wytworniach (w fabrykach) i towarowniach (budynkach na składy) | 250 | 500 | 750 |
| Takiż, w spichrzach, łącznie z obciążeniem, (które jednak należy sprawdzać) | · | · | 850—1000 |
| Sklepienia łęczaste $^1/_2$ cegły grube, z cegieł dziurkowatych, w domach mieszkalnych | 350 | 250 | 600 |
| Takież, z cegły pełnej | 380* | 370* | 750* |
| Takież, w wytworniach (w fabrykach) | 380* | 620* | 1000 |
| Sklepienia 1 cegłę grube pod przejazdami i dziedzińcami, dostępnymi dla wozów. | 570* | 680* | 1250 |
| Stropy z blachy falowanej, łącznie z obciążeniem (należy sprawdzać) | · | · | 500—1000 |
| Schody sklepione | 500 | 500 | 1000 |
| Schody drewniane | 100* | 500 | 600* |
| Schody żelazne, bez podsklepienia | 150* | 500 | 650* |
| Płaszczyzny dachów w rzucie poziomym, łącznie z ciężarem śniegu i parciem wiatru, stosownie do pochyłości, a mianowicie: | | | |
| Kryte blachą lub szklinami. | · | · | 125—150 |
| „ łupkówką | · | · | 200—240 |
| „ dachówką | · | · | 250—300 |
| „ warstwowcem (holccementem) | · | · | 350 |
| Strome dachy mansardowe | · | · | 400 |
| Stropy lóż i galeryi w teatrach. | 200* | 400* | 600* |
| Nadscenie w teatrach | 250* | 150* | 400* |
| Stropy i posadzki w skarbcach | 1550* | 450* | 2000* |
| Płyty 4 cm grube, ustroju Rabitz'a, pod stropami niepalnymi | 70* | · | 70* |
| Podłogi w towarowniach kolejowych | · | · | 1500* |

Dane, oznaczone gwiazdką *, nie są objęte przepisami berl. policyi budowl.

# III. Prawidła Towarzystwa austryackich inżynierów i budowniczych *).

## 1. Wagi własne i obciążenia użytkowe.

### a) Wagi własne stropów w kg/m², do 6 m przelotu belek i t. p. części nośnych.

(Uwaga: dolicza się po 14 kg/m² na każdy cm powiększonej grubości warstwy polepy lub nadsypu, względnie do grubości podanej poniżej).

| Rodzaj stropu | Waga w kg/m² | |
|---|---|---|
| | z doliczeniem | bez |
| | belek żelaznych | |
| Zwykły strop z belek, z polepą 10 cm grubą, wraz z podłogą i wyprawą sufitową . . . . . | — | 250 |
| Strop z belek, do siebie przylegających, z powałą po wierzchu, 10 cm grubą, pozatem jak powyżej. . . | — | 340 |
| Jak wyżej, lecz zamiast podłogi posadzka z cegły na płask lub z płyt kamionkowych . . . . . | — | 360 |
| Zwykły strop z belek, lecz wsparty siestrzanami, z polepą 10 cm grubą, z podłogą i wyprawą sufitową . | 260 | 240 |
| Sklepienie z cegły, 15 cm grube, między belkami żelaznemi, z nadsypem 8 cm ponad wierzchem sklepienia, z podłogą i wyprawą sufitową: | | |
| a) przy rozpiętości sklepień do 1,4 m. . . . . | 480 | 450 |
| b) przy rozpiętości sklepień od 1,4 do 3,0 m . . | 550 | 520 |
| Strop ze sklepionek płaskich, z cegły, między belkami żelaznemi, w odstępach do 1,5 m, wraz z nadsypem, podłogą i wyprawą sufitową: | | |
| a) ustroju Schober'a, przy grubości stropu 35 cm. | 570 | 530 |
| b) ustrojów Demskiego, Hönel'a, Ludwig'a, Schneider'a, Wehler'a, przy grubości stropu 32 cm . . | 450 | 420 |
| Sklepienia z betonu ubijanego ze zasypem pachwin i nadsypem 6 cm ponad wierzch sklepienia, z podłogą i wyprawą sufitową: | | |
| a) sklepienie 7,5 cm grube, o strzałce 11,5 cm, przy wysokości stropu 30 cm . . . . . | 370 | 350 |
| b) sklepienie 8,5 cm grube, o strzałce 20,5 cm, przy wysokości stropu 40 cm . . . . . | 430 | 410 |
| Jak wyżej, lecz pachwiny zapełnione betonem ubijanym i z takiegoż betonu posadzka 6 cm gruba, bez nadsypu i podłogi: | | |
| a) sklepienie 7,5 cm grube, o strzałce 16,5 cm, przy wysokości stropu 30 cm. . . . . | 460 | 440 |
| b) sklepienie 8,5 cm grube, o strzałce 25,5 cm, przy wysokości stropu 40 cm. . . . . | 550 | 530 |

*) Zeitschr. d. Vereins d. Oester. Ing. u. Arch. 1902, dodatek do № 8.

| Rodzaj stropu | Waga w kg/m² z doliczeniem belek żelaznych | Waga w kg/m² bez belek żelaznych |
|---|---|---|
| Sklepienie ustroju Monier'a: | | |
| a) grubości 5 cm, o strzałce 25 cm, z nadsypem 5 cm ponad wierzch sklepienia, z podłogą i wyprawą sufitową, przy wysokości stropu 40 cm. | 360 | 340 |
| b) grubości 5 cm, o strzałce 43 cm, z zapełnieniem pachwin betonem żużlowym i z posadzką betonową, 2 cm grubą, przy wysokości stropu 50 cm . . . . . | 450 | 430 |
| Strop z płaskich płyt ustroju Monier'a, grubości 5 cm, ze zabetonowaniem pasów belek żelaznych, z nadsypem i podłogą . . . . . | 440 | 420 |
| Stropy z falowanej blachy sklepieniastej między belkami żelaznemi, wraz z nadsypem i podłogą, lecz bez wyprawy sufitowej: | | |
| a) przy odstępie belek do 2 m i nadsypie 10 cm ponad wierzch . . . . . | 250 | 235 |
| b) przy odstępie belek do 3 m i nadsypie 6 cm ponad wierzch . . . . . | 280 | 265 |

*β)* **Wagi własne dachów** (bez wiązarów i płatew, lecz z krokwiami).

| Rodzaj kryćby | Schył (styczna kąta pochyłości) | kg/m² planu |
|---|---|---|
| Karpiówka ułożona pojedyńczo . . . . . | 1 : 1,25 | 120 |
| „ „ podwójnie lub w łuskę . . . . | 1 : 1,25 | 150 |
| Wpustówka . . . . . | 1 : 2,25 | 70 |
| Łupkówki ułożone pojedyńczo. . . . . | 1 : 2,25 | 80 |
| „ „ podwójnie . . . . . | 1 : 2.25 | 90 |
| Blacha cynkowa lub żelazna na deskowaniu. . . . | 1 : 4 | 45 |
| Smołowiec . . . . . | 1 : 4 | 40 |
| Oszklenie wraz ze szczeblinami żelaznemi: | | |
| a) grubość szklin do 6 mm . . . . . | 1 : 2 | 26 |
| b) „ „ „ 8 mm . . . . . | 1 : 2 | 38 |
| Blacha falowana na płatwach z kątowników. . . . | — | 25 |
| Warstwowiec (holccement) pokryty warstwą żwiru 10 cm. | 1 : 20 | 165 |

Na wiązary z płatwami można na 1 m² planu liczyć średnio:
a) w ustrojach żelaznych po 10 do 20 kg,
b) w ustrojach drewnianych po 20 do 30 kg.

Gdy schył dachu jest inny niż podano w tablicy, wagi danego rodzaju kryćby można liczyć jako pozostające w prostym stosunku do długości krokwi (dla schyłu podanego w tablicy i dla zastosowanego).

γ) **Obciążenia użytkowe stropów.**

| | | |
|---|---|---|
| Na poddaszach zwykłych | 150 | kg/m² |
| W mieszkaniach zwykłych | 250 | „ |
| W szkołach | 300 | „ |
| W salach zebrań i koncertowych, w salach do tańca lub boiskowych (gimnastycznych), jako też wogóle na korytarzach i schodach | 400 | „ |
| W pracowniach, sklepach i składach, mieszczących się na piętrach domów mieszkalnych | 450 | „ |
| W nichże, gdy się mieszczą w przyziomie | 550 | „ |
| W składach na paszę | 400 | „ |
| W lodowniach, gdy warstwa lodu 1 m wysoka | 750 | „ |

Należy jednak oznaczać, zgodnie z przewidywanemi i z uwzględnieniem wpływu uderzeń, obciążenia użytkowe w teatrach, księgarniach, książnicach, spichrzach, w składach hurtownych, oraz w wytworniach, posiłkujących się ciężkiemi maszynami.

δ) **Obciążenia dachów.**

Obciążenia śniegiem i wiatrem należy liczyć:

| | | |
|---|---|---|
| a) Obciążenie śniegiem, na 1 m² planu | 75 | kg/m² |
| b) Parcie wiatru na płaszczyznę, prostopadłą do jego kierunku po | 200 | kg/m² |

Kierunek wiatru należy uważać jako poziomy, a licząc na jednoczesne działanie i wiatru i śniegu, można obciążenie śniegiem zmniejszyć do $^2/_3$ wartości powyżej podanych.

## 2. Naprężenia bezpieczne.

a) **Żelazo, drzewo i szkło.**

| Rodzaj tworzywa | Ciągnienie kg/cm² | Ciśnienie kg/cm² | Gięcie kg/cm² | Cięcie równoległe do włókien kg/cm² | Cięcie prostopadłe do włókien kg/cm² |
|---|---|---|---|---|---|
| Żelazo (zlipne lub zlewne) | 1000 | 1000 | 1000 | 800 | 800 |
| Surówka i żeliwo | 200 | 600 | 250 | 200 | |
| Dębina | 100 | 70 | 100 | 15 | 30 |
| Buczyna | 100 | 70 | 100 | 15 | 30 |
| Modrzewina | 80 | 60 | 80 | 10 | 20 |
| Sośnina | 80 | 60 | 80 | 10 | 20 |
| Jedlina | 80 | 60 | 80 | 10 | 20 |
| Swierczyna | 80 | 60 | 80 | 10 | 20 |
| Szkło: a) dęte | — | 70 | 60 | — | — |
| b) lane | — | 70 | 40 | — | — |

Dziury nitowe trzeba **wiercić**, a ciśnienie na ich powierzchnie nie ma przekraczać 1600 kg/cm².

β) **Ciśnienie bezpieczne na mury w kg/cm².**

| Rodzaj muru | Przy grubości ścian, wzgl. filarów | | |
|---|---|---|---|
| | ścian ponad 45 cm, a filarów przynajmniej $^1/_6$ ich wysokości | ścian poniżej 45 cm, a filarów $^1/_6$ do $^1/_8$ ich wysokości | filarów $^1/_8$ do $^1/_{12}$ ich wysokości, lecz nie poniżej 30 cm |
| Mur z cegły, na zaprawie wapiennej | 5 | 2,5 | — |
| Mur z cegły, na zaprawie z cementu rzymsk. | 7,5 | 5 | — |
| Mur z cegły, na zaprawie z cementu portland | 10 | 7,5 | 5 |
| Mur z kamienia łomowego, oraz mur z niego i cegły na zaprawie wapiennej | 4 | — | — |
| Takiż mur, na zaprawie z cementu rzymsk. | 5 | — | — |
| Takiż mur, na zaprawie z cementu portland | 8 | — | — |
| Mur z należycie przykrzesanego kamienia łomowego, znaczniejszej wytrzymałości, na zaprawie z cementu portlandzkiego | 10 | — | — |
| Mur z cegły wyborowej, na zaprawie z cementu portlandzkiego | 12 | 8 | 6 |
| Mur z klinkieru, na zaprawie z cementu portlandzkiego | 20 | 15 | 10 |
| Beton w posadach o mieszaninie: 250 kg cementu rzymsk. na 1 m³ piasku i tłucznia, zmieszanych w stosunku 1 : 5 na objętość | 5 | — | — |
| Beton w murach przynajmniej 45 cm grubych, na cemencie portlandzkim: | | | |
| a) 500 kg cementu na 1 m³ piasku i tłucznia, zmieszanych w stosunku 1 : 3 na objętość | 18 | — | — |
| b) 325 kg cementu na 1 m³ piasku i tłucznia, zmieszanych w stosunku 1 : 5 na objętość | 12 | — | — |
| c) 225 kg cementu na 1 m³ piasku i tłucznia, zmieszanych w stosunku 1 : 8 na objętość | 8 | — | — |
| d) 175 kg cementu na 1 m³ piasku i tłucznia, zmieszanych w stosunku 1 : 10 na objętość | 6 | — | — |

γ) **Naprężenie bezpieczne w sklepieniach do 10 m rozpiętości.**

| Rodzaj sklepienia | Ciśnienie kg/cm² | Ciągnienie kg/cm² |
|---|---|---|
| Z cegły zwykłej, na zaprawie wapiennej . . . . | 5 | 0 |
| „ „ „ „ „ z cementu rzymsk. . | 7,5 | 0 |
| „ „ „ „ „ „ portland. . | 10 | .1 |
| Z cegły wyborowej, na zaprawie z cementu portland. | 12 | 1 |
| Z klinkierów na zaprawie z cementu portland. . . | 20 | — |
| Z betonu na cemencie portlandskim, o mieszaninie: | | |
| a) 500 kg cementu na 1 m³ piasku i tłucznia w stosunku 1 : 3 na objętość . . . . . | 18 | 3 |
| b) 325 kg cementu na 1 m³ piasku i tłucznia, w stosunku 1 : 5 na objętość . . . . . | 12 | 2 |
| c) jak pod a), lecz z wkładkami żelaznemi . . | 21 | 8 |
| Z ciosów z kamienia wyborowego, na zaprawie z cementu portlandzkiego . . . . . | 30 | 1 |

Uwaga. Podane powyżej naprężenia dla sklepień betonowych z wkładkami żelaznemi nie dotyczą stropów żelazno-betonowych, niesklepieniastych, np. ustrojów Wayss'a, Hennebique'a i t. p.

δ) **Bezpieczne obciążenia gruntu.**

Glina miękka, piasek bardzo mokry, miałki. . nie ponad 1 kg/cm²
Glina średnio twarda, oraz mało wilgotny piasek, albo suchy piasek gliniasty. . . . . nie ponad 2 kg/cm²
Glina twarda, opoczysta, albo piasek suchy, mało zagliniony . . . . . nie ponad 4 kg/cm²
Piasek gruboziarnisty we warstwach zbitych, oraz żwir i tłuczeń . . . . . nie ponad 6 kg/cm²

Na pale posadowe, wbijane w mokry grunt niespoisty, w odstępach wzajemnych do 1 m, a pod najniższy poziom wód gruntowych, można liczyć ciśnienie po 25 kg/cm² przekroju pala.

## c. Obciążenia mostów sklepionych.

**1. Wagę własną** mostów sklepionych należy obliczyć stosownie do grubości sklepienia, wysokości nadsypu, rodzaju bruku i t. p.

**2. Obciążenie ruchome** wozami i tłumem można zastąpić obciążeniem równomiernie rozłożonem na moście. Jeżeli przez $l$ oznaczymy rozpiętość mostu w m, to, podług Winkler'a, owo **obciążenie zastępcze** $p$ będzie:

**na mostach drogowych,**

pod wozy lekkie . . . . . $p = 0{,}37 + (1{,}7 : l)$ t/m²,
„ „ średnio ciężkie . . . . . $p = 0{,}34 + (2{,}6 : l)$ t/m²,
„ „ ciężkie . . . . . $p = 0{,}28 + (8{,}4 : l)$ t/m²;

**na mostach kolejowych,**

pod kolejki . . o torze 0,750 m prześwitu: $p = 0{,}58 + (5{,}0 : l)$ t/m².
„ „ . . „ „ 1,000 „ „ $p = 0{,}82 + (8{,}1 : l)$ „ ,
„ koleje drugorz. „ 1,435 „ „ $p = 0{,}96 + (5{,}2 : l)$ „ ;
„ „ główne „ 1,435 „ „ $p = 1{,}24 + (6{,}8 : l)$ „ .

## d. Obciążenia mostów żelaznych.

(W ustępie poniższym $l$ oznacza rozpiętość mostu w m).

### I. Żelazne mosty drogowe.

### 1. Waga własna drogowych mostów belkowych *).

Stosownie do ciężaru wozów i gęstości ruchu rozróżniamy lekkie mosty drogowe i ciężkie mosty uliczne.

**Zwykłe mosty drogowe, o podwójnym pokładzie z bali.**

Całkowita waga własna **pomostu**, łącznie z belkami głównemi, będzie: $g = 105 + 2{,}3\,l + 0{,}02\,l^2$ kg/m².

Waga pokładu z bali (grubości 160 mm) = 110 kg/m².

Jeżeli po stronach zewnętrznych belek głównych są **chodniki** z pokładem drewnianym, to waga własna takiego chodnika (łącznie z potrzebnem wzmocnieniem belek głównych, bez wspory i poręczy) będzie: $g' = 60 + 2{,}3\,l$ kg/m².

**Zwykłe mosty drogowe, o jezdni z tłucznia (szabru).**

Waga żelaza, za wyłączeniem pomostowników:

$$g = 125 + 2{,}8\,l + 0{,}025\,l^2 \text{ kg/m}^2.$$

Dodać należy wagę pomostowników 65 kg/m² i wagę tłucznia (szabru) 400 kg/m². Waga $g'$ żelaza w chodnikach zewnętrznych będzie jak poprzednio:

$$g' = 60 + 2{,}3\,l \text{ kg/m}^2.$$

**Mosty uliczne, o podwójnym pokładzie z bali.**

$g = 155 + 2{,}7\,l + 0{,}021\,l^2$ kg/m²; $g' = 80 + 2{,}7\,l$ kg/m².

Waga pokładu z bali 200 mm grubego = 140 kg/m².

**Mosty uliczne, o jezdni z tłucznia (szabru).**

$g = 170 + 3{,}2\,l + 0{,}028\,l^2$ kg/m²; $g' = 80 + 2{,}7\,l$ kg/m².

Waga tłucznia = 480 kg/m², a pomostowników = 80 kg/m².

**Mosty uliczne, brukowane.**

$g = 180 + 3{,}7\,l + 0{,}029\,l^2$ kg/m²; $g' = 80 + 2{,}7\,l$ kg/m².

Waga bruku = 700 kg/m², pomostowników = 80 kg/m², a płyt nieckowatych, 5 do 6 mm grubych = 42 do 50 kg/m².

*) Podł. Engesser'a, Zeitschr. f. Bauk. 1881, str. 66.

## 2. Waga własna mostów drogowych na dźwigarach łukowych *).

Wagę **dźwigarów głównych** (łącznie z odwiatrownikami) na 1 m b. rozpiętości (łuków dwuprzegubowych) możemy oceniać na:

$$g = \gamma b + 35\, z \text{ kg.}$$

We wzorze tym oznacza:
$b$ szerokość mostu, w m,
$z$ ilość dźwigarów głównych, a
$\gamma$ należy wprowadzić z wartością, podaną w tablicy poniższej:

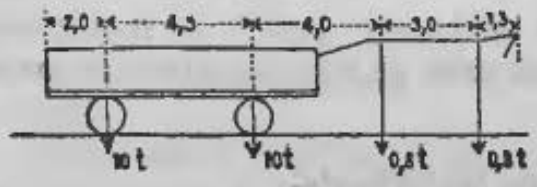
| Rozpiętość $l$ w m = | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Jezdnia z tłucznia (szabru); $\gamma$ = | 32 | 62 | 94 | 129 | 168 | 209 | 255 | 300 | 350 | 410 |
| Jezdnia o podwójnym pokładzie z bali; $\gamma$ = | 28 | 53 | 80 | 110 | 144 | 180 | 220 | 260 | 305 | 355 |

Dla łuków trójprzegubowych można wartości liczbowe powyższe tablicy zmniejszyć o 15%.

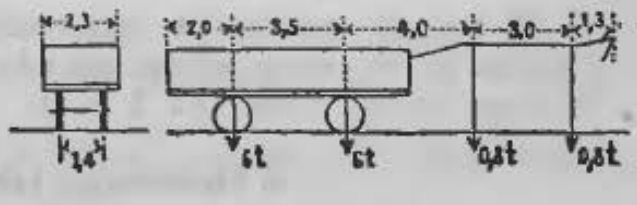
## 3. Obciążenie ruchome mostów drogowych.

Na obciążenie ruchome takich mostów składają się ciężary ludzi (tłumu) i wozów. W dźwigarach głównych, rozpiętości do 30 m, pod największymi naciskami kół wozowych otrzymujemy na ogół naprężenia większe niż przy obciążeniu tłumem (p. poniżej). Jako obciąże-

Rys. 1069.




Rys. 1070.




nie **zwykłych mostów drogowych** liczymy ponajczęściej wozy o nacisku osi 3 do 6 t (stosownie do ważności drogi), a o rozstępach osi 3,0 do 3,5 m, nadto dla porównania wyników, walec szosowy, ważący 6 t.

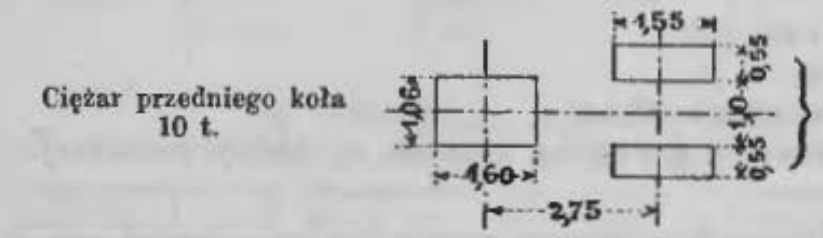
Do obliczenia **mostów ulicznych** wprowadzamy obciążenie jednym wozem dwuosiowym o nacisku osi po 10 t, a ich odstępie 4,5 m (p. rys. 1069). W przypadkach właściwych liczymy obciążenie większe, a mianowicie parowym walcem szosowym, o naciskach: 10 t na koło przednie, a 13 t na obydwa tylne łącznie (rys. 1071). Pozostałą zaś część pomostu obciążamy lżejszymi wozami dwuosiowymi, o naciskach osi po 6 t, a rozstępach osi 3,5 m (p. rys. 1070), wreszcie tłumem w częściach pomostu, niezajętych wozami, jako też na chodnikach **).

*) Podług Engesser'a: Theorie und Berechnung der Bogenfachwerkstraeger ohne Scheitelgelenk. Berlin 1880.

**) Por. Platt, Zeitschr. f. Bauw. 1894, str. 266.

Dźwigary główne mostów drogowych, o rozpiętości ponad 30 m, obliczamy zazwyczaj w założeniu, że cała jezdnia wraz z chodnikami jest wypełniona tłumem.

Rys. 1071.




Parowy walec szosowy. { największa szerokość 2,10 m; długość . . . . . 4,325 m }

Pomost i jego części obliczamy na zasadzie tych ciężarów skupionych, które powodują w nich największe naprężenia.

W stłoczonym tłumie liczyć można po 5 do 6-iu ludzi na $m^2$, czyli 400 do 500 kg/$m^2$. Na jezdnię mostową dostatecznem będzie liczyć na tłum po 400 kg/$m^2$, na chodnikach zaś, gdzie tłok bywa gęstszy, po 500 kg/$m^2$. Na mostach po wsiach możnaby na tłum liczyć mniej, np. 300 kg/$m^2$, a naodwrót w miastach po 500 kg/$m^2$, nietylko na chodnikach, lecz i na jezdni.

**Parcie wiatru** na mosty p. str. 647.

## II. Żelazne mosty kolejowe.

### 1. Wagi własne belkowych mostów kolejowych *).

W ustępie poniższym oznaczać będziemy przez $L$ rozpiętość, a przez $B$ wzajemny odstęp osi dźwigarów głównych, wreszcie przez $G$ wagę całego mostu na 1 m b.

#### a) Streszczenie tablic Seefehlner'a.

W dwóch tablicach poniższych oznacza $G_g$ wagę własną mostu jednotorowego pod kolej główną w kg/m b. rozpiętości, a $G_d$ pod kolej drugorzędną. Dla mostów dwutorowych podwajamy liczby podane.

##### 1) Dźwigary główne z blachownic.

Najoszczędniejsza wysokość blachownicy będzie $^1/_9$ $L$.

| Rozpiętość $L$ = | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 m |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Jezdnia górą | $G_g$ = | 610 | 510 | 570 | 620 | 630 | 660 | 790 | 930 | 1020 | 1140 | 1530 kg/m |
| | $G_d$ = | 610 | 450 | 500 | 550 | 560 | 600 | 700 | 840 | 950 | 1060 | 1410 „ |
| Jezdnia dołem | $G_g$ = | . | . | . | . | 840 | 950 | 970 | 1090 | 1150 | 1220 | 1320 „ |
| | $G_d$ = | . | . | . | . | 740 | 780 | 870 | 980 | 1060 | 1100 | 1200 „ |

*) Dalsze szczegóły p. J. v. Borries, Centralbl. d. Bauverw. 1897. str. 136, a tablice z wagami własnemi mostów kolejowych podług Paton'a podano na str. 568 do 571 dodatku do tomu I-go w dziele: Die graphische Statik der Baukonstruktionen: Müller-Breslau, wydanie 1903 r.

**2) Dźwigary główne z parabolnic zwykłych lub przyciętych, albo ustroju Schwedler'a, Pauli'ego, wreszcie z równoległic.**

| Rodzaj dźwigarów głównych | $L=$ | 25 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 m |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Parabolnice zwykłe, albo ustroju Schwedler'a lub Pauli'ego | $G_g=$ | 1220 | 1480 | 1640 | 1760 | 2320 | 2510 | 2730 | 3150 | 3600 kg/m |
| | $G_d=$ | 1090 | 1320 | 1460 | 1550 | 2080 | 2260 | 2660 | 2830 | 3300 „ |
| Parabolnice przycięte, albo równoległice | $G_g=$ | 1280 | 1540 | 1740 | 1820 | 2380 | 2560 | 2780 | 3270 | 3760 „ |
| | $G_d=$ | 1140 | 1380 | 1510 | 1600 | 2120 | 2310 | 2710 | 3080 | 3370 „ |

**β) Wzory pruskich kolei państwowych na wagę $G$ mostów jednotorowych.**

**1) Mosty blachownicowe.**

1. Pokład z bali 5 cm grubych; podkłady poprzeczne (20 · 26 cm) leżą wprost na blachownicach, bez oddzielnych chodników na wspornikach:

$$G = 240 + 54\,L \text{ kg/m b.}$$

2. Tor zagłębiony między blachownice, pokład z bali 5 cm gr., po boku jednej z blachownic jeden chodnik zewnętrzny na wspornikach:

$$G = 650 + 44\,L \text{ kg/m b., gdy } B = 3 \text{ m},$$
$$G = 700 + 44\,L \text{ „ „ } B = 3{,}3 \text{ m},$$
$$G = 790 + 44\,L \text{ „ „ } B = 3{,}7 \text{ m};$$

waga zaś samych blachownic głównych będzie:

$$270 + 44\,L \text{ kg/m b. pary blachownic.}$$

3. Tor na zwykłem podtorzu, spoczywającem na płytach nieckowatych:

$$G = a + 49\,L \text{ kg/m b.}$$

Ilość $a$ oznacza wagę stałą dla danej szerokości $B$ i dla danego ustroju.

Dla mostów z jedną tylko podłużnicą poosiową i z podtorzem, wypełniającem całą szerokość $B$, będzie:

$a = 1040$ kg, gdy $B = 3{,}3$ m, a $a = 1210$ kg, gdy $B = 3{,}7$ m.

Gdy podtorze mieści się w korycie o bocznych ściankach pochyłych, wspartem na trzech podłużnicach, przyczem dno koryta leży na owych podłużnicach, a każda z jego ścianek bocznych wspiera się górnym brzegiem na blachownicy głównej, dolnym zaś na sąsiedniej podłużnicy, natenczas będzie:

$a = 940$ kg, gdy $B = 3{,}3$ m, a $a = 1110$ m, gdy $B = 3{,}7$ m.

**2) Mosty kratownicowe z jezdnią dołem *).**

a) **$L = 20$ do 40 m:**

$$G = 1140 + 27\,L \text{ kg/m b., gdy } B = 4{,}8 \text{ m},$$
$$G = 1165 + 27\,L \text{ „ „ „ } B = 4{,}9 \text{ m},$$
$$G = 1210 + 27\,L \text{ „ „ „ } B = 5{,}0 \text{ m};$$

*) Borries na wagę żelaza w jednotorowych mostach kratownicowych i blachownicowych, z jezdnią dołem, o podtorzu żwirowem, podaje wzór: $G = 800 + 55\,L$. Wzór ten daje średnio dość dobre wyniki, które jednak, wobec zwiększającego się ciężaru pociągów, wypadałoby powiększyć o 5%.

waga zaś samych kratownic głównych będzie:

$$540 + 27\,L \text{ kg/m b. jednej pary kratownic.}$$

b) $L$ = **40 do 60 m**:

$G = 1280 + 27\,L$ kg/m b., gdy $B = 4{,}8$ m,
$G = 1305 + 27\,L$ „ „ „ $B = 4{,}9$ m,
$G = 1350 + 27\,L$ „ „ „ $B = 5{,}0$ m;

waga zaś samych kratownic głównych będzie:

$$680 + 27\,L \text{ kg/m b. jednej pary kratownic.}$$

**3) Mosty kratownicowe z jezdnią górą i obustronnymi chodnikami zewnętrznymi, po 1,25 m szerokimi, na wspornikach:**

$G = 1030 + 27\,L$ kg/m b., gdy $B = 2{,}5$ m,
$G = 1120 + 27\,L$ „ „ „ $B = 3{,}5$ m.

### 2. Waga własna łukowych mostów kolejowych *).

Wagi **pomostu** właściwego, a więc podkładów, szyn, pokładu z bali, poprzecznic i podłużnic, można dokładnie określić przed rozpoczęciem obliczenia dźwigarów głównych. Waga $g$ **dźwigarów głównych**, łącznie z odwiatrownikami mostów jednotorowych, na 1 m b. rozpiętości, podług Engesser'a będzie:

| gdy $L =$ | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 m, |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| natenczas $g =$ | 450 | 750 | 1050 | 1350 | 1650 | 1950 | 2250 | 2560 | 2890 | 3280 kg/m. |

Dla rozpiętości $L = 10$ do 70 m otrzymujemy wartości tej tablicy ze wzoru: $g = 150 + 30\,L$ kg/m b. toru.

Powyższe wartości dotyczą dwuprzegubowych dźwigarów łukowych; dla trójprzegubowych waga zmniejszy się o 15%.

## C. Streszczenie przepisów, dotyczących obliczania żelaznych mostów kolejowych.

### I. Przepisy pruskich kolei państwowych **).

#### α) Przepisy dotyczące obciążeń.

**1. Obciążenia ruchome** (Rozp. min. rob. publ. z 1/V 1903).

**a. Przepisany szereg ciężarów.**

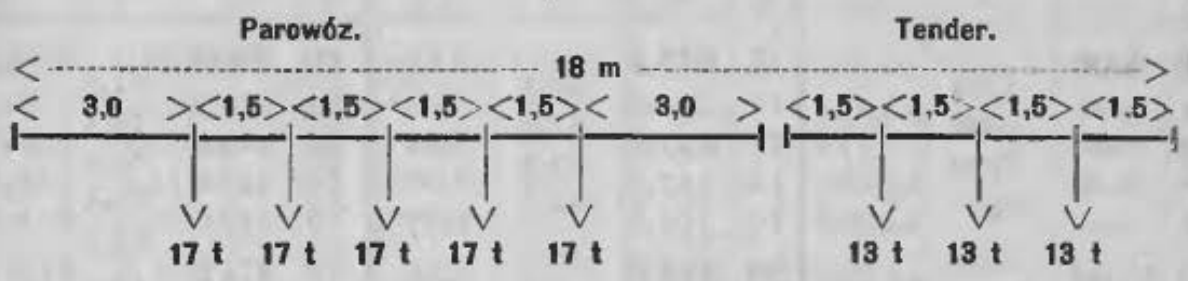
**dla mostów klasy I *a* (podł. klasyfikacyi w rozp. min. z 1 maja 1900).**

Mosty należy obliczać na szereg ciężarów, którymi zastępujemy pociąg, złożony z dwóch parowozów i z nieograniczonej liczby wagonów towarowych, z jednej strony doprzęgniętych, a tak ustawionych, aby dawały najniebezpieczniejsze obciążenie. Naciski i odstępy

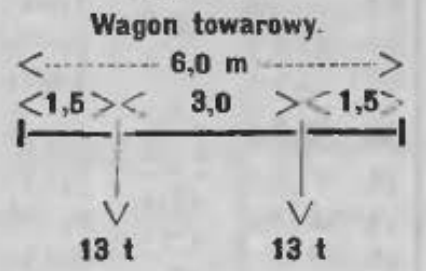
*) Podług Engesser'a, Zeitschr. f. Baukunde 1881, str. 66.
**) Müller-Breslau, Graphische Statik der Baukonstructionen, T. I. 3 wyd., dodatek str. 538 i n.

osi wypada liczyć podług szeregu ciężarów, przedstawionego w rys. 1072 dla parowozu z tendrem, a w rys. 1073 dla wagonu towarowego. Odstępy międzyosiowe są tak dobrane, aby były podzielne przez 1,5 m.

Rys. 1072.




Rys. 1073.




Poprzecznice i podłużnice należy nadto sprawdzić na obciążenia szeregami nacisków osiowych, w odstępach wzajemnych 1,5 m, a mianowicie:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 4 | osie | po | 18 t | nacisku, |
| 3 | „ | „ | 19 t | „ , |
| 2 | „ | „ | 20 t | „ , |

a z wyników wybrać najniebezpieczniejszy.

### b. Momenty gnące (dla belek jednoprzęsłowych).

#### 1. Największe momenty gnące.

W tablicy I, na str. 644, w rubryce 1-ej podano rozpiętość $l$ w m, w 2-ej przynależny moment $M_{max}$ w tm, w 3-ej stosunek $\Delta M_{max} : \Delta l$, służący do oznaczenia wartości $M_{max}$ dla rozpiętości pośredniej między podanemi w tablicy, a więc np. dla 56,5 m rozpiętości: $M_{max} = 2577 + 0{,}5 \,.\, 80 = 2617$ tm; wreszcie w rubryce 4-ej podano równomiernie rozłożone obciążenie zastępcze $p$. Dane tablicy dotyczą jednego toru, a więc obydwóch belek głównych łącznie, dla mostów jednotorowych, a jednej takiej belki, dla mostów dwutorowych, o dwóch belkach głównych.

Uwaga. Dane w tablicy I i II obliczono tylko na szereg ciężarów ruchomych, zgodnych z przepisami z pod a, a więc bez uwzględnienia wagi własnej mostu.

Tablica I. Największe momenty gnące $M_{max}$.

| $l$ | $M_{max}$ | $\frac{\Delta M_{max}}{\Delta l}$ | $p = \frac{8 M_{max}}{l^2}$ | $l$ | $M_{max}$ | $\frac{\Delta M_{max}}{\Delta l}$ | $p = \frac{8 M_{max}}{l^2}$ | $l$ | $M_{max}$ | $\frac{\Delta M_{max}}{\Delta l}$ | $p = \frac{8 M_{max}}{l^2}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| m | tm | t | t/m | m | tm | t | t/m | m | tm | t | t/m |
| **1,0** | **5,00** | | 40,00 | **15** | **243,9** | | 8.672 | **60** | **2900** | | 6,444 |
| | | 5,00 | | | | 26,1 | | | | 81,5 | |
| 1,2 | 6,00 | | 33,333 | 16 | 270,0 | | 8,438 | 62 | 3063 | | 6,375 |
| | | 5,00 | | | | 27,8 | | | | 84,5 | |
| 1,4 | 7,00 | | 28,571 | 17 | 297,8 | | 8,243 | 64 | 3232 | | 6,313 |
| | | 5,00 | | | | 29,2 | | | | 85,0 | |
| 1,6 | 8,00 | | 25,000 | 18 | 327,0 | | 8,074 | 66 | 3402 | | 6,247 |
| | | 5,00 | | | | 32,8 | | | | 86,5 | |
| 1,8 | 9,00 | | 22,222 | 19 | 359,8 | | 7,973 | 68 | 3575 | | 6,185 |
| | | 5,00 | | | | 34,2 | | | | 88,0 | |
| **2,0** | **10,00** | | 20,00 | **20** | **394,0** | | 7,88 | **70** | **3751** | | 6,124 |
| | | 5,00 | | | | 37,5 | | | | 88,0 | |
| 2,2 | 11,00 | | 18,181 | 22 | 469,0 | | 7,752 | 72 | 3927 | | 6,069 |
| | | 5,00 | | | | 40,8 | | | | 91,0 | |
| 2,4 | 12,00 | | 16,666 | 24 | 550,5 | | 7,645 | 74 | 4109 | | 6,003 |
| | | 5,80 | | | | 40,8 | | | | 93,0 | |
| 2,6 | 13,16 | | 15,574 | 26 | 632,0 | | 7,479 | 76 | 4295 | | 5,949 |
| | | 9,25 | | | | 48,1 | | | | 94,5 | |
| 2,8 | 15,01 | | 15,316 | 28 | 728,2 | | 7,431 | 78 | 4484 | | 5,896 |
| | | 9,30 | | | | 52,1 | | | | 95,0 | |
| **3,0** | **16,88** | | 15,004 | **30** | **832,3** | | 7,398 | **80** | **4674** | | 5,843 |
| | | 9,40 | | | | 53,5 | | | | 97,0 | |
| 3,2 | 18,76 | | 14,656 | 32 | 939,2 | | 7,338 | 82 | 4868 | | 5,792 |
| | | 9,50 | | | | 55,4 | | | | 97,5 | |
| 3,5 | 21,61 | | 14,113 | 34 | 1050 | | 7,266 | 84 | 5063 | | 5,740 |
| | | 13,8 | | | | 57,5 | | | | 100 | |
| 4,0 | 28,50 | | 14,250 | 36 | 1165 | | 7,191 | 86 | 5263 | | 5,693 |
| | | 14,2 | | | | 60,5 | | | | 101 | |
| 4,5 | 35,63 | | 14,076 | 38 | 1286 | | 7,125 | 88 | 5464 | | 5,645 |
| | | 14,2 | | | | 65,0 | | | | 103 | |
| **5,0** | **42,75** | | 13,680 | **40** | **1416** | | 7,08 | **90** | **5669** | | 5,599 |
| | | 14,3 | | | | 68,0 | | | | 104 | |
| 6 | 57,00 | | 12,666 | 42 | 1552 | | 7,038 | 92 | 5876 | | 5,553 |
| | | 16,4 | | | | 68,5 | | | | 107 | |
| 7 | 73,45 | | 11,992 | 44 | 1689 | | 6,979 | 94 | 6089 | | 5,512 |
| | | 20,1 | | | | 71,5 | | | | 107 | |
| 8 | 93,50 | | 11,687 | 46 | 1832 | | 6,926 | 96 | 6303 | | 5,471 |
| | | 21,2 | | | | 72,0 | | | | 109 | |
| 9 | 114,7 | | 11,329 | 48 | 1976 | | 6,861 | 98 | 6520 | | 5,431 |
| | | 21,2 | | | | 73,5 | | | | 110 | |
| **10** | **135,9** | | 10,872 | **50** | **2123** | | 6,794 | **100** | **6740** | | 5,392 |
| | | 21,2 | | | | 75,0 | | | | 118 | |
| 11 | 157,1 | | 10,387 | 52 | 2273 | | 6,724 | 110 | 7918 | | 5,235 |
| | | 21,3 | | | | 75,0 | | | | 126 | |
| 12 | 178,4 | | 9,911 | 54 | 2423 | | 6,647 | 120 | 9176 | | 5,097 |
| | | 21,3 | | | | 77,0 | | | | 134 | |
| 13 | 199,7 | | 9,453 | 56 | 2577 | | 6,574 | 130 | 10520 | | 4,979 |
| | | 21,3 | | | | 80,0 | | | | 144 | |
| 14 | 221,6 | | 9,045 | 58 | 2737 | | 6,508 | 140 | 11965 | | 4,883 |
| | | 22,9 | | | | 81,5 | | | | 155 | |
| **15** | **243,9** | | 8,672 | **60** | **2900** | | 6,444 | **150** | **13510** | | 4,803 |

2. Momenty gnące w przekroju dowolnym.

W rubryce 1-ej, tablicy II, podano stosunek $x : l$, a w rubryce 2-ej przynależny stosunek momentów gnących $M_x : M_{max}$, z którego, dla danego $(x : l)$, możemy z łatwością obliczyć wartość $M_x$, po uprzedniem zaczerpnięciu wartości $M_{max}$ z tablicy I. Wartości rubryki 2-ej obliczono podług wzoru:

$$\frac{M_x}{M_{max}} = \frac{x(2d - x)}{d^2},$$

w którym $d = 0{,}44\, l$. W trzeciej rubryce tablicy II podano ilości, służące do oznaczenia wartości pośrednich między podanemi w tablicy, np. dla $(x : l) = 0{,}25$ będzie:

$$M^x : M_{max} = 0{,}793 + 0{,}01 \cdot 2{,}00 = 0{,}813.$$

Tablica II. Moment gnący $M_x$, w dowolnej odległości $x$ od podpory.

| $\frac{x}{l}$ | $\frac{M_x}{M_{max}}$ | $\frac{\Delta \frac{M_x}{M_{max}}}{\Delta \frac{x}{l}}$ | $\frac{x}{l}$ | $\frac{M_x}{M_{max}}$ | $\frac{\Delta \frac{M_x}{M_{max}}}{\Delta \frac{x}{l}}$ | $\frac{x}{l}$ | $\frac{M_x}{M_{max}}$ | $\frac{\Delta \frac{M_x}{M_{max}}}{\Delta \frac{x}{l}}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **0,00** | **0,000** | | 0,18 | 0,651 | | 0,36 | 0,967 | |
| | | 4,45 | | | 2,60 | | | 0,70 |
| 0,02 | 0,089 | | **0,20** | **0,703** | | 0,38 | 0,981 | |
| | | 4,25 | | | 2,35 | | | 0,55 |
| 0,04 | 0,174 | | 0,22 | 0,750 | | **0,40** | **0,992** | |
| | | 4,00 | | | 2,15 | | | 0,30 |
| 0,06 | 0,254 | | 0,24 | 0,793 | | 0,42 | 0,998 | |
| | | 3,85 | | | 2,00 | | | 0,10 |
| 0,08 | 0,331 | | 0,26 | 0,833 | | 0,44 | 1,000 | |
| | | 3,60 | | | 1,75 | | | |
| **0,10** | **0,403** | | 0,28 | 0,868 | | 0,46 | 1,000 | |
| | | 3,40 | | | 1,55 | | | |
| 0,12 | 0,471 | | **0,30** | **0,899** | | 0,48 | 1,000 | |
| | | 3,20 | | | 1,35 | | | |
| 0,14 | 0,535 | | 0,32 | 0,926 | | **0,50** | **1,000** | |
| | | 3,00 | | | 1,10 | | | |
| 0,16 | 0,595 | | 0,34 | 0,948 | | | | |
| | | 2,80 | | | 0,95 | | | |
| 0,18 | 0,651 | | 0,36 | 0,967 | | | | |

### c. Największe siły poprzeczne.

Dla danego przekroju $x \leqq 0{,}5\,l$ od lewej podpory otrzymamy na ogół największą siłę poprzeczną, gdy przednie koło parowozu stanie na danym przekroju, a dalszy szereg ciężarów wypełni resztę rozpiętości przęsła, od punktu $x$ do $l$, t. j. aż do prawej podpory. Siła poprzeczna $Q_x$ równa się natenczas odporowi lewej podpory i wyraża się wzorem:

$$Q_x = \frac{1}{l}\left[ b_n \sum_1^n P_n + \sum_1^n (P_n c_n) \right],$$

w którym oznacza:

$n$ ilość ciężarów, stojących na danem przęśle;

$P_1$, $P_2$, $P_3 \ldots P_n$ poszczególne ciężary szeregu, stojącego na przęśle, a mianowicie $P_1$ ciężar nad przekrojem obliczanym, $P_2$, $P_3 \ldots$ kolejno ciężary następne, a $P_n$ ostatni ciężar, stojący jeszcze na przęśle, a więc najbardziej zbliżony do prawej podpory;

$c_1$, $c_2$, $c_3 \ldots c_n$ odległości ciężarów $P_1$, $P_2$, $P_3 \ldots P_n$ od ostatniego ciężaru $P_n$ ($c_n$ będzie zatem zerem);

$b_n$ odległość ostatniego ciężaru $P_n$ od prawej podpory, a gdy ostatni ciężar stoi nad prawą podporą, to $b_n = 0$, czyli pierwszy wyraz w nawiasie wzoru powyższego staje się zerem.

Aby ułatwić sobie obliczanie wartości $Q_x$, możemy posiłkować się tablicą, podaną na stronie następnej: Zaczerpnąwszy z niej wartości z 3-ej i 4-ej rubryki, wprowadzamy je do wzoru powyższego, a otrzymujemy wartość $Q_x$ bez mozolnych obliczeń.

W tablicach poniższych pierwsze 4-ry wiersze, t. j. dla $n = 1$ do 4, obliczono nie podług szeregu ciężarów, przedstawionego w rys. 1072,

lecz stosownie do szeregu ciężarów, obowiązujących dla szeregów o mniejszej rozciągłości, a więc $P_1 = 20$ t, $P_1 + P_2 = 20 + 20 = 40$ t, $P_1 + P_2 + P_3 = 19 + 19 + 19 = 57$ t, wreszcie $P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = 18 + 18 + 18 + 18 = 72$ t.

Tablica wartości do obliczenia $Q_x$,

dla przepisanego szeregu ciężarów (obydwa parowozy kominami naprzód).

| $n$ | $c_1$ | $\sum_1^n (P_n)$ | $\sum_1^n (P_n c_n)$ | $n$ | $c_1$ | $\sum_1^n (P_n)$ | $\sum_1^n (P_n c_n)$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,0 | 20 | 0 | 31 | 76,5 | 443 | 19389 |
| 2 | 1,5 | 40 | 30 | 32 | 79,5 | 456 | 20718 |
| 3 | 3,0 | 57 | 85,5 | 33 | 82,5 | 469 | 22086 |
| 4 | 4,5 | 72 | 162 | 34 | 85,5 | 482 | 23493 |
| 5 | 6,0 | 85 | 225 | 35 | 88,5 | 495 | 24939 |
| 6 | 10,5 | 98 | 637,5 | 36 | 91.5 | 508 | 26424 |
| 7 | 12,0 | 111 | 784,5 | 37 | 94,5 | 521 | 27948 |
| 8 | 13,5 | 124 | 951 | 38 | 97,5 | 534 | 29511 |
| 9 | 18,0 | 141 | 1509 | 39 | 100,5 | 547 | 31113 |
| 10 | 19,5 | 158 | 1720,5 | 40 | 103,5 | 560 | 32754 |
| 11 | 21,0 | 175 | 1957,5 | 41 | 106,5 | 573 | 34434 |
| 12 | 22,5 | 192 | 2220 | 42 | 109,5 | 586 | 36153 |
| 13 | 24,0 | 209 | 2508 | 43 | 112,5 | 599 | 37911 |
| 14 | 28,5 | 222 | 3448,5 | 44 | 115,5 | 612 | 39708 |
| 15 | 30,0 | 235 | 3781,5 | 45 | 118,5 | 625 | 41544 |
| 16 | 31,5 | 248 | 4134 | 46 | 121,5 | 638 | 43419 |
| 17 | 34,5 | 261 | 4878 | 47 | 124,5 | 651 | 45333 |
| 18 | 37,5 | 274 | 5661 | 48 | 127,5 | 664 | 47286 |
| 19 | 40,5 | 287 | 6483 | 49 | 130,5 | 677 | 49278 |
| 20 | 43,5 | 300 | 7344 | 50 | 133,5 | 690 | 51309 |
| 21 | 46,5 | 313 | 8244 | 51 | 136,5 | 703 | 53379 |
| 22 | 49,5 | 326 | 9183 | 52 | 139,5 | 716 | 55488 |
| 23 | 52,5 | 339 | 10161 | 53 | 142,5 | 729 | 57636 |
| 24 | 55,5 | 352 | 11178 | 54 | 145,5 | 742 | 59823 |
| 25 | 58,5 | 365 | 12234 | 55 | 148,5 | 755 | 62049 |
| 26 | 61,5 | 378 | 13329 | 56 | 151,5 | 768 | 64314 |
| 27 | 64,5 | 391 | 14463 | 57 | 154,5 | 781 | 66618 |
| 28 | 67,5 | 404 | 15636 | 58 | 157,5 | 794 | 68961 |
| 29 | 70,5 | 417 | 16848 | 59 | 160,5 | 807 | 71343 |
| 30 | 73,5 | 430 | 18099 | 60 | 163,5 | 820 | 73764 |

Gdy przekrój leży blizko lewej podpory, możemy w nim nieraz otrzymać większą siłę poprzeczną, jeżeli zestawimy obydwa parowozy kominami ku sobie i nasuniemy cały pociąg tak, że pierwszy nacisk 17 t stanie nad przekrojem, a tender poza przęsłem. Jednak-

że dla rozpiętości $l$ ponad 33,23 m zwykły szereg ciężarów spowoduje zawsze większą siłę poprzeczną. Dla rozpiętości mniejszych należy sprawdzić, który z szeregów ciężarów da większe wyniki. Obliczenie dla parowozów, zestawionych kominami ku sobie ułatwi tablica poniższa.

Tablica do obliczenia wartości $Q_x$ blizko podpory przęsła

(parowozy zwrócone kominami ku sobie, przedni tender poza przęsłem).

| $n$ | $c_1$ | $\sum_1^n (P_n)$ | $\sum_1^n (P_n c_n)$ | $n$ | $c_1$ | $\sum_1^n (P_n)$ | $\sum_1^n (P_n c_n)$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 20 | 0 | 9 | 16,5 | 153 | 1300,5 |
| 2 | 1,5 | 40 | 30 | 10 | 18,0 | 170 | 1530,5 |
| 3 | 3,0 | 57 | 85 | 11 | 22,5 | 183 | 2295,0 |
| 4 | 4,5 | 72 | 162 | 12 | 24,0 | 196 | 2569,5 |
| 5 | 6,0 | 85 | 255 | 13 | 25,5 | 209 | 2863,5 |
| 6 | 12,0 | 102 | 765 | 14 | 28,5 | 222 | 3490,5 |
| 7 | 13,5 | 119 | 918 | 15 | 31,5 | 235 | 4156,5 |
| 8 | 15,0 | 136 | 1096,5 | 16 | 34,5 | 248 | 4861,5 |

Obliczenie największych sił poprzecznych $Q_x$ przeprowadzamy dla lewej połowy przęsła, a więc od $x = 0$ do $x = 0{,}5\,l$; w przekrojach strony prawej otrzymamy takie same wartości $Q_x$, jak w przekrojach symetrycznych strony lewej.

## 2. Parcie wiatru.

Parcie wiatru należy liczyć 150 kg/m² mostu obciążonego, a 250 kg/m² mostu nie obciążonego.

Powierzchnię mostu, wystawioną na parcie wiatru, oceniamy wedle rzeczywistych wymiarów części mostowych, a powierzchnię pociągu liczymy jako równą prostokątowi o wysokości 3 m ponad wierzch szyny.

Ponieważ kratownica dowietrzna, t. j. od strony do wiatru skierowanej, przesłania częściowo od wiatru kratownicę zawietrzną, więc na kratownicę dowietrzną liczymy całkowite parcie wiatru, a na zawietrzną tylko 50%.

W mostach o jezdni górą i z jednem tylko wykrzyżowaniem odwiatrowem w poziomie pasa dolnego należy uwzględnić zwiększenie naprężeń, spowodowane wiatrem, gdy ono przekroczy 10% wartości naprężeń, wynikających z obciążenia pionowego, tak stałego jak i ruchomego.

## 3. Siły uboczne.

Obliczając mosty, leżące na szlaku łukowym, trzeba uwzględnić działanie **siły odśrodkowej** i wszelkie osobliwości, nie tylko samego

ustroju, ale i położenia, jeżeli one wywierają wpływ tak znaczny, iż nie wypadałoby go zaniedbywać.

W mostach na spadkach lub tuż przed stacyami, należy uwzględnić nadto siły, hamujące pociąg, a mianowicie ich działanie na pomost, na poduszki i na części sąsiednie dźwigarów głównych. Jeszcze dokładniejszego uwzględnienia tych sił wymaga most, spoczywający na filarach żelaznych.

Granice **wahań temperatury** w naszym klimacie liczymy zazwyczaj między $-25^0$ a $+45^0$.

## β. Naprężenia dozwolone na kolejach pruskich.

### 1. Pręty dźwigarów głównych.

#### a. Pręty rozciągane.

Poniżej zestawiamy naprężenia dozwolone w rozciąganych prętach zlewno-żelaznych, tak kratownic głównych (z wyjątkiem ich przekątników przeciwchylnych), jak i w rozciąganym pasie blachownic, a mianowicie:

| przy rozpiętościach ponad 10 m, do . . . . . | 20 | 40 | 80 | 120 | 160 | 200 | m |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| naprężenie dozwolone: | | | | | | | |
| przy zaniedbaniu parcia wiatru . . . . . | 850 | 900 | 950 | 1000 | 1050 | 1100 | kg/cm² |
| przy uwzględnieniu parcia wiatru . . . . . | 1000 | 1050 | 1100 | 1150 | 1200 | 1250 | kg/cm² |

Dla rozpiętości pośrednich, między granicami powyżej podanemi, zaleca się dobieranie i naprężeń pośrednich. Przekątników przeciwchylnych w polach pozaśrodkowych niepotrzeba obliczać, a wypada nadać im taki sam przekrój i łączyć je na tę samą ilość nitów, jak przekątniki pola środkowego, względnie jak przekątniki główne obydwóch pól przyśrodkowych.

#### b. Pręty ściskane.

Naprężenia dozwolone w prętach ściskanych są liczebnie równe naprężeniom dozwolonym na ciągnienie, należy jednak sprawdzić, czy podług wzoru Euler'a (Tom I, str. 346, sposób obciążenia 2) bezpieczeństwo na wyboczenie jest przynajmniej pięciokrotne.

### 2. Blachownice dźwigarów głównych i dźwigarów pomostowych.

#### a. Dźwigary główne mostów mniejszych.

W belkach, o rozpiętości do 10 m, naprężenie dozwolone żelaza zlewnego jest do 800 kg/cm², a zlipnego do 750 kg/cm².

#### b. Poprzecznice i podłużnice.

Jeżeli na pomoście leży podtorze żwirowe, a więc jeżeli podkłady toru nie spoczywają bezpośrednio na dźwigarach pomostowych,

to naprężenia dozwolone są takie same jak dla blachownic dźwigarów głównych.

Jeżeli jednak poprzeczne podkłady pod szyny spoczywają bezpośrednio na podłużnicach, to dozwala się tak te podłużnice, jak i poprzecznice, naprężać tylko do 750 kg/cm², gdy są zlewno-żelazne, a do 700 kg/cm², przy użyciu żelaza zlipnego.

A gdy szyny spoczywają bezpośrednio na podłużnicach lub pośrednio z zastosowaniem jedynie podkładek żelaznych, natenczas można podłużnice takie naprężać tylko do 700 kg/cm², o ile są z żelaza zlewnego, a do 650 kg/cm², przy użyciu żelaza zlipnego.

Te same naprężenia należy stosować do poprzecznic, gdy na nich, w braku podłużnic, szyny spoczywają bezpośrednio.

### 3. Odwiatrowniki i usztywnienia narożne.

Naprężenia w tych prętach mogą dosięgać większych z wartości, ustanowionych dla prętów rozciąganych w dźwigarach głównych, a więc wartości, uwzględniających już parcie wiatru, z tem jednakże zastrzeżeniem, aby na odwiatrowniki nie stosować płaskowników o przekroju mniejszym niż 80 · 10 mm, a na usztywnienia narożne nie brać kątowników słabszych niż 70 · 70 · 10 mm.

Pręty sztywne należy stosować do usztywnień bezwarunkowo, a do odwiatrowników w miarę możności. Dla takich prętów dostatecznem będzie dwukrotne bezpieczeństwo na wyboczenie, jednakże z zastrzeżeniem, aby, w razie wyboczenia się takiego pręta, działalność jego przejmował pręt inny, który, jako z nim skrzyżowany, podlegałby ciągnieniu.

### 4. Złącza nitowane.

W złączach dźwigarów głównych, odwiatrowników, oraz usztywnień narożnych, dozwala się naprężenia tnące w nitach, nie większe niż 90% naprężeń, podanych na str. 648 dla prętów rozciąganych, zlewno-żelaznych w dźwigarach głównych, przy zaniedbaniu parcia wiatru. Ciśnienia na ścianki dziur nitowych nie mają przekraczać podwójnej wartości cięcia dozwolonego. Płaskownik, przenoszący siły znaczniejsze, powinien przyłączać się co najmniej na dwa nity, a takiż kątownik przynajmniej na trzy nity.

Naprężenia tnące w nitach, łączących podłużnice z poprzecznicami i poprzecznice z dźwigarami głównymi, mogą co najwyżej dosięgać wartości ciągnień, dozwolonych pod 2. b) dla danego ustroju, a ciśnienia na ścianki dziur nitowych mogą być dwa razy większe.

### 5. Sposób obliczania.

Zazwyczaj nie potrzeba uwzględniać naprężeń drugorzędnych, wywołanych sztywnością węzłów, oraz złącz podłużnic z poprzecznicami i poprzecznic z dźwigarami głównymi. Jednakże w przypadkach, gdy tych naprężeń nie zaniedbujemy, wypadałoby zbadać,

czy nie możnaby bezpiecznie podwyższyć naprężeń dozwolonych i o ile.

Przepisy pozostawiają swobodę wyboru obliczania i wyznaczania przekrojów niezbędnych, wymagają jednak, aby, zamiast porównywania przekrojów i nitów projektowanych z obliczonymi, podać zestawienie naprężeń istotnie się pojawiających w poszczególnych częściach. Takie zestawienie naprężeń, zamiast w postaci tablicy, można przedstawić, wpisując naprężenia te w zasadniczy zarys układu dźwigarowego.

Błędy w obliczeniach mogą dosięgać $^1/_2{}^0/_0$, a dokładność taką zapewnia nawet suwaczek rachunkowy; bezcelowem byłoby zatem marnowanie czasu na obliczenia dokładniejsze, gdyż naprężenia dozwolone naznaczono w przepisach z uchybieniem (od istotnie najwłaściwszych) znacznie większem niż owe $^1/_2{}^0/_0$.

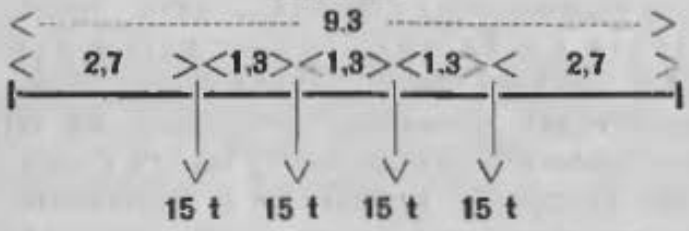
## II. Przepisy rosyjskie, dotyczące obciążenia i wytrzymałości mostów kolejowych *).

(Streszczenie).

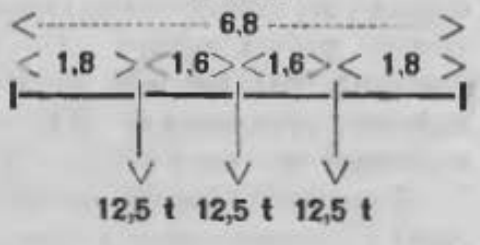
1. (§ 6). **Obciążenie** ruchome, obowiązujące tak dla nowych mostów kolejowych, jako też dla mających się przebudować, zastępujemy pociągiem składającym się z wagonów normalnych i dwóch parowozów z tendrami, zestawionych ze sobą i ustawionych na moście tak, aby wytężenie badanej części mostu było możliwie najniekorzystniejsze. A więc zwracamy parowozy kominami ku sobie, albo od siebie, stawiamy je na przodzie pociągu lub wśród wagonów, przy sobie lub rozdzielone wagonami. Wagony mogą być częściowo puste, a nawet pociąg rozerwany na dwie części, rozdzielone od siebie odstępem nieobciążonym.

Przepisane naciski osi (ciężary) w **tonach** podajemy w rys. 1074, 1075 i 1076, w które wymiary wpisano w **metrach**.

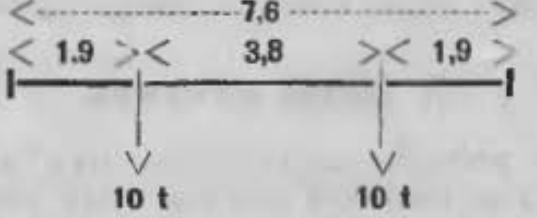
Rys. 1074.
Parowóz.




Rys. 1075.
Tender.




Rys. 1076.
Wagon.




*) Zbiór rozporządzeń minist. dróg i kom. dla służby drogowej kolei żelaznych. Petersburg, w drukarni A. G. Farbera. Tom II, oddział IV.

Dla mostów małej rozpiętości, oraz dla podłużnic i poprzecznic mostów większych, oprócz pociągu powyżej określonego, należy uwzględnić obciążenie jedną osią o nacisku 20 t, poruszającą się oddzielnie wzdłuż mostu.

Powyższe obciążenie ruchomym szeregiem ciężarów można zastąpić przez obciążenie ruchome, rozłożone jednostajnie na metr bieżący mostu, a mianowicie podług tablic poniższych.

### Obciążenie zastępcze w tonach, rozłożone równomiernie na metr bież. mostu.

A) Dla oznaczenia momentów gnących:

| rozpiętość | 3 | 4 | 5 | 7 | 10 | 15 | 20 | 30 | 40 | m |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| a) nad podporą | 17,00 | 15,75 | 14,64 | 12,37 | 10,06 | 8,96 | 8,18 | 7,33 | 6,74 | t/mb. |
| b) w pośrodku | 12,88 | 12,75 | 12,13 | 11,02 | 8,97 | 7,09 | 6,75 | 6,46 | 6,15 | t/mb. |

| rozpiętość | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 130 | 150 | m |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| a) nad podporą | 6,20 | 5,75 | 5,41 | 5,13 | 4,89 | 4,70 | 4,53 | 4,27 | 4,07 | t/mb. |
| b) w pośrodku | 5,76 | 5,41 | 5,13 | 4,89 | 4,69 | 4,51 | 4,37 | 4,14 | 3,89 | t/mb. |

Uwaga. Badając dowolny przekrój, należy liczyć obciążenie zastępcze, wielkości pośredniej, interpolowanej między wartościami *a* i *b* w stosunku oddaleń przekroju od podpory i środka.

B) Dla oznaczenia sił poprzecznych:

| długość obciążona | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | m |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| obciążenie | 30,00 | 22,67 | 20,25 | 17,76 | 17,00 | 16,16 | 15,38 | t/mb. |
| długość obciążona | 5,0 | 8,0 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | m |
| obciążenie | 14,64 | 11,34 | 10,06 | 8,96 | 8,18 | 7,58 | 7,33 | 7,03 | t/mb. |
| długość obciążona | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 70 | 80 | 90 | m |
| obciążenie | 6,74 | 6,46 | 6,20 | 5,97 | 5,76 | 5,41 | 5,13 | 4,89 | t/mb. |

| długość obciążona | 100 | 110 | 130 | 150 | m |
|---|---|---|---|---|---|
| obciążenie | 4,70 | 4,53 | 4,27 | 4,07 | t/mb. |

Uwaga. Dla rozpiętości lub długości obciążonej, pośredniej między podanemi w tablicach, bierze się też pośrednie obciążenie zastępcze, oznaczane interpolacyą.

Gdy obliczamy dźwigary mostowe nie na zasadzie powyżej podanych, równomiernie rozłożonych obciążeń zastępczych, lecz podług istotnego szeregu ciężarów skupionych, czyli podług nacisków osi pociągu, możemy sobie ułatwić mozolne te obliczenia, posiłkując się tablicami poniższemi *) sumy $\Sigma P_n$ nacisków osiowych i $\Sigma M_n$ ich momentów $M_n$. Wartości tablicy I obliczono na zasadzie pociągu, złożonego z dwóch parowozów z tendrami, podług rys. 1074 i 1075, a mianowicie z kominami naprzód zwróconymi, oraz z szeregu wagonów z tyłu doczepionych, podł. rys. 1076.

Wartości tablicy II obliczono dla pociągu z dwóch parowozów, zwróconych kominami ku sobie, przedni bez tendra, za drugim zaś tender i szereg wagonów, przyczem naciski i odstępy poszczególnych osi liczono podług rys. 1074, 1075 i 1076.

*) Podług Patona.

W tablicach tych oznacza $n$ ilość osi, branych w rachubę, poczynając od naprzedniej jako pierwszej; $l$ cały odstęp między pierwszą a ostatnią z tych osi; $\Sigma P_n$ sumę nacisków tych osi, a więc całkowitą wagę tej części pociągu, jaką bierzemy w rachubę; wreszcie $\Sigma M_n$ moment tych nacisków względem ostatniej (tylnej) z osi, branych w rachubę.

## I.

### Tablica sum: $\Sigma P_n$ nacisków osi i $\Sigma M_n$ ich momentów

**względem osi ostatniej, dla pociągu o dwóch parowozach rosyjskich, kominami naprzód zwróconych, z tendrami i szeregiem wagonów podł. rys. 1074, 1075 i 1076.**

| $n$ | $l$ m | $\Sigma P_n$ t | $\Sigma M_n$ t m | $n$ | $l$ m | $\Sigma P_n$ t | $\Sigma M_n$ t m | $n$ | $l$ m | $\Sigma P_n$ t | $\Sigma M_n$ t m |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 15,0 | 0 | 21 | 54,2 | 265 | 8813,25 | 41 | 130,2 | 465 | 36173.25 |
| 2 | 1,3 | 30,0 | 19,5 | 22 | 58,0 | 275 | 9820,25 | 42 | 134,0 | 475 | 37940,25 |
| 3 | 2,6 | 45,0 | 58,5 | 23 | 61,8 | 285 | 10865,25 | 43 | 137,8 | 485 | 39745,25 |
| 4 | 3,9 | 60,0 | 117,0 | 24 | 65,6 | 295 | 11948,25 | 44 | 141,6 | 495 | 41588,25 |
| 5 | 8,4 | 72,5 | 387,0 | 25 | 69,4 | 305 | 13069,25 | 45 | 145,4 | 505 | 43469,25 |
| 6 | 10,0 | 85,0 | 503,0 | 26 | 73,2 | 315 | 14228,25 | 46 | 149,2 | 515 | 45388,25 |
| 7 | 11,6 | 97,5 | 639,0 | 27 | 77,0 | 325 | 15425,25 | 47 | 153,0 | 525 | 47345,25 |
| 8 | 16,1 | 112,5 | 1077,75 | 28 | 80,8 | 335 | 16660,25 | 48 | 156,8 | 535 | 49340,25 |
| 9 | 17,4 | 127,5 | 1224,0 | 29 | 84,6 | 345 | 17933,25 | 49 | 160,6 | 545 | 51373,25 |
| 10 | 18,7 | 142,5 | 1389,75 | 30 | 88,4 | 355 | 19244,25 | 50 | 164,4 | 555 | 53444,25 |
| 11 | 20,0 | 157,5 | 1575.0 | 31 | 92,2 | 365 | 20593,25 | 51 | 168,2 | 565 | 55553,25 |
| 12 | 24,5 | 170,0 | 2283,75 | 32 | 96,0 | 375 | 21980,25 | 52 | 172,0 | 575 | 57700,25 |
| 13 | 26,1 | 182,5 | 2555,75 | 33 | 99,8 | 385 | 23405,25 | 53 | 175,8 | 585 | 59885,25 |
| 14 | 27,7 | 195 | 2847,75 | 34 | 103,6 | 395 | 24868,25 | 54 | 179,6 | 595 | 62108,25 |
| 15 | 31,4 | 205 | 3569,25 | 35 | 107,4 | 405 | 26369,25 | 55 | 183,4 | 605 | 64369.25 |
| 16 | 35,2 | 215 | 4348,25 | 36 | 111,2 | 415 | 27908,25 | 56 | 187,2 | 615 | 66668,25 |
| 17 | 39,0 | 225 | 5165,25 | 37 | 115,0 | 425 | 29485,25 | 57 | 191,0 | 625 | 69005,25 |
| 18 | 42,8 | 235 | 6020,25 | 38 | 118,8 | 435 | 31100,25 | 58 | 194,8 | 635 | 71380,25 |
| 19 | 46,6 | 245 | 6913,25 | 39 | 122,6 | 445 | 32753,25 | 59 | 198,6 | 645 | 73793,25 |
| 0 | 50,4 | 255 | 7844,25 | 40 | 126,4 | 455 | 34444,25 | 60 | 202,4 | 655 | 76244,25 |

## II.

## Tablica sum: $\Sigma P_n$ nacisków osi i $\Sigma M_n$ ich momentów

względem osi ostatniej, dla pociągu o dwóch parowozach rosyjskich, kominami ku sobie zwróconych, przedni parowóz bez tendra, za drugim zaś tender i szereg wagonów, podł. rys. 1074, 1075 i 1076.

| $n$ | $l$ m | $\Sigma P_n$ t | $\Sigma M_n$ t m | $n$ | $l$ m | $\Sigma P_n$ t | $\Sigma M_n$ t m | $n$ | $l$ m | $\Sigma P_n$ t | $\Sigma M_n$ t m |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 15,0 | 0 | 21 | 58,8 | 257,5 | 9455 | 41 | 134,8 | 457,5 | 36245 |
| 2 | 1,3 | 30,0 | 19,5 | 22 | 62,6 | 267,5 | 10434 | 42 | 138,6 | 467,5 | 37984 |
| 3 | 2,6 | 45,0 | 58,5 | 23 | 66,4 | 277,5 | 11450 | 43 | 142,4 | 477,5 | 39760 |
| 4 | 3,9 | 60,0 | 117,0 | 24 | 70,2 | 287,5 | 12505 | 44 | 146,2 | 487,5 | 41575 |
| 5 | 9,3 | 75,0 | 441,0 | 25 | 74,0 | 297,5 | 13597 | 45 | 150,0 | 497,5 | 43427 |
| 6 | 10,6 | 90,0 | 538,5 | 26 | 77,8 | 307,5 | 14728 | 46 | 153,8 | 507,5 | 45318 |
| 7 | 11,9 | 105,0 | 655,5 | 27 | 81,6 | 317,5 | 15896 | 47 | 157,6 | 517,5 | 47246 |
| 8 | 13,2 | 120,0 | 792 | 28 | 85,4 | 327,5 | 17103 | 48 | 161,4 | 527,5 | 49213 |
| 9 | 17,7 | 132,5 | 1332 | 29 | 89,2 | 337,5 | 18347 | 49 | 165,2 | 537,5 | 51217 |
| 10 | 19,3 | 145,0 | 1544 | 30 | 93,0 | 347,5 | 19630 | 50 | 169,0 | 547,5 | 53260 |
| 11 | 20,9 | 157,5 | 1776 | 31 | 96,8 | 357,5 | 20950 | 51 | 172,8 | 557,5 | 55340 |
| 12 | 24,6 | 167,5 | 2358 | 32 | 100,6 | 367,5 | 22309 | 52 | 176,6 | 567,5 | 57459 |
| 13 | 28,4 | 177,5 | 2995 | 33 | 104,4 | 377,5 | 23705 | 53 | 180,4 | 577,5 | 59615 |
| 14 | 32,2 | 187,5 | 3670 | 34 | 108,2 | 387,5 | 25140 | 54 | 184,2 | 587,5 | 61810 |
| 15 | 36,0 | 197,5 | 4382 | 35 | 112,0 | 397,5 | 26612 | 55 | 188,0 | 597,5 | 64042 |
| 16 | 39,8 | 207,5 | 5133 | 36 | 115,8 | 407,5 | 28123 | 56 | 191,8 | 607,5 | 65683 |
| 17 | 43,6 | 217,5 | 5921 | 37 | 119,6 | 417,5 | 29671 | 57 | 195,6 | 617,5 | 68621 |
| 18 | 47,4 | 227,5 | 6748 | 38 | 123,4 | 427,5 | 31258 | 58 | 199,4 | 627,5 | 70968 |
| 19 | 51,2 | 237,5 | 7612 | 39 | 127,2 | 437,5 | 32882 | 59 | 203,2 | 637,5 | 73352 |
| 20 | 55,0 | 247,5 | 8515 | 40 | 131,0 | 447,5 | 34545 | 60 | 207,0 | 647,5 | 75775 |

2. (§ 7) Przy **obliczaniu siatkownicy** (belki siatkowej) uważamy ją za powstałą z nałożonych na siebie, a względem siebie przesuniętych kratownic składowych (belek kratowych). Kratownicę taką obciążamy albo obciążeniem zastępczem, przesuniętem na pół jej pola poza ostatni węzeł obciążony, albo też szeregiem przepisanych ciężarów. Obliczamy siłę poprzeczną dla przekroju leżą-

cego o $^1/_2$ pola poza ostatnim węzłem obciążonym, w kierunku nieobciążonej części przęsła. Otrzymaną w ten sposób siłę poprzeczną rozdzielamy równomiernie między wszystkie kratownice składowe, na jakie podzieliliśmy siatkownicę. Należy przytem uwzględnić położenie jezdni (górą czy dołem). Dla przęseł do 32 m (15 saż.) rozpiętości tak obliczone naprężenia powiększa się jeszcze o 10% przy podporach, o 15% w pośrodku, w punktach zaś pośrednich o procent pośredni (w stosunku oddaleń przekroju od podpory i środka). Pasom siatkownic trzeba nadać niezbędną sztywność w kierunku pionowym.

3. (§ 8) **Odwiatrowniki** obliczamy w założeniu parcia wiatru 235 kg/m² ($1^1/_3$ puda/stopę kw.) dla przęsła pociągiem nieobciążonego, z dodatkiem parcia 132,2 kg/m² ($^3/_4$ puda/st. kw.) bocznej powierzchni pociągu. Powierzchnię boczną jednej strony dźwigara uważa się za pełno obciążoną wiatrem, powierzchnię drugiego dźwigara natomiast za obciążoną wiatrem tylko częściowo. Uwzględniając te okoliczności, można razem średnio liczyć: dla pary siatkownic 60%, a dla pary kratownic 50% pola, objętego obwodem zewnętrznym dźwigara. Gdy pomost leży na wysokości górnego lub dolnego pasa, natenczas obliczone tak parcie wiatru rozdzielamy równomiernie między górne i dolne wykrzyżowanie, bez dodatku parcia na pomost.

Jeżeli jednak pomost leży nad lub pod jednym z pasów dźwigara, to parcie wiatru na boczną powierzchnię pomostu dolicza się w całości do tego wykrzyżowania, przy którem leży pomost.

Gdy pomost leży nad dźwigarem, to wiatr uderza w pociąg zupełnie nieosłonięty dźwigarem. Natenczas liczymy na każde wykrzyżowanie odwiatrowe górne i dolne, parcie wiatru przypadające na pas płaszczyzny, wysokości 1,8 m (6 st.). Jeżeli zaś pomost znajduje się przy dolnym pasie dźwigara, to całkowite parcie wiatru na pociąg odnosimy do wykrzyżowania dolnego. Natenczas na pociąg częściowo osłonięty dźwigarem, należy liczyć 3 do 2,75 m (10 do 7,5 stóp) wysokości pasa powierzchni napieranej przez wiatr, odnosząc ją w całości do wykrzyżowania dolnego. Przy wysokości dźwigara 1,08 m (0,5 saż.) pas 3,0 m (10 st.) wysoki liczymy jako napierany przez wiatr; przy 6,4 m (3 saż.) lub większej wysokości dźwigara liczymy 2,75 m (7,5 st.) wysokości owego pasa; wreszcie dla dźwigarów o wysokościach pośrednich bierzemy też wartości pośrednie między 3 a 2,75 m.

4. (§ 9 i 10) Do **oznaczania przekrojów** części mostowych z żelaza zlipnego służą wzory:

$$k = \frac{P + 0{,}6\,P''}{F} \text{ dla pasów, a } k' = \frac{M}{W} + \frac{0{,}5\,P'}{F} \text{ dla poprzecznic.}$$

We wzorach tych oznacza:

$k$ i $k'$ naprężenia dozwolone (p. poniżej pod 5), jeżeli zaniedbujemy parcie wiatru, a z jego uwzględnieniem naprężenie, nieprzekraczające 762 kg/cm² (300 pud/cal kw.);

$P$ i $M$ siłę w pasie (kg) i moment gnący poprzecznicę (kg cm), powodowany ciężarami pionowymi;

$P'$ siłę (kg) powstającą w pasie, wzgl. w poprzecznicy, pod wpływem wiatru;

$F$ przekrój pasa, wzgl. poprzecznicy, w $cm^2$, $W$ zaś moment wytrzymałości tegoż przekroju, w $cm^3$.

Na ciągnienie oblicza się przekrój netto, t. j. z potrąceniem wszystkich dziur nitowych, na ciśnienie przekrój pół netto, t. j. z potrąceniem połowy tychże dziur; momenty statyczne i bezwładności obliczają się natomiast zawsze dla całego przekroju bez potrąceń. Dłuższe pręty ściskane wypada obliczać i na wyboczenie, lecz nowe przepisy tego dotyczące mają niebawem być wydane, a i przepisy powyższe z pod 4. mają uledz zmianie.

5. **Naprężenia dozwolone** w częściach żelaznych, w **kg/cm²** (por. T. I str. 340 i 341).

a. (§ 11) Żelazo zlipne.

$\alpha$) W mostach rozpiętości do 15 m, oraz w częściach pomostu przęseł dowolnej rozpiętości:

$k = k_z = 600$ netto; $k_s = 600$ w nitach, a $k_s = 350$ w środniku (ściance pionowej) blachownic i t. p.

$k_s = 500$ w nitach, przytwierdzających podłużnice do poprzecznic i poprzecznice do dźwigarów głównych.

$\beta$) W mostach rozpiętości ponad 15 m, w dźwigarach głównych: $k$ (półnetto) i $k_z$ (netto) $= 700$.

$\gamma$) W siatkownicach i kratownicach:
w pasach, stojcach i przekątnikach: $k$ (półnetto) $= 700$, $k_z$ (netto) $= 725$; $k_s = 600$ w nitach, a $k_s = 450$ w blachach pionowych (środnikach) wzdłuż.

$\delta$) W odwiatrownikach i t. p.: $k_z = 900$, a w nitach $k_s = 750$.

b. (§ 12) Żelazo zlewne:

$\alpha$) W mostach rozpiętości do 15 m, oraz w częściach pomostu przęseł dowolnej rozpiętości:
$k = k_z = 650$ (netto); $k_s = 375$ w blachach pionowych (środnikach) i t. p.

$\beta$) W mostach rozpiętości od 15 m do 32 m włącznie, w samych dźwigarach głównych:
$k = k_z = 725$ (netto); $k_s = 425$ w blachach pionowych (środnikach) i t. p.

$\gamma$) W mostach rozpiętości ponad 32 m, w samych dźwigarach głównych:
$k$ (półnetto) $= k_z$ (netto) $= 775$ w pasach, a 750 w przekątnikach i stojcach.

$\delta$) W wykrzyżowaniach poziomych i pionowych, w mostach rozpiętości do 32 m włącznie:
$k$ (półnetto) $= 800$; $k_z$ (netto) $= 900$, a w mostach rozpiętości ponad 32 m $k$ i $k_z$ o 50 większe.

**Uwaga.** Stosując do mostu różne gatunki żelaza (zlipne i zlewne), trzeba przynajmniej każdą zasadniczą część mostu, a więc: pas dolny, pas górny, stojce, przekątniki, poprzecznice, podłużnice wykonać z tego samego gatunku żelaza.

6. **Dozwolone ugięcia się mostów żelaznych** *).

Uwaga. Stosunek wysokości dźwigara do jego rozpiętości oznaczymy przez $\alpha$, stosunek ugięcia do rozpiętości przez $\varphi$. Obciążenie pociągiem normalnym podług punktu 1.

Ugięcie trwałe (pozostające po odciążeniu): $\varphi < 0{,}0002$.

Ugięcie sprężyste: a) mostów do 10,7 m (5 saż.) rozpiętości: gdy $\alpha < 0{,}1$, ma być $\varphi < {}^1/_{750}$; gdy $\alpha \leqq 0{,}1$, ma być $\varphi < 0{,}001$;

b) mostów rozpiętości ponad 10,7 m (5 saż.):

gdy $\alpha < 0{,}1$, ma być $\varphi < 0{,}0008$; gdy $\alpha \leqq 0{,}1$, ma być $\varphi < {}^1/_{1500}$.

7. **Mosty drewniane.** Naprężenia dozwolone podano w Tomie I str. 341. Każde z naprężeń tam podanych można jednak zwiększyć o 12,7 kg/cm² (5 pud/cal kw.), jeżeli w obliczeniach uwzględniono i parcie wiatru, a nadto dla budowli tymczasowych można jeszcze zwiększyć wszystkie te naprężenia o $25\%$.

Mosty kolejowe oblicza się na podstawie obciążenia pociągiem zestawionym w sposób przepisany **). Dozwolono jednak zastąpić pociąg ten obciążeniem zastępczem, równomiernie na długość rozłożonem, podług tablicy poniżej podanej. Dla rozpiętości pośrednich, tablicą nie objętych, oznaczamy obciążenia zastępcze przez interpolacyę. Podobnie też dla dowolnych przekrojów między podporą a środkiem dźwigara oznaczamy wartości pośrednie obciążeń zastępczych, przyczem dla uproszczenia obliczeń można całą rozpiętość (stosownie do jej wielkości) podzielić tylko na 6 do 12-tu pól. Oznaczywszy obciążenia zastępcze dla przekrojów, rozgraniczających te pola, obliczamy wszystkie przekroje danego pola na zasadzie obciążeń niezmieniających się, a mianowicie równych średniej wielkości między obciążeniami, obliczonemi dla granic danego pola.

**Obciążenia zastępcze na drewniane mosty kolejowe.**

| Rozpiętości | | Równomierne obciążenie zastępcze, rozłożone na całej rozpiętości: | | | | Równomierne obciążenie zastępcze, rozłożone od podpory do środka, dla największej siły poprzecznej w przekroju środkowym | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Dla największych momentów gnących i sił poprzecznych tuż przy, wzgl. nad podporą | | Dla największych momentów w pośrodku rozpiętości | | | |
| m | saż. | ton/m b. | pud/st. b. | ton/m b. | pud st. b. | ton/m b. | pud/st. b. |
| 2,13 | 1 | 19,45 | 362 | 14,08 | 262 | 28,11 | 523 |
| 4,27 | 2 | 15,21 | 283 | 12,41 | 231 | 19,40 | 361 |
| 6,40 | 3 | 12,95 | 241 | 11,34 | 211 | 16,50 | 307 |
| 8,53 | 4 | 9,94 | 185 | 9,03 | 168 | 13,81 | 257 |
| 10,67 | 5 | 8,17 | 152 | 7,15 | 133 | 11,82 | 220 |
| 12,80 | 6 | 7,68 | 143 | 6,40 | 119 | 10,80 | 201 |
| 14,94 | 7 | 7,42 | 138 | 6,02 | 112 | 9,78 | 182 |
| 17,07 | 8 | 7,15 | 133 | 5,75 | 107 | 9,08 | 169 |
| 19,20 | 9 | 6,88 | 128 | 5,64 | 105 | 8,54 | 159 |
| 21,34 | 10 | 6,72 | 125 | 5,59 | 104 | 8,22 | 153 |
| 25,60 | 12 | 6,40 | 119 | 5,54 | 103 | 7,68 | 143 |
| 32,00 | 15 | 6,18 | 115 | 5,43 | 101 | 7,04 | 131 |
| 42,67 | 20 | 5,80 | 108 | 5,27 | 98 | 6,50 | 121 |
| 53,34 | 25 | 5,48 | 102 | 5,16 | 96 | 6,23 | 116 |
| 64,01 | 30 | 5,16 | 96 | 5,00 | 93 | 6,02 | 112 |
| 74,67 | 35 | 4,89 | 91 | 4,78 | 89 | 5,86 | 109 |

*) Zbiór rozporządzeń minist. dróg i kom. Petersburg 1900. a. Tom II, str. 37.

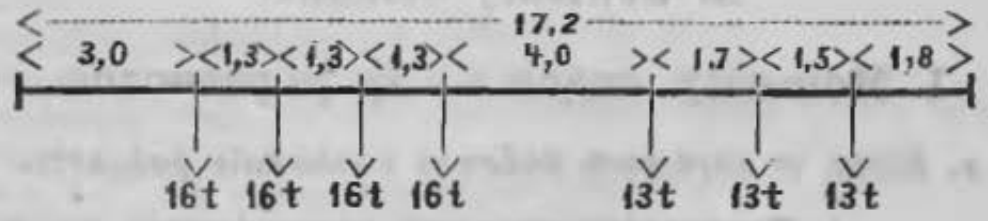
**) Tamże, str. 54 i nast.

Naprężenia dozwolone i obciążenia dźwigarów dachowych śniegiem i wiatrem podano w Tomie I str. 340.

### III. Parowóz obciążający na mosty austryackich kolei państwowych

podajemy w rys. 1077, a o naprężeniach dozwolonych p. T. I str. 341.

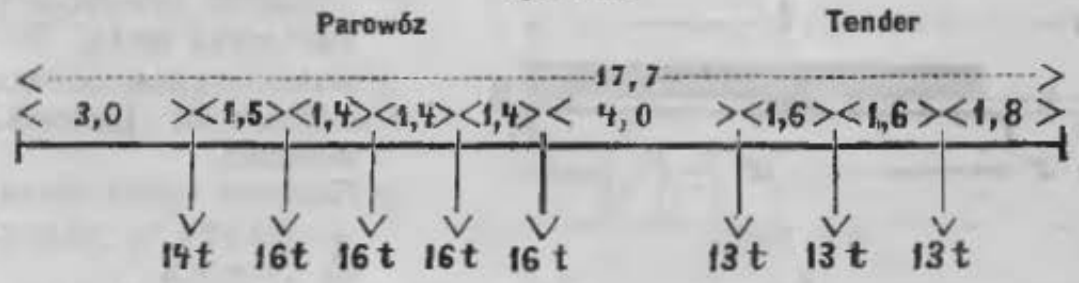
Rys. 1077.



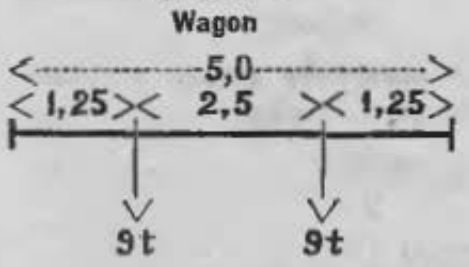

### IV. Przepisy Związku kolei niemieckich.

Podług § 15 a. Warunków Technicznych Związku, mosty, nowo się budujące lub ulegające przebudowaniu, należy obliczać przynajmniej na szereg ciężarów z dwóch parowozów i nieograniczonej liczby wagonów doprzęgniętych, biorąc naciski i wzajemne odstępy osi podług rys. 1078 i 1079.

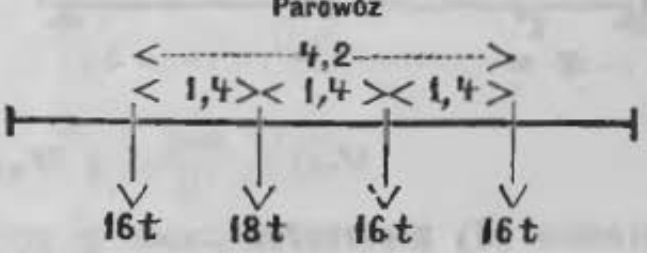
Rys. 1078.




Rys. 1079.




Rys. 1080.




Przęsła małej rozpiętości, jako też podłużnice i poprzecznice wogóle, należy obliczać podług szeregu czterech ciężarów po 16 t, w odstępach wzajemnych po 1,4 m, przyczem ciężar, oddziaływający naj-

niekorzystniej na przekrój obliczany, wypada jeszcze powiększyć z 16 na 18 t, por. rys. 1080, w którym powiększono w ten sposób ciężar drugi z rzędu.

---

# II. USTROJE MOSTOWE I DACHOWE.

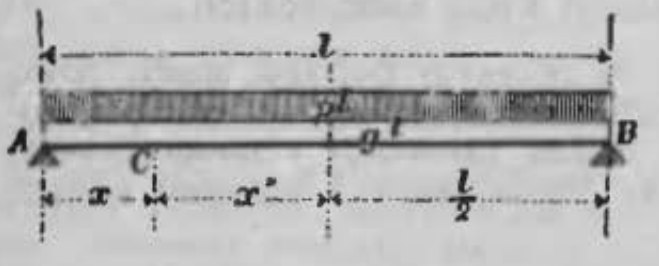
## A. Dźwigary belkowe.

### I. Momenty gnące i siły poprzeczne.

#### a. Belka w obydwóch końcach swobodnie podparta.

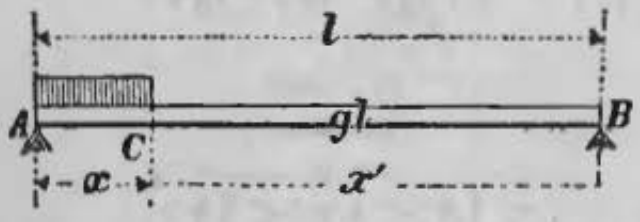
##### 1. Bezpośrednie obciążenie równomierne.

Rys. 1081.




Rys. 1082.

Rys. 1083.




Jeżeli (podł. rys. 1081, 1082 i 1083) oznaczymy przez:

- $A$ odpór lewej podpory belki,
- $B$ odpór prawej podpory,
- $l$ rozpiętość,
- $x$ i $x'$ odległości przekroju $C$ od $A$, wzgl. od $B$,
- $x''$ odległość przekroju $C$ od środka belki,
- $g$ stałe obciążenie równomierne na jednostkę długości,
- $p$ ruchome obciążenie równomierne na jednostkę długości,
- $g + p = q$ obciążenie całkowite na jednostkę długości,

to **momenty gnące** w przekroju $C$ będą:

$$M_{max} = \frac{qxx'}{2}, \text{ a } M_{min} = \frac{gxx'}{2},$$

wreszcie **siły poprzeczne** (tnące) w przekroju $C$:

$$Q_{max} = gx'' + \frac{px'^2}{2l}, \text{ a } Q_{min} = gx'' - \frac{px^2}{2l}.$$

$M_{max}$ pojawia się przy obciążeniu całkowitem, podł. rys. 1081, $Q_{max}$ przy obciążeniu częściowem, podł. rys. 1082, a $Q_{min}$, podł. rys. 1083.

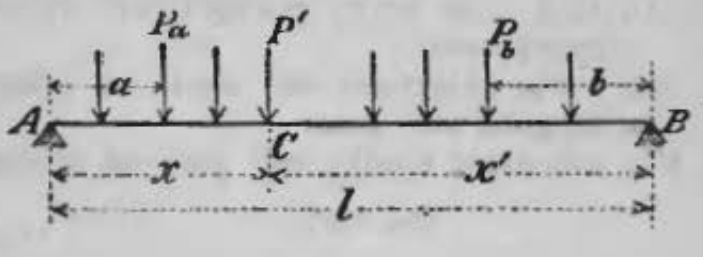
## 2. Obciążenie bezpośrednie ruchomymi ciężarami skupionymi.

Jeżeli (podł. rys. 1084, 1085 i 1086) oznaczymy przez:

$P_a$ poszczególne ciężary po lewej stronie od $C$,
$P_b$ poszczególne ciężary po prawej stronie od $C$,
$P'$ ciężar znajdujący się nad $C$,
$a$ odległości poszczególnych ciężarów $P_a$ od $A$,
$b$ odległości poszczególnych ciężarów $P_b$ od $B$,
$g$ obciążenie stałe, równomiernie rozłożone (waga własna belki, pomostu i t. p.),

($l$, $x$ $x'$ i $x''$ jak poprzednio na str. 658),

Rys. 1084.




to **moment gnący** w przekroju $C$ będzie:

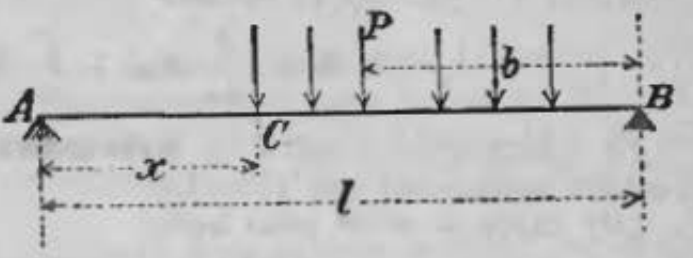
$$M_{max} = \frac{x}{l}\Sigma b P_b + \frac{x'}{l}\Sigma a P_a + \frac{P' x x'}{l} + \frac{g x x'}{2}.$$

Jeżeli moment gnący istotnie ma się stać największością, to ciężar $P'$, nasunięty nad przekrój $C$, powinien być możliwie największy z danego szeregu ciężarów, a cały ten szereg (np. pociąg kolejowy) należy tak ustawić, aby:

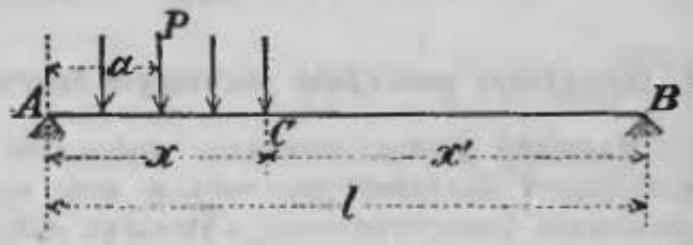
$$\frac{P' + \Sigma P_b}{\Sigma P_a} > \frac{x'}{x}, \text{ oraz}$$

$$\frac{\Sigma P_b}{P' + \Sigma P_a} < \frac{x'}{x}.$$

Rys. 1085.




Rys. 1086.




Siły poprzeczne (tnące) w przekroju $C$ będą:

$$Q_{max} = gx'' + \frac{\Sigma P b}{l} \text{ (rys. 1085)},$$

$$Q_{min} = gx'' - \frac{\Sigma P a}{l} \text{ (rys. 1086)}.$$

## 3. Pośrednie obciążenie równomierne.

Na dźwigary główne mostów żelaznych ciężary działają zazwyczaj pośrednio, a mianowicie za pośrednictwem poprzecznic, które są znów podporami dla podłużnic mniejszej rozpiętości, obciążonych

dopiero bezpośrednio. Znakowanie, podane na str. 658, uzupełniamy, z uwzględnieniem rys. 1087 i 1088, oznaczając dodatkowo przez:

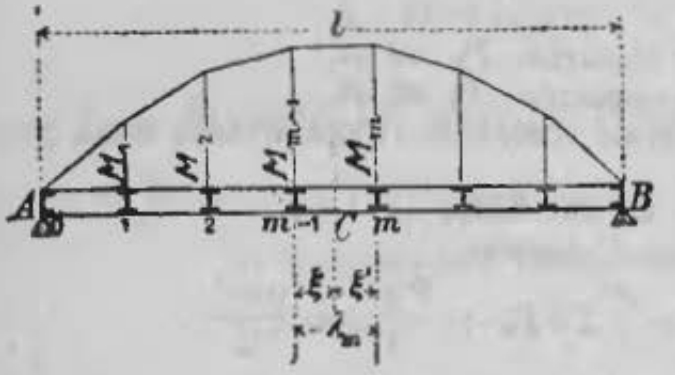
0, 1, 2 ... $m$ liczby porządkowe węzłów (punktów przyłączenia poprzecznic),

$x_m$ i $x'_m$ odległości $m$g$^{o}$ węzła od podpór $A$ i $B$,

$\lambda_m$ długość $m$g$^{o}$ pola,

$x''_m$ odległość środka $m$g$^{o}$ pola od środka dźwigara.

Rys. 1087.




**Momenty gnące** w $m^{ym}$ węźle otrzymamy ze wzorów:

$$M_{m\,max} = \frac{q x_m x'_m}{2},$$

$$M_{m\,min} = \frac{g x_m x'_m}{2}.$$

Jeżeli nadto odległości pewnego, pośredniego przekroju $C$ (leżącego wśród $m$g$^{o}$ pola) od węzła $(m-1)$g$^{o}$ i $m$g$^{o}$, oznaczymy przez $\xi$ i $\xi'$, przyczem $\xi + \xi' = \lambda_m$, to moment przekroju $C$ (rys. 1087) będzie:

$$M = \frac{\xi}{\lambda_m} M_m + \frac{\xi'}{\lambda_m} M_{m-1}.$$

Ze wzoru tego wynika, iż **wykresowa momentów** między dwoma węzłami sąsiednimi jest prostą.

Siły tnące w $m^{tem}$ polu będą:

$$Q_{m\,max} = g x''_m + \frac{p x'^2_m}{2(l-\lambda_m)}, \text{ a } Q_{m\,min} = g x''_m - \frac{p x^2_{m-1}}{2(l-\lambda_m)}.$$

## 4. Obciążenie pośrednie ruchomym szeregiem ciężarów skupionych.

**Momenty gnące** obliczamy dokładnie tak samo, jak gdyby poprzecznic i podłużnic nie było, a więc w sposób podany pod **2.** dla obciążenia bezpośredniego. Stosując oznaczenia z rys. 1087 i 1088, otrzymamy wzór:

$$M_{m\,max} = \frac{x_m}{l} \Sigma b P_b + \frac{x'_m}{l} \Sigma a P_a + \frac{x_m x'_m}{l} P' + \frac{g x_m x'_m}{2}.$$

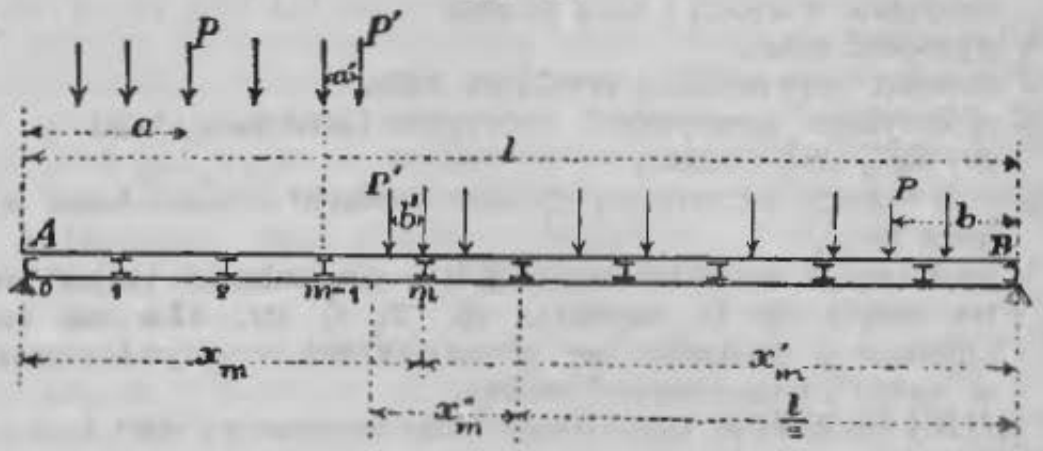
W pośrednim przekroju $C$ $m$g$^{o}$ pola (podobnie jak pod **3.**) moment wyrazi się wzorem:

$$M = \frac{\xi}{\lambda_m} M_m + \frac{\xi'}{\lambda_m} M_{m-1}.$$

Podstawiając we wzorze tym za $M_m$ i $M_{m-1}$ ich wartości największe, otrzymamy $M_{max}$. Ponajczęściej jednak największości momentów w $(m-1)^{ym}$ i w $m^{ym}$ węźle wymagają odmiennego usta-

wienia szeregu ciężarów na przęśle; największości te nie pojawiłyby się zatem jednocześnie, dlatego też wartość $M_{max}$, określona wzorem powyższym, będzie zazwyczaj za wielka.

Rys. 1088.




**Siły tnące** w $m^{ym}$ polu będą:

$$Q_{m\,max} = gx''_m + \frac{\Sigma Pb}{l} - \frac{\Sigma P'b'}{\lambda_m} \text{ i}$$

$$Q_{m\,min} = gx''_m - \frac{\Sigma Pa}{l} + \frac{\Sigma P'a'}{\lambda_m}.$$

Pojawiają się one, gdy szereg ciężarów ustawimy jak w rys. 1088, a mianowicie: $Q_{m\,max}$ pod wyłącznym wpływem ciężarów, wrysowanych tuż nad dźwigarem (po prawej stronie), a $Q_{m\,min}$ pod wyłącznym wpływem ciężarów, wrysowanych ponad rysunkiem właściwym (po lewej stronie).

Symbole $\Sigma Pb$ i $\Sigma Pa$ obejmują wszystkie ciężary bez wyjątku, a $\Sigma P'b'$ i $\Sigma P'a'$ tylko te ciężary, które się znajdują w $m^{ym}$ polu. Odległości poszczególnych ciężarów $P'$ od węzła $m$, wzgl. $m-1$, oznaczono przez $b'$, wzgl. $a'$.

Do obliczenia $Q_{m\,max}$ w polach nie nadmiernej długości, wystarcza zazwyczaj uwzględnienie dwóch poniższych położeń szeregu ciężarów: 1) przedni ciężar $P_1$ szeregu leży nad $m$ i 2) drugi z rzędu ciężar nasunął się nad $m$. Gdy się w przypadku 1) dopełnia warunek:

$$(\Sigma P) : P_1 < l : \lambda_m,$$

natenczas otrzymane $Q_m$ będzie największością, w razie przeciwnym wypada przesunąć szereg ciężarów i obliczyć $Q_m$ dla przypadku 2). W sposób podobny oznaczamy $Q_{m\,min}$.

## b. Swobodnie podparta belka wieloprzęsłowa, bez przegubów *).

### 1. Momenty gnące.

Wprowadzamy znakowania poniższe (p. rys. 1089):

$\mathfrak{M}_{r-1}$, $\mathfrak{M}_r$ i $\mathfrak{M}_{r+1}$ momenty nadpodporowe $r^{tego}$ i $(r+1)^{go}$ przęsła, a więc pojawiające się nad podporami $r-1$, $r$ i $r+1$.

*) Müller-Breslau, Graphische Statik der Baukonstruktionen. Wyd. II, T. II, Dział 2; Lipsk 1896, u Baumgärtner'a.

$l_r$ i $l_r+1$ rozpiętości $r^{tego}$ i $(r+1)^{go}$ przęsła,

$e_r-1$, $e_r$ i $e_r+1$ (p. rys. 1093), obniżenia podpór względnie do ich poziomu zasadniczego. Gdy wszystkie podpory leżą pierwotnie na tym poziomie i nie obniżają się pod obciążeniem, wszystkie wartości $e$ będą zerami.

$h$ wysokość belki,

$J$ moment bezwładności przekroju belki,

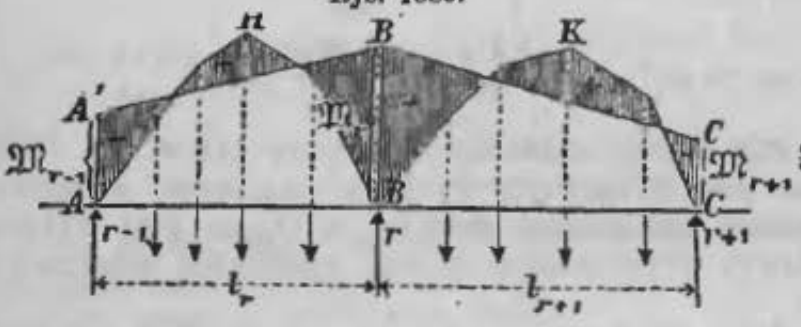
$E$ spółczynnik sprężystości tworzywa (materyału) belki (p. T. I str. 327, 331 i nast.),

$t_u - t_0$ różnica temperatury między spodnimi a wierzchnimi włóknami belki,

$\alpha$ spółczynnik wydłużalności, czyli rozszerzalności linijnej wskutek ciepła na $1^0$ zagrzania (p. T. I, str. 314; dla żelaza zlipnego i zlewnego jest $\alpha = 0{,}000012$, a gdy $E$ wyrazimy w kg/cm², natenczas $\alpha E = 24$).

$AHBA$ i $BKCB$ (rys. 1089) pola momentów $r^{tego}$ i $(r+1)^{go}$ przęsła oswobodzonego, t. j. wyciętego z belki wieloprzęsłowej i swobodnie podpartego,

Rys. 1089.




$\mathfrak{L}_r$ moment statyczny płaszczyzny $AHBA$ względem pionu przez $A$,

$\mathfrak{R}_{r+1}$ moment statyczny płaszczyzny $BKCB$ względem pionu przez $C$.

Jeżeli nadto założymy, że $J$, $E$, $h$, oraz $t_u - t_0$ są stałemi, to ważnem będzie równanie:

I. $$\mathfrak{M}_{r-1} l_r + 2\mathfrak{M}_r (l_r + l_{r+1}) + \mathfrak{M}_{r+1} l_{r+1} = N_r,$$ w którem

II. $$N_r = -6\left(\frac{\mathfrak{L}_r}{l_r} + \frac{\mathfrak{R}_{r+1}}{l_{r+1}}\right) - 6EJ\left(\frac{e_{r-1}}{l_r} - \frac{e_r(l_r+l_{r+1})}{l_r l_{r+1}} + \frac{e_{r+1}}{l_{r+1}}\right) - 3\alpha EJ(t_u - t_0)\frac{l_r + l_{r+1}}{h}.$$

W równaniu I znamy tylko $N_r$, określone wzorem II ze znanych, albo założonych wartości, stanowiących prawą stronę tegoż równania II.

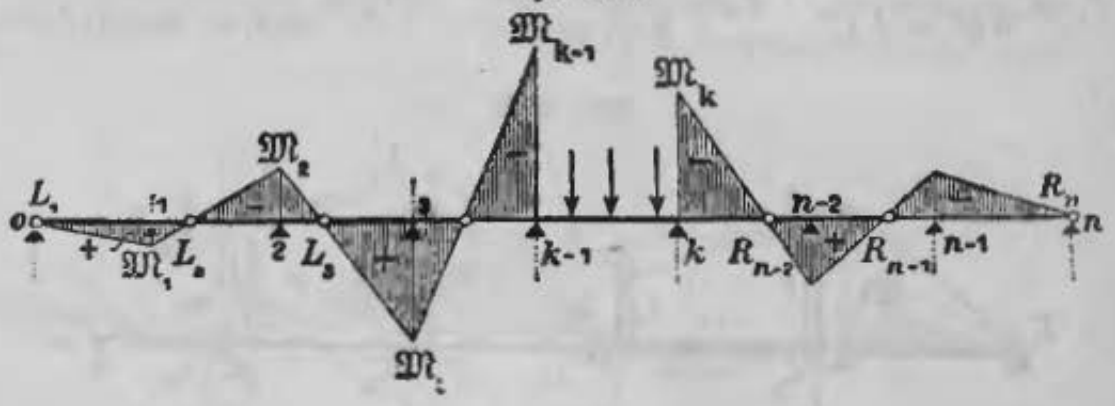
Jeżeli belka wieloprzęsłowa ma $n$ przęseł, a więc $n+1$ podpór, to będzie $n+1$ niewiadomych momentów nadpodporowych $\mathfrak{M}$. Ustawiając równania o postaci I kolejno dla każdej pary przęseł sąsiednich, otrzymamy $n-1$ takich równań, a więc o dwa mniej niż liczba momentów $\mathfrak{M}$. Dwa z nich muszą zatem być albo z góry dane (np. $\mathfrak{M}_0 = 0$ i $\mathfrak{M}_n = 0$, gdy końce belki podparte swobodnie), albo określone dwoma warunkami dodatkowymi (np. jeżeli końce belki są stale osadzone, znamy ich kąty osadzenia).

Obliczywszy w ten sposób momenty nadpodporowe $\mathfrak{M}$, które w rys. 1089 liczono jako odjemne, wykreślamy je w postaci rzędnych nad podporami. Łącząc końce $A'$, $B'$, $C'$ tych rzędnych liniami prostemi $A'B'$ i $B'C'$, otrzymamy wykres momentów (rys. 1089), w którym ich pola zakreskowano.

Obliczenia analityczne dogodniej nieraz będzie zastąpić analityczno-wykreślnemi, zwłaszcza dla ruchomego szeregu ciężarów skupionych. Moment, odkształcenie, wzgl. naprężenie w dowolnym przekroju belki pod wpływem obciążenia równomiernego (np. wagi własnej przęsła) i ciężarów skupionych jest sumą algebraiczną momentów, odkształceń, wzgl. naprężeń składowych, powodowanych poszczególnemi obciążeniami. Możemy zatem dla każdego obciążenia (a w danym razie, nawet dla każdego poszczególnego ciężaru skupionego w określonem położeniu) obliczyć oddzielnie owe wartości składowe, a z sum ich wytworzyć wartości wynikowe. W przypuszczeniu, że wartości te dla obciążenia równomiernego już znamy, np. że obliczyliśmy je analitycznie, wykreślamy je wyłącznie tylko dla ruchomego szeregu ciężarów. Obciążamy kolejno tylko jedno przęsło i zakładamy, że pozostałe są zupełnie nieobciążone, zaniedbujemy zatem na razie nawet ich wagę własną. Zakładając nadto, że wszystkie podpory leżą w jednym poziomie, a więc że wszystkie wartości $e = 0$, oraz że i wszystkie wartości $t_n - t_0 = 0$, wreszcie że obciążamy szeregiem ciężarów tylko $k^{te}$ przęsło (rys. 1090), możemy posługiwać się poniżej opisanym sposobem wykreślnym.

W każdem polu nieobciążonem wykresowa momentów jest linią prostą, przechodzącą przez punkt zerowy $L$ momentu, czyli przez punkt zwrotny osi odkształconej. Dla przęsła nieobciążonego poło-

Rys. 1090.

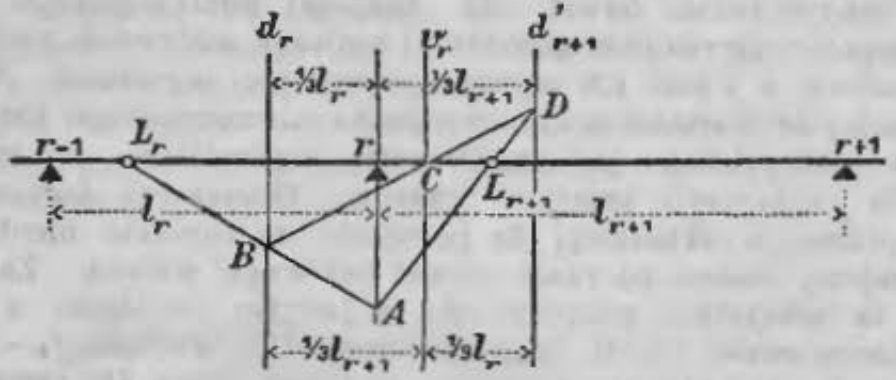



żenie tego punktu $L$ jest stałe, niezależne od zmiany obciążeń w $k^{tem}$ przęśle, a jedynie zależne od rozstawienia podpór pod belką wieloprzęsłową. Właściwość ta da nam dogodny sposób wykreślenia momentów nadpodporowych, po uprzedniem oznaczeniu owych punktów zerowych. Pierwszy punkt zerowy $L_1$ jest równocześnie punktem podparcia 0, jeżeli koniec belki spoczywa swobodnie.

Ze znanego położenia punktu zerowego $L_r$ (rys. 1091) wyznaczamy położenie następnego $L_r + 1$ w sposób następujący:

Po obu stronach podpory $r$ (rys. 1091) wykreślamy pionowe w odstępach $^1/_3$ rozpiętości odnośnego przęsła, a więc pionowe $d_r$ i $d'_{r+1}$, jako też pion pomocniczy $v_r$ przez $C$, t. j. w odstępie $^1/_3 l_r$ od pionu $d'_{r+1}$, a w odstępie $^1/_3 l_{r+1}$ od pionu $d_r$. Przez $L_r$ kreślimy dowolną prostą, przecinającą pion $d_r$ w $B$, a pion podporowy $r$ w punkcie $A$. Kreślimy następnie prostą $BC$ aż do $D$, jako też $DA$, która przecina oś belki w szukanym punkcie zerowym $L_{r+1}$. W sposób powyższy, zaczynając od $L_1$ z lewej strony (rys. 1090), możemy wyznaczyć kolejno $L_2$, $L_3$...., a zaczynając od prawej podpory krańcowej $n$, wyznaczyć punkty zerowe $R_n$, $R_n - 1$, $R_n - 2$...

Rys. 1091.

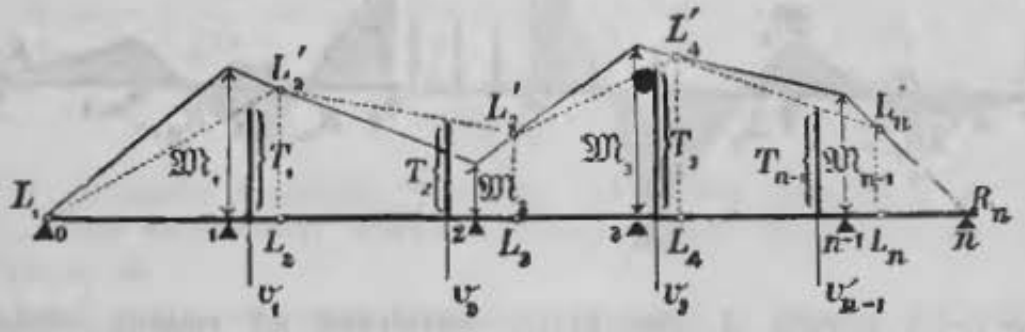



Znając punkty zerowe $L$ i $R$, można dla każdego obciążenia belki, o końcach swobodnie podpartych, wyznaczyć wykreślnie momenty $\mathfrak{M}_1$, $\mathfrak{M}_2$, .... $\mathfrak{M}_r$ w sposób następujący (rys. 1092):

Na pionach pomocniczych $v_1$, $v_2$ ... $v_r$.... odcinamy kresy równe wielkości momentów:

$$T_1 = \frac{N_1}{3(l_1 + l_2)}, \quad T_2 = \frac{N_2}{3(l_2 + l_3)}, \quad .. T_r = \frac{N_r}{3(l_r + l_{r+1})} ..$$

Rys. 1092.




i prowadzimy przez końce tych kres linię łamaną $L_1 L'_2 L'_3 \ldots L'_r \ldots L'_n$ tak, aby jej punkty załomów leżały na pionach, przełożonych przez punkty zerowe $L_2$, $L_3 \ldots L_r \ldots L_n$. Następnie, zaczynając od podpory $n$, prowadzimy przez punkty $L'$ drugą linię łamaną tak, aby jej punkty załomów leżały pionowo nad podporami. Druga ta linia łamana jest wykresową momentów nadpodporowych $\mathfrak{M}$, odcina bo-

wiem ich wartości $\mathfrak{M}_1, \mathfrak{M}_2 \ldots \mathfrak{M}_r$ na pionach podporowych. W rys. 1092 wszystkie $T$ wykreślono jako odjemne, a zatem i wszystkie momenty podporowe wypadają odjemne. Założyliśmy wprawdzie, że obciążenie równomierne $g$, obniżenia podpór $e$, oraz różnica temperatur $t_u - t_o$ są zerami, mimo to możemy sposób ten zastosować i do wyznaczenia momentów podporowych wywołanych:

1) stałem obciążeniem równomiernie rozłożonem $g$,
2) obniżeniami $e$ podpór (p. rys. 1093)
3) różnicą temperatury $t_u - t_o$.

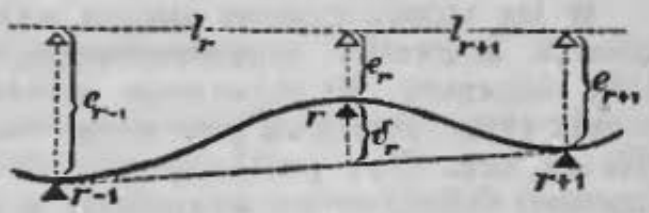
W przypadku 1) należy wprowadzić wartości:

$$T_r = -\frac{g(l_r^3 - l_{r+1}^3)}{12(l_r + l_{r+1})},$$

a w przypadku 2): $T_r = -\frac{2EJ\delta_r}{l_r l_{r+1}}$,

w którym to wzorze $\delta_r$ oznacza odstęp pionowy punktu podparcia $r$ od prostej, łączącej obydwa sąsiednie punkty podparcia $r-1$ i $r+1$ (p. rys. 1093).

Rys. 1093.

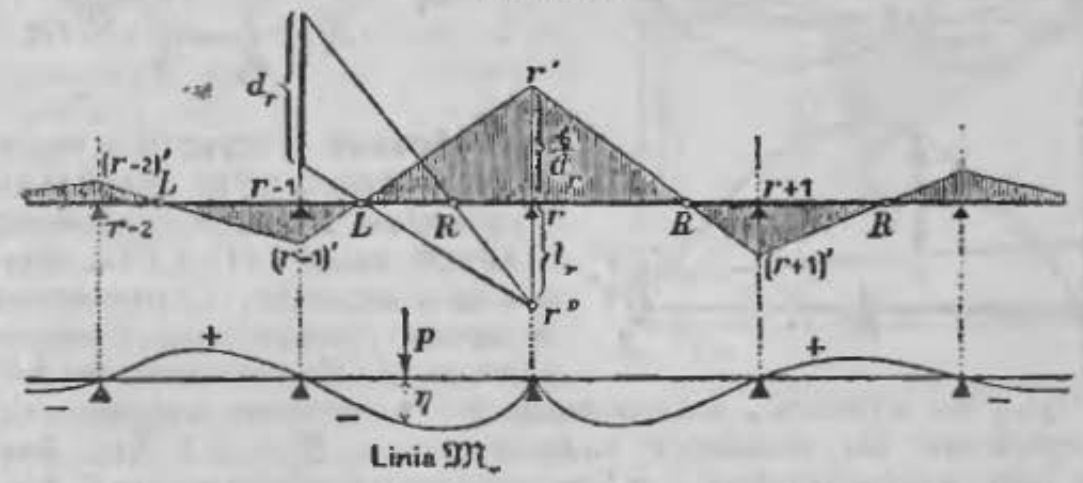



Wreszcie w przypadku 3) wprowadzamy wartość: $T_r = -\frac{\alpha EJ(t_u - t_o)}{h}$.

**Działanie ruchomego szeregu ciężarów skupionych** uwydatniają najwyraźniej **linie wpływowe** (p. str. 691 i nast.).

**Wpływową** momentu nadpodporowego $\mathfrak{M}_r$ jest linia sznurowa, wykreślona dla odstępu biegunowego $= 1$ i dla obciążenia, przedstawionego w rys. 1094 w postaci pól zakreskowanych. Ob-

Rys. 1094.




Linia $\mathfrak{M}_r$

ciążające to pole wykreślamy, odcinając pod podporą $r$ kresę pionową $rr'' = l_r$ (w dowolnej, zazwyczaj mniejszej wymiarce). Z końca $r''$ tej kresy przez punkty zerowe $L$ i $R$ kreślimy proste, które

na pionie nad podporą $(r-1)$ odcinają kresę $d_r$. Na pionie nad podporą $r$ odcinamy kresę:

$$rr' = \frac{6}{d_r},$$

z jej końca $r'$ prowadzimy w lewo prostą $r'L$, wyznaczającą punkt $(r-1)'$, i t. d., a w prawo prostą $r'R$, wyznaczającą punkt $(r+1)'$ i t. d.

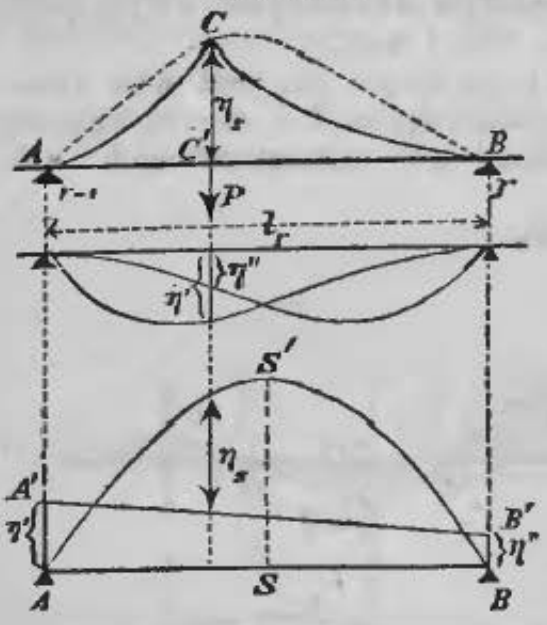
Wykreśliwszy w sposób powyżej podany wpływową momentu nadpodporowego $\mathfrak{M}_r$, której rzędne oznaczymy przez $\eta$, otrzymamy moment składowy, powstający nad podporą $r$, pod wpływem dowolnego ciężaru $P$, jako iloczyn: $P\eta$, a moment wynikowy, pod wpływem szeregu ciężarów $P$, rozłożonych po dowolnych przęsłach, jako sumę algebraiczną tych iloczynów:

$$\mathfrak{M}_r = \Sigma P\eta.$$

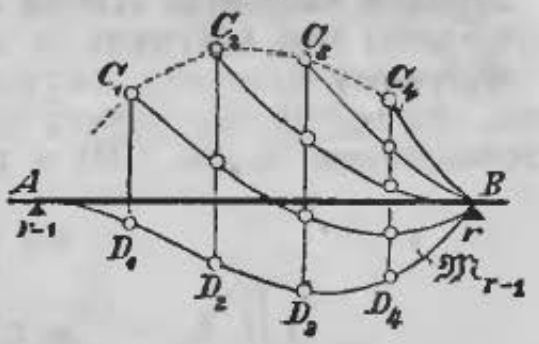
Przy sumowaniu tem należy uwzględnić dodatność lub odjemność rzędnej $\eta$.

W ten sposób możemy kolejno wykreślić wpływowe dla poszczególnych momentów nadpodporowych, a więc i oznaczyć wartość tych momentów dla dowolnego położenia szeregu ciężarów. Gdy jednak tylko przęsło $l_k$ jest obciążone (rys. 1090), to wyznaczamy $\mathfrak{M}_{k-1}$, oraz $\mathfrak{M}_k$, posiłkując się ich wpływowemi, pozostałe zaś momenty nadpodporowe wykreślamy w sposób, wskazany w rys 1090, a powyżej już omówiony, posiłkując się punktami zerowymi $L$ i $R$.

Rys. 1095.




Rys. 1096.




**Wpływowa** momentu gnącego $M$, w dowolnym przekroju $C'$, przęsła $l_r$ (rys. 1095) składa się z dwóch gałęzi $AC$ i $CB$. Rzędną $\eta_s$ wierzchołka $C$ oznaczamy w sposób następujący: Kreślimy parabolę $AS'B$ (o długości osi $SS' = {}^1/_4 l_r$, we wymiarce, zastosowanej do wykreślenia wpływowych) i wpływowe dla momentów nadpodporowych $\mathfrak{M}_{r-1}$ i $\mathfrak{M}_r$. Rzędne tych wpływowych $\eta'$ i $\eta''$ w przekroju $C$ odcinamy nad podporami obok owej paraboli: $AA' = \eta'$ i $BB' = \eta''$. Łączymy końce tych pionów $A'$ i $B'$, a w przekroju $C$ pionowy odstęp punktu owej paraboli od linii $A'B'$ będzie żądaną rzędną $\eta_s$.

Wykreśliwszy punkty $C$ dla szeregu przekrojów danego przęsła $l_r$, otrzymamy kropkowaną (w rys. 1095) wykresową punktów $C$, t. j. $ACB$, która posłuży nam do wykreślenia gałęzi $AC$ i $CB$ wpływowej momentu $M$, w sposób, wskazany w rys. 1096. Długość przęsła dzielimy pionami na dowolną ilość równych części, a kresy tych pionów, między punktami $C$ (wykresowej $C$) i punktami $D$ (wpływowej momentów nadpodporowych $\mathfrak{M}_{r-1}$), dzielimy na taką ilość równych części, jaka odpowiada liczbie porządkowej danego piona podziałowego. A więc kresę $C_1D_1$ pozostawiamy w całości, kresę $C_2D_2$ dzielimy na dwie części, kresę $C_3D_3$ na 3 części i t. d. Łącząc punkty podziałowe w sposób, przedstawiony w rys. 1096, otrzymamy szereg prawych gałęzi $BC_1$, $BC_2$, $BC_3$ i t. d., wpływowych momentu $M$ dla przekrojów $C_1$, $C_2$, $C_3$ i t. d. Lewe gałęzie $AC$ wykresowych momentu $M$ wykreślamy w sposób podobny, posiłkując się jednak wpływową momentów nadpodporowych $\mathfrak{M}_r$, zamiast wykresowej $A D_1 D_2 D_3 D_4 B$ (rys. 1096), będącej wpływową momentów nadpodporowych $\mathfrak{M}_r - 1$.

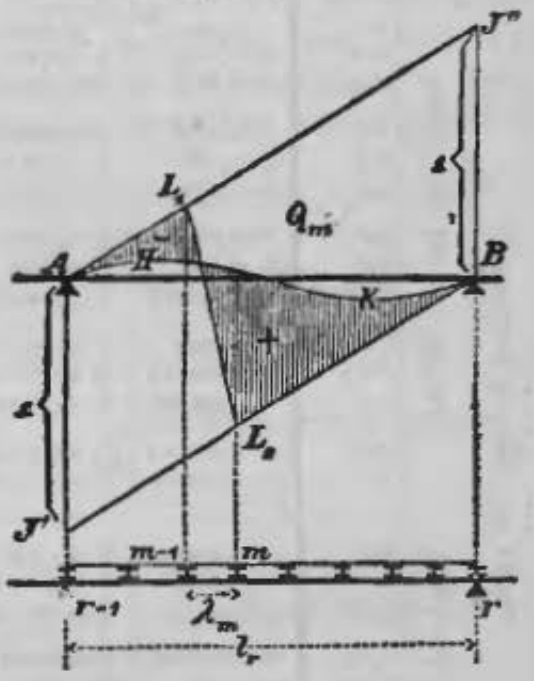
## 2. Siły poprzeczne.

Siły poprzeczne we wszystkich przekrojach nieobciążonego przęsła $l_r$ są jednakowe, a mianowicie:

$$Q = \frac{\mathfrak{M}_r - \mathfrak{M}_{r-1}}{l_r}.$$

Wyznaczenie wpływu obciążenia jakiegokolwiek przęsła na siły poprzeczne przęseł pozostałych wymaga zatem tylko wyznaczenia momentów nadpodporowych (rys. 1090 str. 663).

Rys. 1097.




Dla dowolnego pola $\lambda_m$ przęsła $l_r$ przedstawiono w rys. 1097 sposób wykreślenia wpływowej sił poprzecznych $Q_m$. Nad podporą $B$ stawiamy pion $BJ'' = 1$, a pod $A$ pion $AJ' = 1$, i kreślimy proste $AJ''$ oraz $BJ'$. Nadto wykreślamy krzywą $AHKB$, będącą wpływową wartości: $(\mathfrak{M}_r - \mathfrak{M}_{r-1}) : l_r$ (a więc, np. podł. rys. 1095, jej rzędne będą: $\eta'' - \eta'$, podzielone przez $l_r$). Przez krańce pola $\lambda_m$ prowadzimy piony, których punkty przecięcia $L_1$, wzgl. $L_2$ z prostemi $AJ''$, wzgl. $BJ'$, łączymy ze sobą, a zakreskowane w rys. 1097 pole $AL_1L_2BKHA$ jest żądanem polem wpływowem poprzecznych sił $Q_m$, działających między $(m-1)$ a $m$.

(dalszy ciąg str. 669).

## Równomiernie obciążona belka, swobodnie spoczywająca na trzech, wzgl. czterech podporach, o przęsłach jednakowej rozpiętości.

(p. 3. na str. 669).

| Rys. 1098 i 1099 | | Stosunek $\frac{x}{l}$ | Momenty gnące | | | Siły poprzeczne | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Wpływ obciążenia: stałego $g$ | ruchomego $p$ | | Wpływ obciążenia: stałego $g$ | ruchomego $p$ | |
| | | | $A$ | $B$ | $C$ | $D$ | $E$ | $F$ |
| Belka na trzech podporach | Przęsło I i II (rys. 1098) | 0,0 | 0,0000 | 0,00000 | 0,00000 | + 0,375 | + 0,4375 | — 0,0625 |
| | | 0,1 | + 0,0325 | + 0,03875 | — 0,00625 | + 0,275 | + 0,3437 | — 0,0687 |
| | | 0,2 | + 0,0550 | + 0,06750 | — 0,01250 | + 0,175 | + 0,2624 | — 0,0874 |
| | | 0,3 | + 0,0675 | + 0,08625 | — 0,01875 | + 0,075 | + 0,1932 | — 0,1182 |
| | | 0,375 | + 0,0703 | + 0,09375 | — 0,02344 | 0,000 | + 0,1491 | — 0,1491 |
| | | 0,4 | + 0,0700 | + 0,09500 | — 0,02500 | — 0,025 | + 0,1359 | — 0,1609 |
| | | 0,5 | + 0,0625 | + 0,09375 | — 0,03125 | — 0,125 | + 0,0898 | — 0,2148 |
| | | 0,6 | + 0,0450 | + 0,08250 | — 0,03750 | — 0,225 | + 0,0544 | — 0,2794 |
| | | 0,7 | + 0,0175 | + 0,06125 | — 0,04375 | — 0,325 | + 0,0287 | — 0,3537 |
| | | 0,75 | 0,0000 | + 0,04688 | — 0,04688 | — 0,375 | + 0,0193 | — 0,3943 |
| | | 0,8 | — 0,0200 | + 0,03000 | — 0,05000 | — 0,425 | + 0,0119 | — 0,4369 |
| | | 0,85 | — 0,0425 | + 0,01523 | — 0,05773 | — 0,475 | + 0,0064 | — 0,4814 |
| | | 0,9 | — 0,0675 | + 0,00611 | — 0,07361 | — 0,525 | + 0,0027 | — 0,5277 |
| | | 0,95 | — 0,0950 | + 0,00138 | — 0,09638 | — 0,575 | + 0,0007 | — 0,5757 |
| | | 1,0 | — 0,1250 | 0,00000 | — 0,12500 | — 0,625 | 0,0000 | — 0,6250 |
| Belka na czterech podporach | Przęsło I i III (rys. 1099) | 0,0 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | + 0,4 | + 0,4500 | — 0,0500 |
| | | 0,1 | + 0,035 | + 0,040 | — 0,005 | + 0,3 | + 0,3560 | — 0,0563 |
| | | 0,2 | + 0,060 | + 0,070 | — 0,010 | + 0,2 | + 0,2752 | — 0,0752 |
| | | 0,3 | + 0,075 | + 0,090 | — 0,015 | + 0,1 | + 0,2065 | — 0,1065 |
| | | 0,4 | + 0,080 | + 0,100 | — 0,020 | 0,0 | + 0,1496 | — 0,1496 |
| | | 0,5 | + 0,075 | + 0,100 | — 0,025 | — 0,1 | + 0,1042 | — 0,2042 |
| | | 0,6 | + 0,060 | + 0,090 | — 0,030 | — 0,2 | + 0,0694 | — 0,2694 |
| | | 0,7 | + 0,035 | + 0,070 | — 0,035 | — 0,3 | + 0,0443 | — 0,3443 |
| | | 0,7895 | + 0,00414 | + 0,04362 | — 0,03948 | · | · | · |
| | | 0,8 | 0,000 | + 0,04022 | — 0,04022 | — 0,4 | + 0,0280 | — 0,4280 |
| | | 0,85 | — 0,02125 | + 0,02773 | — 0,04898 | · | · | · |
| | | 0,9 | — 0,04500 | + 0,02042 | — 0,06542 | — 0,5 | + 0,0193 | — 0,5191 |
| | | 0,95 | — 0,07125 | + 0,01706 | — 0,08831 | · | · | · |
| | | 1,0 | — 0,10000 | + 0,01667 | — 0,11667 | — 0,6 | + 0,0167 | — 0,6167 |
| | Przęsło II (rys. 1099) | 0,0 | — 0,10000 | + 0,01667 | — 0,11667 | + 0,5 | + 0,5833 | — 0,0833 |
| | | 0,05 | — 0,07625 | + 0,01408 | — 0,09033 | · | · | · |
| | | 0,10 | — 0,05500 | + 0,00748 | — 0,06248 | + 0,4 | + 0,4870 | — 0,0870 |
| | | 0,15 | — 0,03625 | + 0,02053 | — 0,05678 | · | · | · |
| | | 0,20 | — 0,020 | + 0,030 | — 0,050 | + 0,3 | + 0,3991 | — 0,0991 |
| | | 0,2764 | 0,000 | + 0,050 | — 0,050 | · | · | · |
| | | 0,3 | + 0,005 | + 0,055 | — 0,050 | + 0,2 | + 0,3210 | — 0,1210 |
| | | 0,4 | + 0,020 | + 0,070 | — 0,050 | + 0,1 | + 0,2537 | — 0,1537 |
| | | 0,5 | + 0,025 | + 0,075 | — 0,050 | 0,0 | + 0,1979 | — 0,1979 |

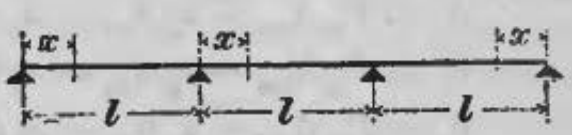
**3.** W belkach dwu, wzgl. trzyprzęsłowych, o równej rozpiętości przęseł, otrzymamy największe, wzgl. najmniejsze wartości momentów $M$ i sił poprzecznych $Q$, w dowolnym przekroju, oddalonym o $x$ od właściwej podpory (podł. rys. 1098 i 1099), ze wzorów:

$$M_{max} = (Ag + Bp)\,l^2, \qquad Q_{max} = (Dg + Ep)\,l,$$
$$M_{min} = (Ag + Cp)\,l^2, \qquad Q_{min} = (Dg + Fp)\,l.$$

We wzorach tych wartości $A$, $B$, $C$, $D$, $E$ i $F$ zaczerpujemy z tablicy (str. 668), a mianowicie odpowiednie danej wartości $x : l$,

Rys. 1098.

Rys. 1099.



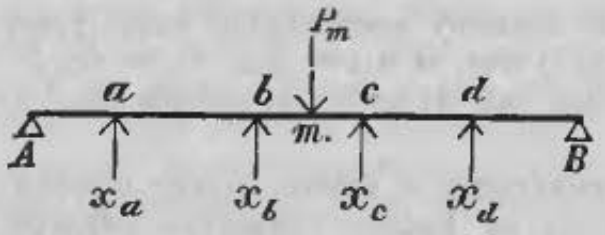

oraz rodzajowi belki i przęsła, równomierne obciążenia zaś, stałe $g$ i ruchome $p$, oraz rozpiętości $l$ wprowadzamy podług danych zadania.

Dalsze wiadomości o belkach wieloprzęsłowych p. T. I, str. 393 do 396.

**4.** Obliczenie belek wieloprzęsłowych z pomocą **zasady Maxwell'a**, dotyczącej odkształconych. Wiemy, że w dowolnym przekroju belki, względnie w dowolnym punkcie tego przekroju, siła poprzeczna, moment gnący, ugięcie, względnie naprężenie, pod wpływem pewnych obciążeń równomiernych, ciężarów skupionych i sił odporowych, są równe algebraicznej sumie sił poprzecznych, momentów, ugięć, wzgl. naprężeń, jakie powstają w danym przekroju, względnie w danym jego punkcie, pod wpływem poszczególnych obciążeń, ciężarów i sił. Zasada ta jest tylko uszczególnieniem ogólnej zasady mechaniki o sumowaniu się skutków poszczególnych przyczyn.

Wprowadzamy poniższe znakowania i symbole (p. rys. 1100):

Rys. 1100.




Rys. 1101.

$x_a$, $x_b$, $x_c$ . . . pionowe odpory podpór $a$, $b$, $c$ . . . ;

$\delta_a$, $\delta_b$, $\delta_c$ . . . obniżenia się podpór $a$, $b$, $c$, wskutek ich poddajności, pod wpływem nacisków belki na nie;

$P_m$ ciężar skupiony w dowolnym punkcie $m$.

A jeżeli całą belkę $AB$ uważać będziemy za swobodnie podpartą tylko w swych końcach $A$ i $B$, bez dodatkowych podpór pośrednich, to dla tego przypadku wprowadzamy znakowania dodatkowe:

$\delta_{am}$, $\delta_{bm}$, $\delta_{cm}$ ... ugięcia belki w punktach $a$, $b$, $c$ ..., pod wpływem ciężaru $P_m = 1$;

$\delta_{aa}$, $\delta_{ba}$, $\delta_{ca}$ ... ugięcia belki w punktach $a, b, c$ ..., pod wpływem siły pionowej $x_a = -1$, w punkcie $a$;

$\delta_{ab}$, $\delta_{bb}$, $\delta_{cb}$ ... ugięcia belki w punktach $a$, $b$, $c$ ..., pod wpływem siły pionowej $x_b = -1$, w punkcie $b$;

$\delta_{ac}$, $\delta_{bc}$, $\delta_{cc}$ ... ugięcia belki w punktach $a$, $b$, $c$ ..., pod wpływem siły pionowej $x_c = -1$, w punkcie $c$ i t. d.

Podług powyżej wyłuszczonej zasady o sumowaniu się skutków będzie:

$$\delta_a = P_m \delta_{am} - x_a \delta_{aa} - x_b \delta_{ab} - x_c \delta_{ac} - \ldots,$$
$$\delta_b = P_m \delta_{bm} - x_a \delta_{ba} - x_b \delta_{bb} - x_c \delta_{bc} - \ldots,$$
$$\delta_c = P_m \delta_{cm} - x_a \delta_{ca} - x_b \delta_{bc} - x_c \delta_{cc} - \ldots, \text{ i t. d.}$$

Podług zasady Maxwell'a, o wzajemności przyczyny i skutku, gdy zamienimy nawzajem miejsca ich pojawiania się, a stosującej się do ciężaru i momentu gnącego, albo też, o co nam tu chodzi, do ciężaru i ugięcia belki, będzie:

$$\delta_{am} = \delta_{ma};\ \delta_{bm} = \delta_{mb};\ \delta_{cm} = \delta_{mc};\ \ldots$$
$$\delta_{ab} = \delta_{ba};\ \delta_{ac} = \delta_{ca};\ \ldots\ \delta_{bc} = \delta_{cb};\ \ldots \text{ i t. d.}$$

Wprowadzając wartości z tych wzorów w poprzednie, przekształcamy je na:

$$\delta_a = P_m \delta_{ma} - x_a \delta_{aa} - x_b \delta_{ba} - x_c \delta_{ca} - \ldots$$
$$\delta_b = P_m \delta_{mb} - x_b \delta_{ab} - x_b \delta_{bb} - x_c \delta_{cb} - \ldots$$
$$\delta_c = P_m \delta_{mc} - x_c \delta_{ac} - x_b \delta_{bc} - x_c \delta_{cc} - \ldots \text{ i t. d.}$$

Poszczególne wartości $\delta_{ma}$, $\delta_{aa}$, $\delta_{ba}$, $\delta_{ca}$ ... otrzymamy jako rzędne odkształconej belki $AB$, w punktach $m$, $a$, $b$, $c$ ..., obciążając ją ciężarem $x_a = -1$, skupionym w punkcie $a$ (rys. 1101).

W podobny sposób otrzymamy wartości $\delta_{mb}$, $\delta_{ab}$, $\delta_{bb}$, $\delta_{cb}$ ..., obciążając belkę w punkcie $b$, ciężarem $x_b = -1$ i t. d.

Zaznaczyć jeszcze wypada, że możemy zaoszczędzić sobie pracy przy tych obliczeniach, pamiętając o tem, iż $\delta_{ab} = \delta_{ba}$, $\delta_{ac} = \delta_{ca}$ ... i t. d., a więc obliczywszy np. $\delta_{ab}$, nie obliczać powtórnie $\delta_{ba}$, jako już znanego.

Tak obliczone wartości wprowadzamy w ostatni szereg wzorów, których lewe strony ($\delta_a$, $\delta_b$, $\delta_c$ ...) są bądźto funkcyami odporów ($x_a$, $x_b$, $x_c$ ...), gdy podpory są poddajne, bądź też z góry dane, gdy wszystkie podpory są niepoddajne, a są one wreszcie zerami, gdy wszystkie podpory są niepoddajne i leżą na jednym poziomie. Po tych podstawieniach otrzymamy tyle równań, ile mamy niewiadomych: $x_a$, $x_b$, $x_c$ ..., które ze szeregu tych równań najdogodniej będzie oznaczyć w postaci wyznaczników. Jeżeli mamy nie jednę tylko siłę $P_m$, lecz cały ich szereg: $P_1$, $P_2$, $P_3$ ... $P_m$, działających

w punktach 1, 2, 3 ... $m$, to we wzorach powyższych należy podstawić:

$$\sum_1^m P_m \delta_{ma} \text{ zamiast } P_m \delta_{ma},$$

$$\sum_1^m P_m \delta_{mb} \quad „ \quad P_m \delta_{mb},$$

$$\sum_1^m P_m \delta_{mc} \quad „ \quad P_m \delta_{mc}, \text{ i t. d.}$$

Jeżeli jedną z poszczególnych wielkości, jako to: jeden z momentów nadpodporowych $\mathfrak{M}$, lub pośrednich $M$, wreszcie siłę poprzeczną $Q$, w pewnym dowolnym przekroju, oznaczymy ogólnie przez $C$, to ważnym będzie wzór:

$$C = C_o - x_a C_a - x_b C_b - x_c C_c \ldots$$

We wzorze tym $C_o$ jest wartością wielkości $C$, dla belki obciążonej, lecz niepodlegającej wogóle odporom $x_a$, $x_b$, $x_c \ldots$, a więc dla belki uważanej za jednoprzęsłową. $C_a$ jest wielkością $C$ dla takiejże belki nieobciążonej, na którą działa jedynie odpór $x_a = -1$. Podobnie $C_b$ jest wielkością $C$, przy wyłącznem działaniu odporu $x_b = -1$ i t. d.

Ogólnie ważny wzór powyższy może nieraz ułatwić wykreślenie wpływowych dla dowolnej wielkości $C$.

## c. Belki wspornikowe.

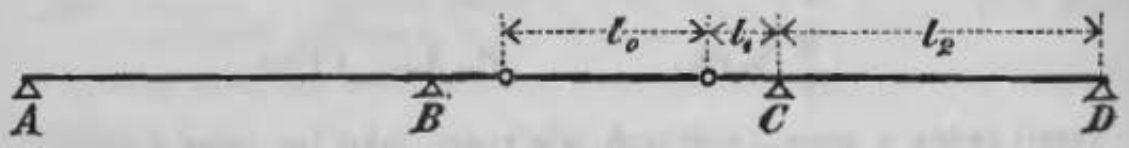
Belki wieloprzęsłowe, ciągłe (p. powyżej pod **b.**) są statycznie niewyznaczalne, a mianowicie belka swobodnie na podporach leżąca, o $n$ przęsłach, jest $(n-1)$ razy niewyznaczalna, a więc tyle razy, ile ma podpór pośrednich. Jeżeli belkę taką rozetniemy w $(n-1)$ punktach, otrzymamy $(n-1)$ równań dodatkowych, wynikających z warunku, że w każdym takim punkcie rozcięcia belki moment gnący (statyczny) $M = 0$. Jeżeli punkta rozcięcia belki leżą ponad podporami pośredniemi, belka wieloprzęsłowa zamieni się na $n$ belek jednoprzęsłowych. Jeżeli natomiast punkta rozcięcia belki leżeć będą nie nad podporami, lecz wśród poszczególnych przęseł, przyczem koniec jednego kawałka belki rozciętej musi znaleźć oparcie na końcu kawałka sąsiedniego, albo musi się z nim łączyć na przegub, to otrzymamy belkę wspornikową, której stateczność wymaga dopełnienia warunku, aby w każdej parze przęseł sąsiednich nie było więcej jak dwa przeguby.

Układy takich belek wspornikowych miewają zazwyczaj w jednych przęsłach po dwa przeguby, a sąsiednie przęsła bez przegubu, różnią się zaś od siebie przeważnie tylko w przęsłach skrajnych, które bywają albo bez przegubu (p. rys. 1102), albo z jednym przegubem (p. rys. 1103), dalej zaś w pierwszym układzie następują przęsła dwuprzegubowe na przemiany z bezprzegubowemi, w dru-

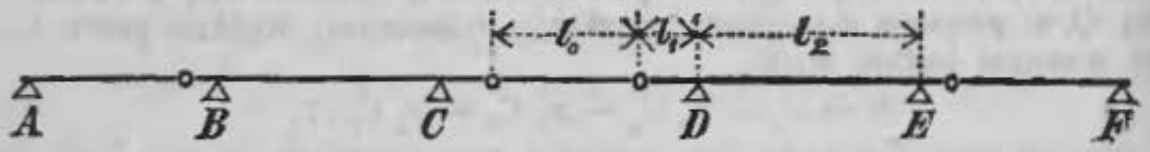
gim zaś układzie naodwrót następują przęsła bezprzegubowe na przemiany z dwuprzegubowemi.

Belka $l_2$, leżąca na przęśle bezprzegubowem, przedłuża się poza podporę i sięga na długość $l_1$ w przęsło przegubowe, a wystający jej koniec $l_1$ jest niejako **wspornikiem,** na którym spoczywa belka $l_0$ jednym swym końcem. Dlatego też belki te zwiemy **belkami wspor-**

Rys. 1102.




Rys. 1103.




**nikowemi,** które w Ameryce północnej znalazły najpierw szerokie zastosowanie do mostów o wielkich rozpiętościach, w Niemczech mimo to zwią belki tego rodzaju belkami ustroju Gerber'a.

Oznaczymy dla najczęściej stosowanych przęseł pośrednich, jak w rys. 1103, przez:

$l_0$ rozpiętość belki, spoczywającej na dwóch przegubach w przęśle dwuprzegubowem,
$l_1$ wysięg wspornika poza podporę,
$l_2$ rozpiętość przęsła bezprzegubowego, a więc długość belki wspornikowej, zmniejszoną o długość wysięgów wspornikowych,
$g_0$, $g_1$, wzgl. $g_2$ obciążenia stałe (wagę własną i t. p.), równomiernie rozłożone na rozpiętościach $l_0$, $l_1$, wzgl. $l_2$,
$p_0$, $p_1$, wzgl. $p_2$ obciążenia ruchome, równomiernie rozłożone na tychże rozpiętościach,
$M_0$ moment w połowie rozpiętości $l_0$,
$M_1$ moment nad podporą między $l_1$ a $l_2$,
$M_2$ moment w środku przęsła bezprzegubowego,

a otrzymamy wzory:

I. . . $$M_{0\max} = (g_0 + p_0)\frac{l_0^2}{8},$$

II. $$-M_{1\min} = (g_0+p_0)\frac{l_0^2}{2}l_1 + (g_1+p_1)\frac{l_1^2}{2} = \frac{l_1}{2}[(g_0+p_0)l_0 + (g_1+p_1)l_1],$$

III. $$M_{2\max} = (g_2 + p_2)\frac{l_2^2}{8} - g_0\frac{l_0}{2}l_1 - g_1\frac{l_1^2}{2} =$$
$$= (g_2+p_2)\frac{l_2^2}{8} - \frac{l_1}{2}(g_0 l_0 + g_1 l_1).$$

Najoszczędniejszym będzie taki stosunek rozpiętości $l_0 : l_1 : l_2$, aby $M_{0\max} = -M_{1\min} = M_{2\max}$, a z warunku tego otrzymamy:

IV. . . . $$\frac{l_0}{l_1} = 2\left[1 + \sqrt{\frac{g_1+p_1}{g_0+p_0} + 1}\right],$$ oraz

$$\text{V.}\quad \frac{l_2}{l_1} = 2\sqrt{\frac{2g_0+p_0}{g_2+p_2}}\sqrt{\frac{2g_1+p_1}{2g_0+p_0}+2\left(1+\sqrt{\frac{g_1+p_1}{g_0+p_0}+1}\right)};$$

a jeżeli $g_0 = g_1 = g_2$, oraz $p_0 = p_1 = p_2$, to wzory powyższe otrzymają postać mniej złożoną, a mianowicie:

$$\text{IV}^a.\ \ldots\ldots\quad \frac{l_0}{l_1} = 2(1+\sqrt{2}) = 4{,}8284\,,$$

$$\text{V}^a.\quad \frac{l_2}{l_1} = 2(1+\sqrt{2})\sqrt{\frac{2g+p}{g+p}} = 4{,}8284\sqrt{\frac{2g+p}{g+p}}\,.$$

W układzie, podług rys. 1102, w przęsłach krańcowych $l_2$ moment bezwzględnie największy nie pojawia się w połowie rozpiętości $l_2$, lecz w punkcie przesuniętym od środka rozpiętości, ku podporze krańcowej $D$, o:

$$\lambda = \frac{l_1}{2l_2}\cdot\frac{g_0l_0+g_1l_1}{g_2+p_2}\,,$$

a wartość największego tego momentu będzie:

$$M'_{2\max} = \frac{g_2+p_2}{8}(l_2-2\lambda)^2.$$

Ponieważ belka jest statycznie wyznaczalna, więc dla szeregu ciężarów skupionych, obliczenie nie przedstawia żadnych trudności, o ile położenie ciężarów jest stałe; w przeciwnym zaś razie prędzej do celu doprowadzi nas sposób wykreślny, zwłaszcza uprzednie wykreślenie wpływowych *).

Gdy długość $l_2$ względnie do $l_1$ i $l_0$ nie jest dostatecznie wielka, mogłoby się zdarzyć, że nieobciążona belka $l_2$ uniesie się ze swej podpory (prawej w rys. 1102 i 1103), a mianowicie pod nadmiernem obciążeniem rozpiętości $l_0$ i $l_1$. Należy zatem sprawdzać, czy nacisk na podpory pozostaje dodatny, a w przeciwnym razie wypada zwiększyć rozpiętość $l_2$, albo zmniejszyć $l_0$, przedewszystkiem zaś $l_1$, jednakże gdy to niemożliwe, wypadałoby belkę $l_2$ przytwierdzić przyciągami do podpory.

## II. Blachownice.

**1. Wymiary zasadnicze i przekrój.** Jeżeli prześwit przelotu oznaczymy przez $l'$, to **rozpiętość** $l$ blachownicy powinna być przynajmniej:

$$l = 1{,}01\,l' + 0{,}4\ \text{m}.$$

Gdy wysokość ustrojowa nie podlega żadnym ograniczeniom, najdogodniej będzie układać poprzecznice na górnych pasach blachownic głównych, w przeciwnym zaś razie stosujemy większą ilość

*) Müller-Breslau, Graphische Statik der Baukonstr., 3 wyd. T. I str. 159 i n.

dźwigarów o mniejszej wysokości, a poprzecznice układamy niżej, między blachownicami głównemi tak, aby spód poprzecznic leżał w poziomie spodu blachownic głównych. Odstępy między poprzecznicami bywają zazwyczaj 1,25 do 3 m, a zaleca się podział rozpiętości blachownicy głównej na nieparzystą ilość pól między poprzecznicami.

**Wysokość** blachownicy powinnaby leżeć w granicach: $h = {}^1/_8\, l$ do ${}^1/_{12}\, l$ dla dźwigarów mostowych (a $h = {}^1/_{12}\, l$ do ${}^1/_{15}\, l$ dla dźwigarów w budynkach). Schodząc z wartością $h$ poniżej ${}^1/_{20}\, l$, zwiększalibyśmy nadmiernie nie tylko wagę dźwigara, lecz i jego ugięcia. Wogóle dla blachownic zaleca się raczej większa wysokość.

**Przekrój.** Z rodzaju i wielkości obciążenia oznaczamy największy moment gnący $M_{max}$ w kg · cm, w sposób podany w rozdz. poprz., oraz w T. I na str. 351 i nast.

Jeżeli $k_b$ (w kg/cm²) oznacza gięcie bezpieczne tworzywa (materyału) dźwigarowego, to przekrój niebezpieczny dźwigara powinien posiadać niezbędny **moment wytrzymałości** względem poziomej osi ciężkości, a mianowicie:

$$W = \frac{M_{max}}{k_b} \text{ w cm}^3.$$

Przekrój symetryczny blachownicy składa się ze środnika (ścianki pionowej), z dwóch do czterech kątowników w pasach i, stosownie do potrzeby, z jednej do trzech par taśm, nanitowanych na owe kątowniki.

Przekrój dźwigara wyznaczamy, odpowiednio do ustanowionej wysokości $h$ i niezbędnego momentu wytrzymałości $W$, uwzględniając wymagania, podane poniżej pod **2** do **4**. Takie wyznaczanie przekroju wymaga zazwyczaj szeregu obliczeń próbnych, których możemy sobie zaoszczędzić, posiłkując się tablicami ze str. 680 i n, przyczem zaleca się wybrać moment wytrzymałości cokolwiek większy, aniżeli wypadał z obliczenia. Przekrój przedstawiony w rys. 1104 (wymiary w cm), wykazuje, bez taśm pasa, po potrąceniu wszystkich poziomych dziur nitowych, moment bezwładności w cm⁴ względem poziomej osi zerowej:

I. $$J_0 = {}^1/_{12}\,[b'_1\,(h^3_1 - h^3_2) + b_2\,(h^3_2 - h^3_3) + \delta h^3_3] - \underbrace{{}^1/_2\, d b_2\,[{}^1/_2\,(h_2 + h_3)]^2}_{\text{w przybliżeniu potrącenie na dziury nitowe.}},$$

a moment wytrzymałości w cm³ będzie:

$$W_0 = 2\,J_0 : h_1.$$

Moment bezwładności przekroju, przedstawionego w rys. 1105, z potrąceniem wszystkich czterech pionowych dziur nitowych (t. j. jeżeli przez $b$ i $b_1$ oznaczymy szerokości, zmniejszone o obydwie średnice dziur nitowych), będzie w cm⁴:

II. $$J_1 = {}^1/_{12}\,[b\,(h^3 - h_1{}^3) + b_1\,(h_1{}^3 - h_2{}^3) + b_2\,(h_2{}^3 - h_3{}^3) + \delta h_3{}^3] = {}^1/_{12}\,b\,(h^3 - h_1{}^3) + J_0,$$

jeżeli przez $J_0$ oznaczymy podany poniżej moment bezwładności przekroju bez taśm..

Moment wytrzymałości będzie: $W_1 = 2 J_1 : h$.

Gdy w rys. 1105 opuścimy taśmy pasów, natenczas moment bezwładności będzie (w cm⁴):

III. $J_0 = {}^1/_{12} [b_1 (h_1^3 - h_2^3) + b_2 (h_2^3 - h_3^3) + \delta h_3^3]$,

a moment wytrzymałości (w cm³): $W_0 = 2 J_0 : h_1$.

Oznaczając przez $F' = {}^1/_2 (h - h_1) b$ przekrój użytkowy jedne taśmy pasa (rys. 1105), otrzymamy w przybliżeniu:

IV. $J_1 = J_0 + {}^1/_2 F' h_1^2$, a $F' = \frac{W}{h_1} - \frac{W_0}{h}$.

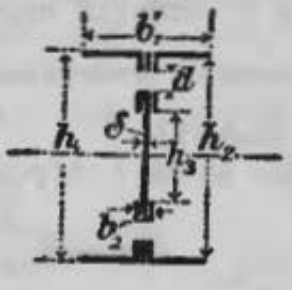
Gdy się w rys. 1105 szerokość $b$ taśmy dolnej i górnej zmienia o $\Delta b$, czyli $F'$ o $\Delta F'$, natenczas (pod warunkiem, iż ${}^1/_2 (h - h_1)$ w stosunku do $h$ jest małe) $W_1$ zmienia się w przybliżeniu o:

$$\Delta W_1 = h \cdot {}^1/_2 (h - h_1) \Delta b = h \cdot \Delta F'.$$

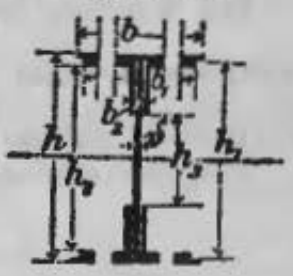
Jeżeli w rys. 1105 zaniedbamy dolną lub górną parę dziur nitowych (w pasie ściskanym), czyli gdy przekrój użytkowy $F'$ blachownicy zwiększy się o $\Delta F = 2d\,{}^1/_2 (h - h_2)$, to (pod warunkiem, iż ${}^1/_2 (h - h_2)$ względnie do $h$ jest małe) będzie w przybliżeniu:

$$\Delta W_1 = {}^3/_4 h \cdot \Delta F'.$$

Rys. 1104.



Rys. 1105.



Müller z Wrocławia podaje przybliżony wzór na moment wytrzymałości $W_0$ blachownic o wysokości środnika $h_1 < 60$ cm, a więc wzór przydatny do poprzecznic i podłużnic mostowych:

$$W_0 = (0{,}56 + 0{,}007\, h_1)\, F_0 h' \text{ cm}^3,$$

w którym $h'$ oznacza wysokość całej belki, czyli wysokość środnika, zwiększoną o grubości taśm nałożonych, a $F_0$ przekrój jednego pasa w cm², t. j. przekrój obydwóch kątowników i leżącej między niemi części środnika, oraz taśm nanitowanych.

**2. Środnik**, czyli pionowa ścianka blachownicy, miewa grubość $\delta$ nie poniżej 8 mm, wyjątkowo tylko ponad 13 mm, a zazwyczaj 10 mm.

Na środniki o wysokości $h_1 < 80$ cm używamy blach składowych długości normalnej 8 m, a największej 14 m (o cenie z nadwyżką), a gdy wysokość środnika przekracza 80 cm, stosujemy blachy w płytach, wagi do 400 kg, a długości 4 do 5 m.

**Złącza środnika.** Gdy środnik nie jest całkowity, lecz z dwóch lub kilku części złożony, łączymy te części nawzajem ze sobą, nitując je w łubki o grubości ${}^2/_3 \delta$ do $\delta$, lecz nie mniejszej niż 8 mm. Złącze to wykonywamy w sposób dwojaki: 1) część środnika między pasami blachownicy otrzymuje łubki, leżące między kątownikami pasa górnego i dolnego, a na pionowych ramionach tychże kątowników nakładamy łubki dodatkowe, mające zastąpić rozcięty przekrój

środnika w części, objętej kątownikami. 2) Łubki zajmują całą wysokość między poziomymi ramionami kątowników pasowych, swemi częściami skrajnemi przylegają one do ramion pionowych tychże kątowników, a częścią środkową leżą na wkładkach, wypełniających przestrzeń między łubką a środnikiem. W końcu wspomniane złącze wymaga nieco więcej żelaza, jest jednakże bardziej zaufne, a nadto usztywnia ono znakomicie środnik w kierunku pionowym. Suma przekrojów nitów dwuciętych w złączu powinna w przybliżeniu być równą $^3/_4$ przekroju środnika, przyczem wypada baczyć i na to, aby złącze zniosło bezpiecznie tak siłę tnącą jak i moment gnący.

Część tego momentu, jaką ma przenosić środnik, oznaczymy przez $M_n$, całkowity zaś moment, pojawiający się w przekroju złącza, przez $M$. Moment, przejmowany przez nieprzecięte w tem miejscu części pasów, będzie:

$$M' = M - M_n = \sigma\left(W - \frac{\delta h_0^3}{6h}\right), \text{ a zatem}$$

$$M_n = M - \sigma\left(W - \frac{\delta h_0^3}{6h}\right).$$

We wzorach tych $W$ oznacza moment wytrzymałości całego przekroju blachownicy, wraz ze środnikiem, a $\frac{\delta h_0^3}{6h}$ jest momentem wytrzymałości samego środnika.

Bezpieczniej będzie założyć wprost:

$$M_n = \sigma \frac{\delta h_0^3}{6h}.$$

Środnik **usztywniamy** nad podporami, oraz w przekrojach, na które cisną większe ciężary skupione, a przy obciążeniu równomiernie rozłożonem (gdy $h_1 > 50$ cm), w odstępach 1,3 do 1,5 m, jednym lub dwoma kątownikami, np. Nr. $6^1/_2$ do $7^1/_2$. Do środników blachownic bardzo wysokich zaleca się zastosować prócz tego i usztywnienie przekątne przy pomocy kątowników pochyłych, przynitowanych do środnika. Nad podporami powinien tak przekrój usztywnienia, jak i przekrój nitów w kątownikach usztywniających, być zdolny do przeniesienia całej siły tnącej. Średnicę nitów w takich usztywnieniach bierzemy około $2\delta$, a odstęp nitów $= 6$ do 8-io krotnej ich średnicy.

**3. Kątowniki pasów** bywają zazwyczaj nie mniejsze niż Nr. $6^1/_2$, a średnica ich nitów $\geq 20$ mm. Najodpowiedniejszą grubością ramion kątownika będzie grubość taśmy pasa lub cokolwiek mniejsza. Przy zastosowaniu kątowników różnoramiennych należy ramię krótsze stawiać pionowo, a dłuższe poziomo. Blachownice z jednym tylko kątownikiem w każdym pasie bywają chyba wyjątkowo wyższe niż 600 mm, a ich kątowniki zazwyczaj nie większe niż $75 \cdot 75 \cdot 10$ mm.

**Styki** wszystkich czterech kątowników pasowych umieszczamy w tym samym przekroju, najprostsze zaś ich złączenie stanowią na-

kładki z taśmowników na wewnętrznej stronie każdego ramienia kątownika. Ze względu na to, iż nałożone taśmowniki są z konieczności węższe od ramion kątownikowych, grubość tych taśmowników musi być większa od grubości ramion kątownika, aby ich przekrój użytkowy mógł przynajmniej dorównywać przekrojowi użytkowemu kątowników. Przekrój nitów złącza = $^5/_4$ przekroju użytkowego; w złączu z korzyścią można zastosować mniejszy odstęp nitów, aniżeli w pozostałej części pasa.

**4. Taśmy pasów** powinny być tak szerokie, aby wystawały poza krawędzie kątowników przynajmniej po 0,5 cm, a nie więcej niż po 1,5 $\delta$, jeżeli przez $\delta$ oznaczymy grubość środnika. Grubość ich bywa po 0,8 do 1,6 cm, a suma $s$ ich grubości na jednym pasie będzie w cm:

$$s = \frac{W - W_0}{b\,h_1} = 1{,}06\,\frac{W - W_0}{(b' - 2\,d)\,h_1}\,.$$

W przybliżonym tym wzorze $W$ oznacza niezbędny moment wytrzymałości całego przekroju, $W_0$ istotny takiż moment przekroju bez taśm, $b'$ szerokość taśm, zgodną z warunkami powyżej już wyłuszczonymi, $b$ i $h_1$ szerokość i wysokość wskazaną w rys. 1105, wreszcie $d$ średnicę nitów, a wszystkie te miary w cm.

Grubość całkowita kątownika wraz z taśmami pasa nie przekracza zazwyczaj 2,5 $d$, a w jednym pasie pomieszczamy nie więcej niż **trzy** taśmy jednakowej szerokości, lecz nie koniecznie równo grube.

Rys. 1106.

Długość teoretyczną taśm pasa otrzymamy najdogodniej sposobem wykreślnym, podł. rys. 1106, posiłkując się wykresową momentów gnących. Jeżeli oznaczymy przez: $l$ rozpiętość, $W$ niezbędny moment wytrzymałości w środku blachownicy, $W_0$ istotny moment wytrzymałości przekroju bez taśm, a $W_1$, wzgl. $W_2$ użytkowy moment wytrzymałości przekroju z jedną, wzgl. z dwiema taśmami na każdym pasie, to dla blachownicy równomiernie obciążonej (o stałej wysokości środnika), a swobodnie w dwóch końcach podpartej, będzie:

$$\text{długość taśmy wewnętrznej: } l_1 = l\sqrt{1 - W_0 : W}\,;$$

$$\text{„ „ pośredniej: } l_2 = l\sqrt{1 - W_1 : W}\,;$$

$$\text{„ „ zewnętrznej: } l_3 = l\sqrt{1 - W_2 : W}\,.$$

Obliczone tak długości taśm zwiększamy jeszcze stosownie, np. o 25 cm.

Taśmę pasa na jej **styku** łączymy na nakładkę z taśmownika takiego samego przekroju. Styk taśmy, leżącej więcej na wewnątrz, zakrywamy, o ile się to da uskutecznić dogodnie, przedłużeniem taśmy zewnętrznej. Ilość $n$ nitów złącza (w zmniejszonych odstępach), po każdej stronie styku, powinna być tak wielka, aby ich

przekrój równał się przynajmniej $^5/_4$ przekroju użytkowego taśmy łączonej. Gdy taśma zewnętrzna zakrywa styki taśm wewnętrznych, nakładkę złączową nakładamy na taśmę zewnętrzną, a gdy kilka takich styków leży w pobliżu siebie, mogą one otrzymać spólną na-

Rys. 1107.

Rys. 1108.

kładkę w postaci dłuższej taśmy, nałożonej na taśmę zewnętrzną, p. rys. 1107 i 1108. W rysunkach tych działki $uy = yx = xz = zv$, a w każdej z tych działek mieści się po $n$ nitów, t. j. ilość zastępująca przekrój jednej taśmy.

Przy zastosowaniu taśm różnej grubości, aby złącze było prawidłowem, należy taśmę najcieńszą ułożyć najdalej od nakładki, a więc do wewnątrz, najgrubszą zaś ułożyć tuż pod nakładką, a więc na zewnątrz, a sama nakładka powinna swoją grubością zawsze odpowiadać taśmie najgrubszej. W rys. 1107 można uważać odstęp $yz$ zewnętrznej taśmy pasowej jako nakładkę dla styku $x$, a nakładkę $uv$ jako przynależną jedynie do złącza zewnętrznej taśmy pasowej, przerwanej na długości $yz$.

Do zeskładów żelaznych należy zawsze, a zatem i przy styku zakrytym, zastosować taki układ i taką długość nakładek, aby złącze było połączeniem bezpośredniem, w przeciwnym bowiem razie nity podlegałyby gięciu, którego zasadniczo należy w nich unikać.

**5. Podziałka nitów.** Oznaczmy przez:

$J$ moment bezwładności przekroju blachownicy, w cm$^4$,

$S$ moment statyczny przekroju jednego pasa (taśm, kątowników i części środnika między nimi), w cm$^3$; a mianowicie tak $J$, jak $S$ względem osi obojętnej (poziomej osi ciężkości) całego przekroju,

$\delta$ grubość środnika, a $d$ średnicę nitów, w cm,

$Q$ siłę tnącą w kg (p. str. 658, jakoteż T. I, str. 351 i 352),

$k_s$ cięcie bezpieczne w tworzywie (materyale) nitów, w kg/cm$^2$,

$k = 2\,k_s$ ciśnienie bezpieczne na ścianki dziur nitowych, w kg/cm$^2$,

a **podziałka nitów w kątownikach pasowych**, na połączeniu ze środnikiem, w cm, dla dowolnego przekroju, równa się mniejszej z dwóch wartości poniższych:

$$1)\quad t \leqq \frac{d\,\delta\,k}{Q}\,\frac{J}{S} \qquad \text{i}\ 2)\quad t \leqq \frac{2 \cdot {}^1/_4\,\pi\,d^2 k_s}{Q}\,\frac{J}{S}\,.$$

Wzór 2) uwzględnia nity dwucięte i jest ważny, gdy nity są cienkie, a środnik gruby, t. j. gdy

$$\frac{d}{\delta} < \frac{2}{\pi}\,\frac{k}{k_s}, \quad \text{a zazwyczaj} \quad \frac{2}{\pi}\cdot\frac{k}{k_s} = \frac{4}{\pi} = 1{,}27.$$

Iloraz $J:S$ można w przybliżeniu liczyć jako równy odstępowi (średniemu) rzędów nitowych, łączących kątowniki ze środnikiem. Podług rys. 1105 będzie:

$$S = {}^1/_8 [b (h^2 - h_1^2) + (b_1 - \delta)(h_1^2 - h_2^2) + (b_2 - \delta)(h_2^2 - h_3^2)].$$

Jeżeli z obliczenia wypadnie: $t > 6\,d$, to bierzemy $t = 6\,d$, gdyż większa podziałka nie byłaby właściwa. Gdy naodwrót $t$ wypadnie mniejszem niż $2{,}5\,d$, natenczas, nie mogąc już pomieścić tak gęstych nitów, wypada zmienić ustrój przekroju, a mianowicie, albo pionowe ramiona kątownika dać tak szerokie, aby się w nich pomieściły dwa szeregi nitów (rozłożonych w zakosy), albo też wypada pogrubić sam środnik, albo wreszcie zastosować obydwie te zmiany jednocześnie. Dla nicenia dwurzędnego (w zakosy) wielkich kątowników, jakoteż dla pasów pochyłych (ale obciążonych pionowo) $t$ oznacza nie odstęp rzeczywisty (ukośny), lecz odstęp poziomy dwóch nitów sąsiednich.

**Nicenie taśm pasa** bywa naprzemianne względem nicenia środnika, jednakże w taśmach można zastosować nity w większych odstępach, lub o mniejszej średnicy. Jeżeli oznaczymy przez $S_1$ moment statyczny (w cm³) przekroju taśm jednego pasa względem osi obojętnej przekroju blachownicy, oraz przez $d_1$ średnicę nitów w taśmach pasowych (a znaczenia $J$, $Q$, $k_s$ jak powyżej), to, licząc po dwa nity w każdym przekroju, otrzymamy podziałkę w taśmach pasowych:

$$3) \quad \ldots\ldots t_1 \leqq \frac{2 \cdot {}^1/_4 \pi d_1^2 k_s}{Q} \frac{J}{S_1}.$$

Podziałki tej nie zwiększamy nawet wtenczas, gdy dajemy taśmy dłuższe, niż wypadły z obliczenia.

Ponajczęściej używamy **nitów o średnicy** $d = 2{,}0$ cm w płytach i kątownikach 8 do 10 mm grubych, $d = 2{,}2$ cm w 12 do 13 mm grubych, a $d = 2{,}6$ cm w 13 do 16 mm grubych.

Dalsze szczegóły o nitach i niceniu ustrojów żelaznych p. T. I str. 444 pod **3.**

**6. Poduszki** blachownic bywają zazwyczaj płaskie lub lekko wypuklone, dozwalające na zginanie blachownicy bez jej unoszenia się z poduszki. Jedna z nich stała, druga przesuwna, a pod blachownice obmurowane nawet obydwie poduszki bywają przesuwne. Podstawa poduszki otrzymuje wymiary, obliczone z nacisku blachownicy i bezpiecznego ciśnienia $k$ na cios lub mur podpoduszkowy (p. T. I, str. 339).

Długość poduszki podług Winkler'a bywa: $\lambda = 0{,}007\,l + 32$ cm.

Znając pole $F$ podstawy poduszkowej i jej długość $\lambda$ otrzymamy jej szerokość $b = F:\lambda$, która jednak powinna być nie mniejsza niż 1,5 szerokości taśmy pasowej.

Grubość poduszki $\delta_a = 0{,}005\,l + 2{,}5$ cm, lecz wypada jeszcze sprawdzić wytrzymałość, uważając połówkę poduszki (na szerokość) jako belkę jednym końcem osadzoną, o rozpiętości ${}^1/_2 b$, a od spodu

obciążoną ciśnieniem równomiernie rozłożonem. Ciągnienie bezpieczne żeliwa liczy się przytem 250 kg/cm².

Płytę poduszkową podlewamy zaprawą cementową na 1 cm grubości, a pod ciężkie blachownice ołowiem, utwardzonym przez dodatek 5 do 10% antymonu. Grubość takiej podlanej warstwy ołowiu bywa 3 do 6 mm. Blachownica nie spoczywa na poduszce bezpośrednio swym pasem, lecz za pośrednictwem podkładki żelaznej, 1,5 do 2,5 cm grubej, podnitowanej do pasa, o nitach z nakówkami zagłębionemi. Spółczynnik tarcia między tą podkładką a poduszką bywa 0,2 do 0,25. Dalsze szczegóły o poduszkach podano na str. 176 i nast., oraz w rozdz. o dźwigarach mostowych.

**7. W tablicach poniższych** oznaczono przez:

$g_0$ wagę własną blachownicy ze **żelaza zlipnego,** bez taśm, w kg/m,

$g_1$, $g_2$, wzgl. $g_3$ wagi własne takiejże blachownicy o pasach z jedną, z dwiema, wzgl. z trzema taśmami, w kg/m.

**Uwaga.** Wagi te liczono bez potrącenia dziur nitowych, lecz i bez łbów i nakówków nitowych, na które należy liczyć stosowny dodatek (p. T. I, str. 438). Wagi blachownic **zlewno-żelaznych** będą 1,0064 razy większe.

$W_0$ moment wytrzymałości przekroju blachownicy bez taśm, w cm³, z potrąceniem poziomych dziur nitowych,

$W_1$, $W_2$, wzgl. $W_3$ momenty wytrzymałości przekroju blachownicy o pasach z jedną, z dwiema, wzgl. z trzema taśmami, w cm³, z potrąceniem pionowych dziur nitowych.

## Momenty wytrzymałości i wagi blachownic bez taśm pasowych *).

| Wysokość środnika $h_1$ | 2 L 60·60·8 mm | | 2 L 65·65·9 mm | | 2 L 70·70·10 mm | | 2 L 75·75·10 mm | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Środnik 0,8 cm gr. Nity 1,6 cm śr. | | Środnik 0,9 cm gr. Nity 1,8 cm śr. | | Środnik 1 cm gr. Nity 2 cm śr. | | Środnik 1 cm gr. Nity 2 cm śr. | |
| cm | $W_0$ cm³ | $g_0$ kg | $W_0$ cm³ | $g_0$ kg | $W_0$ cm³ | $g_0$ kg | $W_0$ cm³ | $g_0$ kg |
| 20 | 273 | 40,4 | 320 | 48,0 | 370 | 56,1 | 393 | 59,3 |
| 25 | 371 | 43,5 | 434 | 51,5 | 502 | 60,1 | 533 | 63,2 |
| 30 | 476 | 46,7 | 558 | 55,0 | 644 | 64,0 | 684 | 67,1 |
| 35 | 588 | 49,8 | 689 | 58,5 | 796 | 67,9 | 845 | 71,0 |
| 40 | 707 | 52,9 | 828 | 62,1 | 956 | 71,8 | 1015 | 74,9 |
| 45 | 834 | 56,0 | 976 | 65,6 | 1125 | 75,7 | 1194 | 78,8 |
| 50 | 967 | 59,2 | 1131 | 69,1 | 1303 | 79,6 | 1382 | 82,7 |
| 55 | 1107 | 62,3 | 1293 | 72,6 | 1490 | 83,4 | 1578 | 86,6 |
| 60 | 1253 | 65,4 | 1464 | 76,1 | 1685 | 87,3 | 1783 | 90,4 |

*) Podług H. Zimmermann'a, Genietete Träger; Berlin 1893, u Wilh. Ernst'a i syna. Podobne tablice: Böhm u. John; Berlin 1895, u Juliusza Springer'a. — C. Scharowsky; Hagen 1898, u O. Hammerschmidt'a — Scharowsky u. Seifert, Gewichtsberechnungen von Walzeisen und Eisenkonstruktionen; Hagen 1898, u O. Hammerschmidt'a, Stöckl u. Hauser; Wiedeń 1898, u Spielhagen'a & Schurich'a — Kölzow, Hulfstafeln für Knicksicherheit; Hannover 1898, u Hahn'a.

## Momenty wytrzymałości i wagi blachownic o grubości środnika 1 cm.

| Wysokość środnika $h_1$ cm | 2 kątowniki 80 · 80 · 10 mm Nity 2,0 cm grube | | | | | 2 kątowniki 90 · 90 · 11 mm Nity 2,0 cm grube | | | | | 2 kątowniki 100 · 100 · 12 mm Nity 2,3 cm grube | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Bez taśm | | 1 taśma 180 · 10 | 2 taśmy 180 · 10 | 3 taśmy 180 · 10 | Bez taśm | | 1 taśma 200 · 11 | 2 taśmy 200 · 11 | 3 taśmy 200 · 11 | Bez taśm | | 1 taśma 230 · 12 | 2 taśmy 230 · 12 | 3 taśmy 230 · 12 |
| | $g_0$ kg/m | $W_0$ cm³ | $W_1$ cm³ | $W_2$ cm³ | $W_3$ cm³ | $g_0$ kg/m | $W_0$ cm³ | $W_1$ cm³ | $W_2$ cm³ | $W_3$ cm³ | $g_0$ kg/m | $W_0$ cm³ | $W_1$ cm³ | $W_2$ cm³ | $W_3$ cm³ |
| 30 | 70,2 | 724 | 1077 | 1462 | 1857 | 81,4 | 858 | 1293 | 1778 | 2277 | 94,2 | 988 | 1523 | 2135 | 2767 |
| 35 | 74,1 | 894 | 1321 | 1771 | 2231 | 85,3 | 1059 | 1585 | 2151 | 2732 | 98,1 | 1218 | 1864 | 2579 | 3322 |
| 40 | 78,0 | 1073 | 1575 | 2092 | 2617 | 89,2 | 1270 | 1887 | 2536 | 3199 | 102,0 | 1459 | 2218 | 3036 | 3872 |
| 45 | 81,9 | 1261 | 1839 | 2422 | 3014 | 93,1 | 1491 | 2150 | 2933 | 3678 | 105,9 | 1710 | 2584 | 3507 | 4446 |
| 50 | 85,8 | 1458 | 2112 | 2762 | 3420 | 97,0 | 1720 | 2522 | 3339 | 4168 | 109,8 | 1971 | 2960 | 3988 | 5031 |
| 55 | 89,7 | 1664 | 2395 | 3112 | 3836 | 100,9 | 1959 | 2854 | 3756 | 4668 | 113,7 | 2241 | 3346 | 4479 | 5628 |
| 60 | 93,6 | 1879 | 2686 | 3470 | 4261 | 104,8 | 2207 | 3196 | 4182 | 5178 | 117,6 | 2520 | 3741 | 4981 | 6235 |
| 65 | 97,5 | 2102 | 2986 | 3838 | 4696 | 108,7 | 2463 | 3546 | 4617 | 5697 | 121,5 | 2808 | 4146 | 5492 | 6851 |
| 70 | 101,4 | 2333 | 3294 | 4214 | 5139 | 112,6 | 2727 | 3906 | 5061 | 6226 | 125,4 | 3104 | 4560 | 6013 | 7478 |
| 75 | 105,3 | 2573 | 3612 | 4599 | 5591 | 116,5 | 3001 | 4273 | 5514 | 6763 | 129,3 | 3409 | 4983 | 6543 | 8114 |
| 80 | 109,2 | 2822 | 3938 | 4992 | 6052 | 120,4 | 3283 | 4650 | 5976 | 7310 | 133,2 | 3723 | 5415 | 7082 | 8760 |
| 85 | 113,1 | 3079 | 4273 | 5394 | 6522 | 124,3 | 3573 | 5036 | 6447 | 7866 | 137,1 | 4046 | 5856 | 7739 | 9414 |
| 90 | 117,0 | 3344 | 4615 | 5805 | 7000 | 128,2 | 3872 | 5430 | 6926 | 8430 | 141,0 | 4376 | 6305 | 8186 | 10077 |
| 95 | 120,9 | 3617 | 4967 | 6224 | 7487 | 132,1 | 4179 | 5832 | 7623 | 9003 | 145,7 | 4716 | 6763 | 8751 | 10750 |
| 100 | 124,8 | 3900 | 5326 | 6652 | 7983 | 136,0 | 4494 | 6243 | 7910 | 9585 | 148,8 | 5064 | 7229 | 9325 | 11431 |
| 105 | 128,7 | 4190 | 5695 | 7088 | 8487 | 139,9 | 4818 | 6662 | 8619 | 10174 | 152,7 | 5420 | 7701 | 9908 | 12121 |
| 110 | 132,6 | 4489 | 6071 | 7533 | 8999 | 143,8 | 5151 | 7090 | 8929 | 10774 | 156,6 | 5785 | 8188 | 10499 | 12819 |
| 115 | 136,5 | 4796 | 6456 | 7985 | 9520 | 147,7 | 5492 | 7527 | 9451 | 11381 | 160,5 | 6158 | 8680 | 11099 | 13526 |
| 120 | 140,4 | 5111 | 6849 | 8447 | 10049 | 151,6 | 5841 | 7971 | 9981 | 11998 | 164,4 | 6539 | 9181 | 11707 | 14242 |
| 125 | 144,3 | 5435 | 7252 | 8917 | 10587 | 155,5 | 6198 | 8424 | 10520 | 12622 | 168,3 | 6929 | 9690 | 12324 | 14966 |
| 130 | 148,2 | 5768 | 7662 | 9395 | 11133 | 159,4 | 6564 | 8886 | 11068 | 13255 | 172,2 | 7327 | 10207 | 12949 | 15699 |
| 135 | 152,1 | 6108 | 8080 | 9882 | 11688 | 163,7 | 6937 | 9355 | 11623 | 13896 | 176,1 | 7729 | 10733 | 13583 | 16441 |
| 140 | 156,0 | 6457 | 8507 | 10377 | 12251 | 167,6 | 7320 | 9832 | 12187 | 14546 | 182,0 | 8144 | 11268 | 14225 | 17101 |
| | | | $g_1 = g_0 + 28,1$ kg/m<br>$g_2 = g_0 + 56,2$ „<br>$g_3 = g_0 + 84,3$ „ | | | | | $g_1 = g_0 + 34,32$ kg/m<br>$g_2 = g_0 + 68,64$ „<br>$g_3 = g_0 + 102,96$ „ | | | | | $g_1 = g_0 + 43,06$ kg/m<br>$g_2 = g_0 + 86,11$ „<br>$g_3 = g_0 + 129,16$ „ | | |

## Momomenty wytrzymałości i wagi blachownic o grubości środnika 1,2 cm.

| Wysokość środnika $h_1$ cm | 2 kątowniki 80 · 120 · 12 mm Nity 2,3 cm grube | | | | | 2 kątowniki 120 · 120 · 13 mm Nity 2,6 cm grube | | | | | 2 kątowniki 130 · 130 · 14 mm Nity 2,6 cm grube | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Bez taśm | | 1 taśma 260 · 12 | 2 taśmy 260 · 12 | 3 taśmy 260 · 12 | Bez taśm | | 1 taśma 260 · 12 | 2 taśmy 260 · 12 | 3 taśmy 260 · 12 | Bez taśm | | 1 taśma 280 · 13 | 2 taśmy 280 · 13 | 3 taśmy 280 · 13 |
| | $g_0$ kg/m | $W_0$ cm³ | $W_1$ cm³ | $W_2$ cm³ | $W_3$ cm³ | $g_0$ kg/m | $W_0$ cm³ | $W_1$ cm³ | $W_2$ cm³ | $W_3$ cm³ | $g_0$ kg/m | $W_0$ cm³ | $W_1$ cm³ | $W_2$ cm³ | $W_3$ cm³ |
| 60 | 126,5 | 2730 | 4203 | 5650 | 7113 | 148,2 | 3181 | 4530 | 5920 | 7327 | 163,6 | 3593 | 5169 | 6820 | 8492 |
| 70 | 135,9 | 3356 | 5105 | 6801 | 8511 | 157,6 | 3923 | 5539 | 7169 | 8814 | 173,0 | 4423 | 6312 | 8246 | 10200 |
| 80 | 145,3 | 4022 | 6048 | 7993 | 9952 | 167,0 | 4706 | 6592 | 8463 | 10347 | 182,3 | 5297 | 7500 | 9720 | 11958 |
| 90 | 154,6 | 4729 | 7032 | 9228 | 11434 | 176,3 | 5532 | 7689 | 9803 | 11926 | 191,7 | 6213 | 8732 | 11239 | 13763 |
| 100 | 164,0 | 5477 | 8057 | 10503 | 12959 | 185,7 | 6399 | 8827 | 11182 | 13547 | 201,1 | 7171 | 10007 | 12802 | 15612 |
| 102 | 165,9 | 5631 | 8267 | 10763 | 13269 | 187,5 | 6577 | 9060 | 11463 | 13877 | 202,9 | 7368 | 10267 | 13119 | 15987 |
| 104 | 167,7 | 5787 | 8479 | 11025 | 13581 | 189,4 | 6757 | 9294 | 11746 | 14208 | 204,8 | 7566 | 10529 | 13439 | 16363 |
| 106 | 169,6 | 5944 | 8692 | 11288 | 13894 | 191,3 | 6938 | 9530 | 12030 | 14541 | 206,7 | 7766 | 10793 | 13760 | 16742 |
| 108 | 171,5 | 6103 | 8907 | 11553 | 14209 | 193,2 | 7121 | 9768 | 12316 | 14876 | 208,5 | 7967 | 11058 | 14083 | 17122 |
| 110 | 173,3 | 6264 | 9123 | 11819 | 14525 | 195,0 | 7306 | 10008 | 12604 | 15212 | 210,4 | 8170 | 11325 | 14407 | 17504 |
| 112 | 175,2 | 6427 | 9341 | 12087 | 14843 | 196,9 | 7492 | 10249 | 12894 | 15550 | 212,3 | 8375 | 11593 | 14733 | 17888 |
| 114 | 177,1 | 6590 | 9560 | 12357 | 15163 | 198,8 | 7680 | 10491 | 13185 | 15890 | 214,2 | 8582 | 11863 | 15061 | 18273 |
| 116 | 179,0 | 6756 | 9782 | 12628 | 15484 | 200,6 | 7870 | 10735 | 13478 | 16231 | 216,0 | 8790 | 12135 | 15391 | 18660 |
| 118 | 180,8 | 6923 | 10004 | 12901 | 15807 | 202,5 | 8061 | 10981 | 13772 | 16574 | 217,9 | 8999 | 12408 | 15722 | 19049 |
| 120 | 182,7 | 7092 | 10229 | 13176 | 16132 | 204,4 | 8254 | 11229 | 14068 | 16918 | 219,8 | 9211 | 12684 | 16055 | 19439 |
| 122 | 184,6 | 7262 | 10455 | 13452 | 16458 | 206,3 | 8449 | 11478 | 14366 | 17265 | 221,6 | 9424 | 12960 | 16389 | 19831 |
| 124 | 186,5 | 7434 | 10683 | 13730 | 16786 | 208,1 | 8645 | 11729 | 14666 | 17613 | 223,5 | 9638 | 13239 | 16725 | 20225 |
| 126 | 188,3 | 7608 | 10912 | 14009 | 17116 | 210,0 | 8843 | 11981 | 14967 | 17962 | 225,4 | 9854 | 13519 | 17063 | 20621 |
| 128 | 190,2 | 7783 | 11143 | 14290 | 17447 | 211,9 | 9042 | 12235 | 15269 | 18313 | 227,3 | 10072 | 13800 | 17403 | 21018 |
| 130 | 192,1 | 7960 | 11375 | 14573 | 17780 | 213,8 | 9243 | 12491 | 15574 | 18666 | 229,1 | 10292 | 14084 | 17744 | 21417 |
| 132 | 193,9 | 8138 | 11609 | 14857 | 18114 | 215,6 | 9445 | 12749 | 15880 | 19021 | 231,0 | 10513 | 14369 | 18086 | 21817 |
| 134 | 195,8 | 8318 | 11845 | 15143 | 18450 | 217,5 | 9650 | 13007 | 16187 | 19377 | 232,9 | 10735 | 14655 | 18431 | 22219 |
| 136 | 197,7 | 8500 | 12082 | 15431 | 18788 | 219,4 | 9855 | 13268 | 16497 | 19735 | 234,7 | 10960 | 14944 | 18777 | 22623 |
| 138 | 199,6 | 8683 | 12321 | 15720 | 19127 | 221,2 | 10063 | 13530 | 16808 | 20094 | 236,6 | 11185 | 15233 | 19125 | 23029 |
| 140 | 201,4 | 8867 | 12562 | 16011 | 19468 | 223,1 | 10272 | 13794 | 17120 | 20456 | 238,5 | 11413 | 15525 | 19474 | 23436 |
| | $g_1 = g_0 + 48{,}672$ kg/m<br>$g_2 = g_0 + 97{,}344$ „<br>$g_3 = g_0 + 146{,}016$ „ | | | | | $g_1 = g_0 + 48{,}672$ kg/m<br>$g_2 = g_0 + 97{,}344$ „<br>$g_3 = g_0 + 146{,}016$ „ | | | | | $g_1 = g_0 + 56{,}784$ kg/m<br>$g_2 = g_0 + 113{,}568$ „<br>$g_3 = g_0 + 170{,}352$ „ | | | | |

Przynależne momenty bezwładności otrzymujemy, mnożąc momenty wytrzymałości przez pół wysokości przekroju.

Gdy taśmy pasa są szersze od podanych w tablicy, należy dla każdego powiększenia szerokości taśmy o 1 cm powiększyć moment wytrzymałości w przybliżeniu o $^1/_4 (h^2 - h_1^2)$. We wzorze tym oznaczono w cm przez $h_1$ wysokość środnika, a przez $h$ wysokość całkowitą blachownicy, łącznie z taśmami pasa.

**8. Ugięcie** $f$ w środku blachownicy o stałym przekroju, czyli o niezmiennem $J$, a obciążonej równomiernie, będzie:

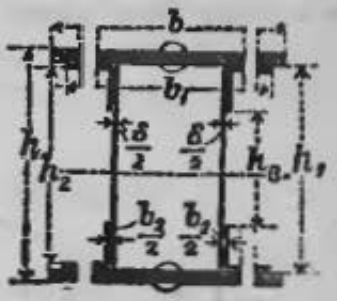
$$f = \frac{5\,M_m}{48\,EJ} l^2 = 0{,}1042 \frac{M_m}{EJ} l^2.$$

We wzorze tym $M_m$ oznacza moment gnący w połowie rozpiętości blachownicy, $E$ spółczynnik sprężystości, a $l$ rozpiętość. Jeżeli przekrój blachownicy jest zmienny, a więc i wielkość $J$ nie jest stała, np. gdy taśmy leżą przeważnie w środkowej części blachownicy, albo gdy jej wysokość zmniejsza się ku podporom, to ugięcie bywa większe, a w obliczeniach doraźnych można zwiększenie to oceniać na 10%, względnie do wyników z wzoru powyższego.

Ugięcie blachownic w budynkach ma być nie większe jak $f = {}^1/_{1000}\,l$, a blachownic mostowych możliwie $f \leqq {}^1/_{1800}\,l$.

**9. Skrzynkownice** (p. rys. 1109) są poniekąd blachownicami o zdwojonym środniku. Dwa te środniki stoją w pewnym, wzajemnym odstępie od siebie, a z wierzchu i spodem posiadają spólne taśmy pasowe, które wraz ze środnikami wytwarzają rodzaj długiej skrzyni. Skrzynkownice znajdują zastosowanie przeważnie w przypadkach, gdy, z powodu małej wysokości ustrojowej, środnik blachownicy byłby zbyt gruby, a jej taśmy zbyt szerokie. Przekrój oblicza się tak samo jak przekrój zwykłych blachownic, przyczem jednak $\delta$ oznacza sumę grubości obydwóch środników; podziałki nitów $t$, wzgl. $t_1$, są również takie same jak w blachownicach. Zaleca się jednak znitowywać ze sobą taśmy pasa i między środnikami, rozstawiając nity te z większą podziałką i naprzemiany z szeregami nitów głównych. Środniki na stykach nitują się zazwyczaj nie w łubki, lecz na nakładki jednostronne, a między obydwa środniki wstawiamy, w odstępach około 1,5 m, usztywnienia z blach poprzecznych, przyłączających się do środników na kątowniki lub ceowniki.

Rys. 1109.




## III. Siły w prętach kratownic.

Jeżeli pełny środnik blachownicy zastąpimy wykratownikami, t. j. prętami łączącymi obydwa pasy, otrzymamy **kratownicę**, która jest **kratowiem płaskiem**, pracującem jako belka *).

*) Kratowiem zwiemy ustrój nośny z prętów, złożonych w kraty. Kratowie może być przestrzenne (np. kopuła kratowiana, dach wieżowy i t. p.), albo płaskie (np. kratownica lub łuk kratowiany).

## a. Sposób przecięć A. Ritter'a *).

(Obliczenie momentami statycznymi).

Sposób ten rachunkowo-wykreślny wyznaczenia sił naprężających w prętach kratownicy, jako to w jej pasach, stojcach i przekątnikach, lub w ogóle w pochylnikach, polega na zasadzie następującej:

Gdy z układu, będącego w stanie równowagi, dowolnem przecięciem odetniemy pewną jego część, natenczas względem dowolnego punktu (bieguna) suma algebraiczna momentów sił zewnętrznych, działających na ową odciętą część układu, i sił wewnętrznych, przeciwdziałających w przekrojach owego przecięcia, równa się zeru.

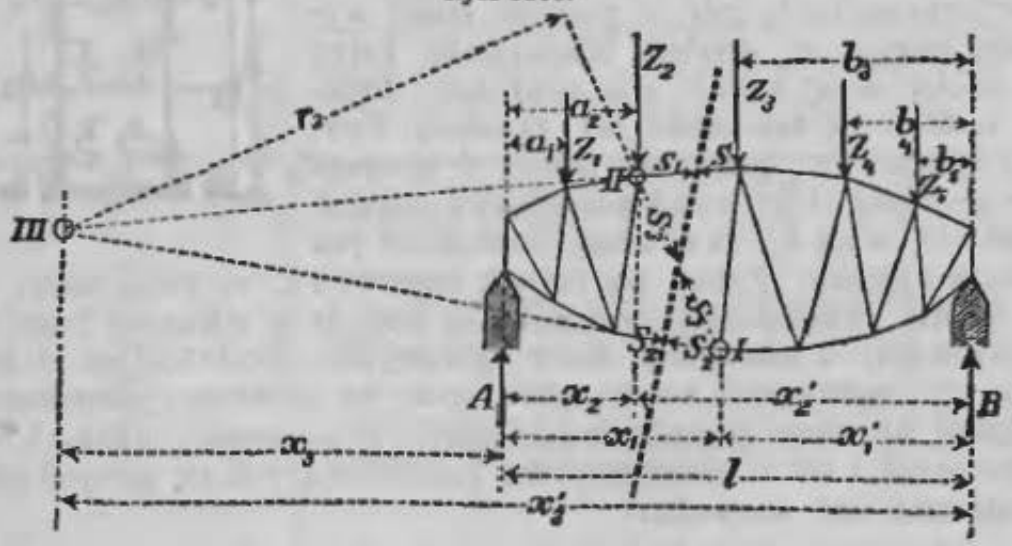
Na kratownicę (rys. 1110), którą pojmujemy jako powstałą z szeregu przystawionych do siebie trójkątów, a której rozpiętość $= l$, niechaj działają ciężary $Z_1$, $Z_2$, $Z_3$, $Z_4$, $Z_5$ w odległościach $a_1$, $a_2$, $a_3$..., wzgl. $b_1$, $b_2$, $b_3$... od pionów przez podpory $A$, wzgl. $B$, a **odpory** pionowe tychże podpór będą:

$$A = \frac{1}{l}(Z_1 b_1 + Z_2 b_2 + Z_3 b_3 + Z_4 b_4 + Z_5 b_5),$$

$$B = \frac{1}{l}(Z_1 a_1 + Z_2 a_2 + Z_3 a_3 + Z_4 a_4 + Z_5 a_5).$$

Jeżeli kratownicę przetniemy tak, aby nie **przeciąć więcej niż trzy pręty**, a siły, działające w tych prętach przeciętych, oznaczymy przez $S_1$, $S_2$ i $S_3$, to, w celu wyznaczenia jednej z tych trzech sił, równamy zeru sumę momentów około punktu wzajemnego przecięcia

Rys. 1110.




się dwóch sił pozostałych. A więc biorąc za podstawę obliczenia lewy odcinek kratownicy, oznaczamy siłę $S_1$ równając zeru sumę momentów około punktu I, t. j. punktu przecięcia się siły $S_2$ z siłą $S_3$. Oznaczając przez $r_1$ prostopadłą z I na $S_1$, a przez $x_1$, wzgl. $x_1'$

*) A. Ritter, Eiserne Dach- u. Brücken-Konstruktionen, 5. Wyd., Lipsk 1894, Baumgärtner'a.

odległości punktu I od pionowych przez podpory $A$, wzgl. $B$, i licząc momenty, obracające w prawo za dodatne, otrzymamy równanie, określające wielkość siły $S_1$:

$$+ S_1 r_1 + A x_1 - Z_1 (x_1 - a_1) - Z_2 (x_1 - a_2) = 0.$$

W sposób podobny siły $S_1$ i $S_2$ wyznaczamy z równań momentów względem punktów obrotu II i III. Poziome odległości punktów II, wzgl. III (t. j. przecięć siły $S_1$ z $S_3$, wzgl. $S_1$ z $S_2$) od podpór $A$ i $B$ oznaczamy przez $x_2$ i $x_2'$, wzgl. $x_3$ i $x_3'$, a prostopadłą z II na $S_2$ oznaczamy przez $r_2$ (w rys. niewpisane), wreszcie prostopadłą z III na kierunek $S_3$, przez $r_3$, poczem ustawiamy równania, określające siły $S_2$ i $S_3$:

$$- S_2 r_2 + A x_2 - Z_1 (x_2 - a_1) = 0,$$

$$+ S_3 r_3 - A x_3 + Z_1 (x_3 + a_1) + Z_2 (x_3 + a_2) = 0.$$

Po wstawieniu wartości odporu $A$ w trzy powyższe równania momentów, wyprowadzamy wzory na siły $S_1$, $S_2$ i $S_3$, a mianowicie:

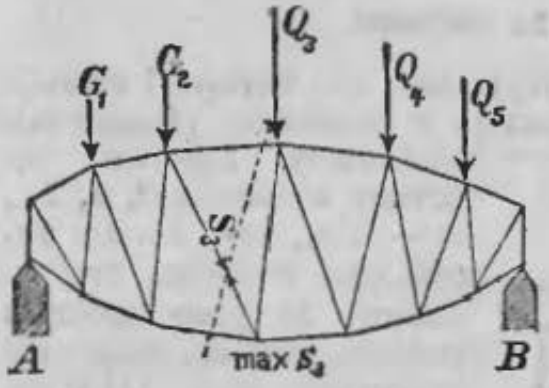
$$S_1 = - \frac{x_1' (Z_1 a_1 + Z_2 a_2) + x_1 (Z_3 b_3 + Z_4 b_4 + Z_5 b_5)}{l r_1},$$

$$S_2 = + \frac{x_2' (Z_1 a_1 + Z_2 a_2) + x_2 (Z_3 b_3 + Z_4 b_4 + Z_5 b_5)}{l r_2},$$

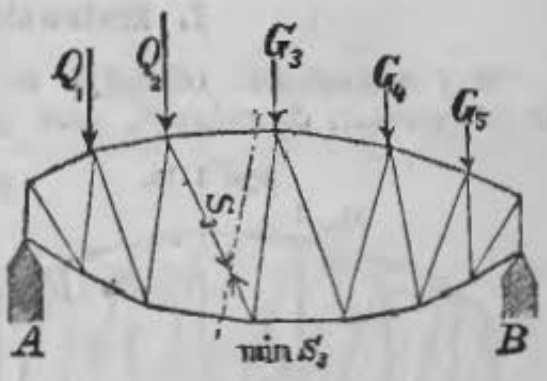
$$S_3 = - \frac{x_3' (Z_1 a_1 + Z_2 a_2) - x_3 (Z_3 b_3 + Z_4 b_4 + Z_5 b_5)}{l r_3}.$$

Gdy na kratownicę lub poszczególne jej pola działa wyłącznie tylko obciążenie stałe (waga własna i t. p.), natenczas siły $Z_1$, $Z_2$, $Z_3$... oznaczać będziemy przez $G_1$, $G_2$, $G_3$..., gdy natomiast działa obciążenie pełne, a więc stałe i ruchome łącznie, siły te oznaczać będziemy przez $Q_1$, $Q_2$, $Q_3$.....

Rys. 1111.




Rys. 1112.




Aby otrzymać, np. największą wartość dodatną na $S_3$, t. j. największe ciągnienie w danym pręcie, należy we wzór na $S_3$ podstawić:

$Z_1 = G_1$, $Z_2 = G_2$, $Z_3 = Q_3$, $Z_4 = Q_4$, $Z_5 = Q_5$ (rys. 1111).

A największą wartość odjemną $S_3$, t. j. największą siłę cisnącą, otrzymamy, podstawiając:

$Z_1 = Q_1$, $Z_2 = Q_2$, $Z_3 = G_3$, $Z_4 = G_4$, $Z_5 = G_5$ (rys. 1112).

$S_1$ (ciągnienie) i $S_2$ (ciśnienie) będą największe przy obciążeniu całkowitem, t. j. gdy we wzorach zamiast każdego $Z$ podstawimy odpowiednie $Q$.

W sposób powyższy można obliczyć każdą kratownicę statycznie wyznaczalną, bez względu na to, czy siły zewnętrzne działają pionowo, czy też pochyło.

Jeżeli przecięcie przecina trzy pręty, z których dwa są równoległe, to ich punkt przecięcia, a więc punkt obrotowy dla równania momentów trzeciego pręta $S$, leży w nieskończoności. Pomimo to sposób powyższy da się zastosować, gdyż we wzorze na $S$ ramiona $r$ i $x$ są wprawdzie nieskończenie wielkie, ale ich stosunek wzajemny, t. j. stosunek prostopadłej $r$ do odległości $x$ jest zawsze znany. Jeżeli np. owe dwa pręty równoległe są poziome, to stosunek ten będzie równy dostawie kąta pochyłości trzeciego pręta $S$ względem pionowej.

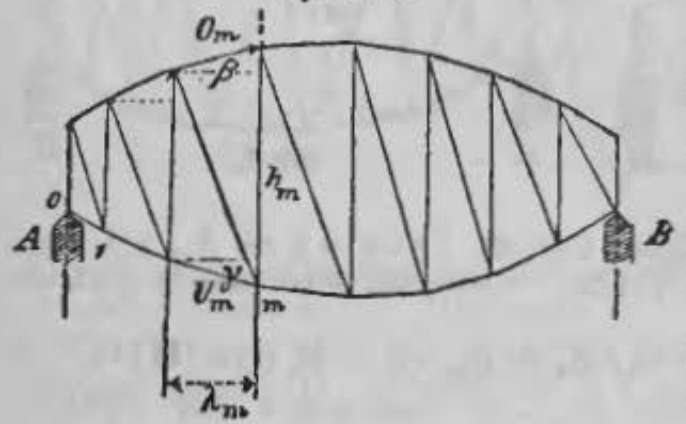
Gdy się nad podporą zbiegają tylko dwa pręty, natenczas siły w nich obliczamy z odporu owej podpory, ustawiając równanie momentów dla dowolnego punktu, leżącego w jednym z prętów, lecz poza punktem węzłowym; albo też rozkładamy znany odpór na dwie składowe w znanych kierunkach owych dwóch prętów, posiłkując się do tego celu, np. trójbokiem sił. Chcąc otrzymać największość siły $S$ w danym pręcie, podstawiamy w przynależnym wzorze odpowiednie wartości $Q$ zamiast wszystkich tych $Z$, które posiadają znak dodatny (po rozwinięciu całego wzoru w poszczególne wyrazy), a wartości $G$ zamiast wszystkich tych $Z$, które (po takimże rozwinięciu wzoru) mają znak odjemny. Najmniejszość otrzymamy przez podstawienia odwrotne, a więc gdy we wzorze na wartość największą podstawimy wszędzie $Q$ zamiast $G$, i naodwrót $G$ zamiast $Q$.

## b. Wzory ogólne dla kratownic trójkątownikowych *).

### 1. Kratownica ze stojcami.

Siły zewnętrzne (ciężary) są przytknięte do węzłów i działają w kierunkach dowolnych, lecz pozostają w poosiowej płaszczyznie kratownicy. Stosować będziemy wyróżniki 0, 1, 2,... $m-1$, $m$, $m+1$... dla wyróżnienia wielkości, przynależnych do poszczególnych stojców, węzłów, wzgl. pól kratownicy (rys. 1113), w porządku kolejnym, zaczynając od lewej podpory $A$. Oznaczymy zaś przez:

Rys. 1113.




$h_m$ długość $m$go stojca,

$\lambda_m$ szerokość pola po lewej stronie stojca $m$,

*) Müller-Breslau, Graphische Statik der Baukonstruktionen, 2 wyd. T. II, dział I, str. 375 i n., Lipsk 1891, u Baumgaertner'a.

$O_m$ siłę w pasie górnym, $m$go pola,
$U_m$ siłę w pasie dolnym tegoż pola,
$D_m$ siłę w przekątniku $m$go pola,
$V_m$ siłę w $m$ym stojcu,
$\beta_m$ kąt pochyłości siły $O_m$ względem poziomu: dodatny, gdy się odchyla w górę, jak w rysunku,
$\gamma_m$ kąt pochyłości siły $U_m$ względem poziomu: dodatny, gdy się odchyla w dół, jak w rysunku,
$\varphi_m$ kąt pochyłości siły $D_m$ względem poziomu: dodatny, gdy przekątnik opada ku prawej stronie (w rys. 1113 kąta $\varphi$ nie wpisano),
$M_m^o$ Moment gnący w górnym węźle $m$,
$M_m^u$ moment gnący w dolnym węźle $m$.

Jeżeli na kratownicę działają tylko ciężary pionowe, to $M_m^o = M_m^u$.

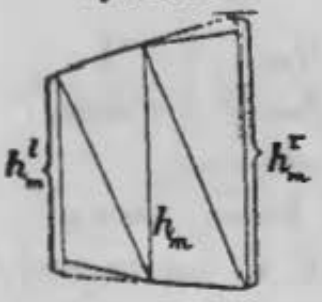
Mamy wzory ogólnie ważne:

$$O_m = -\frac{M_m^u}{h_m}\frac{1}{\cos\beta_m}, \qquad U_m = +\frac{M_{m-1}^o}{h_{m-1}}\frac{1}{\cos\gamma_m},$$

$$D_m = \frac{1}{\cos\varphi_m}\left(\frac{M_m^o}{h_m} - \frac{M_{m-1}^o}{h_{m-1}}\right) = \frac{1}{\cos\varphi_m}\left(\frac{M_m^u}{h_m} - \frac{M_{m-1}^u}{h_{m-1}}\right);$$

następnie, jeżeli ciężary działają bezpośrednio wyłącznie na węzły pasa górnego, to:

Rys. 1114.




$$V_m = \frac{M_{m-1}^o}{\lambda_m} - \frac{M_m^o h_m^l}{h_m \lambda_m},$$

a jeżeli ciężary działają wyłącznie na węzły pasa dolnego, to:

$$V_m = -\frac{M_{m+1}^u}{\lambda_{m+1}} + \frac{M_m^u h_m^r}{h_m \lambda_{m+1}}.$$

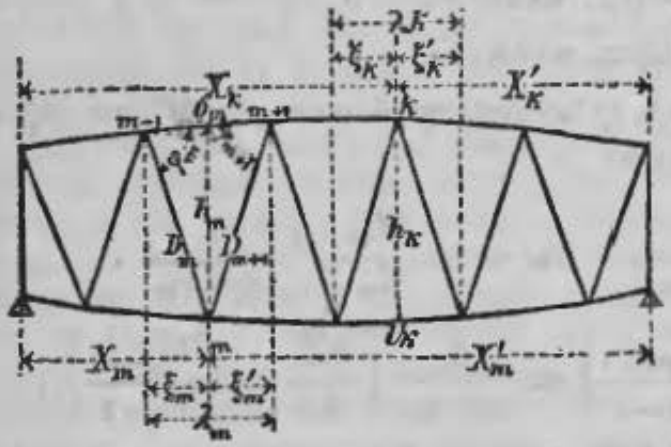
Znaczenie wysokości $h_m^l$, oraz $h_m^r$ objaśniono w rys. 1114.

## 2. Kratownica bez stojców.

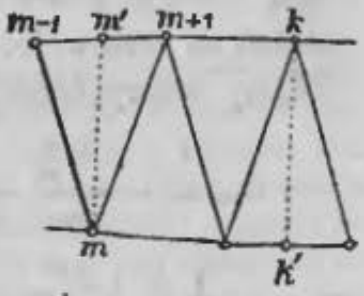
Oznaczamy, zgodnie z rys. 1115 i 1116, przez:
0, 1, 2... $m-1$, $m$, $m+1$... $k-1$, $k$, $k+1$... wyróżniki kolejne węzłów,
$m'$ przecięcia pionów przez $m$ z pasem naprzeciwnym,
$M_m$, $M'_m$ momenty gnące w punktach $m$, $m'$,
$O_m$ siłę w pasie górnym, a mianowicie w pręcie, leżącym naprzeciwko węzła $m$,
$U_k$ siłę w pasie dolnym, a mianowicie w pręcie, leżącym naprzeciwko węzła $k$,

$D_m$ siłę w pochylniku, opadającym na prawo, a łączącym węzły $m$ i $m-1$,
$D_{m+1}$ siłę w pochylniku, opadającym na lewo, a łączącym węzły $m$ i $m+1$,
$\beta_m$ kąt pochyłości pręta $O_m$ względem poziomej,
$\gamma_k$ kąt pochyłości pręta $U_k$ względem poziomej,
$\varphi_m$ i $\varphi_{m+1}$ kąty pochyłości pochylników $D_m$ i $D_{m+1}$ względem poziomej,
$h_m$ wysokość kratownicy w punkcie $m$,
$h_k$ wysokość kratownicy w punkcie $k$.

Rys. 1115.



Rys. 1116.




Dla jednego z dolnych węzłów $m$ otrzymamy wzory:

$$O_m = -\frac{M_m}{h_m}\frac{1}{\cos\beta_m},$$

$$D_m = \left(\frac{M_m}{h_m} - \frac{M'_{m-1}}{h_{m-1}}\right)\frac{1}{\cos\varphi_m} = \left(\frac{M'_m}{h_m} - \frac{M_{m-1}}{h_{m-1}}\right)\frac{1}{\cos\varphi_m},$$

$$D_{m+1} = \left(\frac{M_m}{h_m} - \frac{M'_{m+1}}{h_{m+1}}\right)\frac{1}{\cos\varphi_{m+1}} = \left(\frac{M'_m}{h_m} - \frac{M_{m+1}}{h_{m+1}}\right)\frac{1}{\cos\varphi_{m+1}}.$$

Siłę w pasie dolnym otrzymamy z momentu w naprzeciwnym węźle górnym, np. ze wzoru:

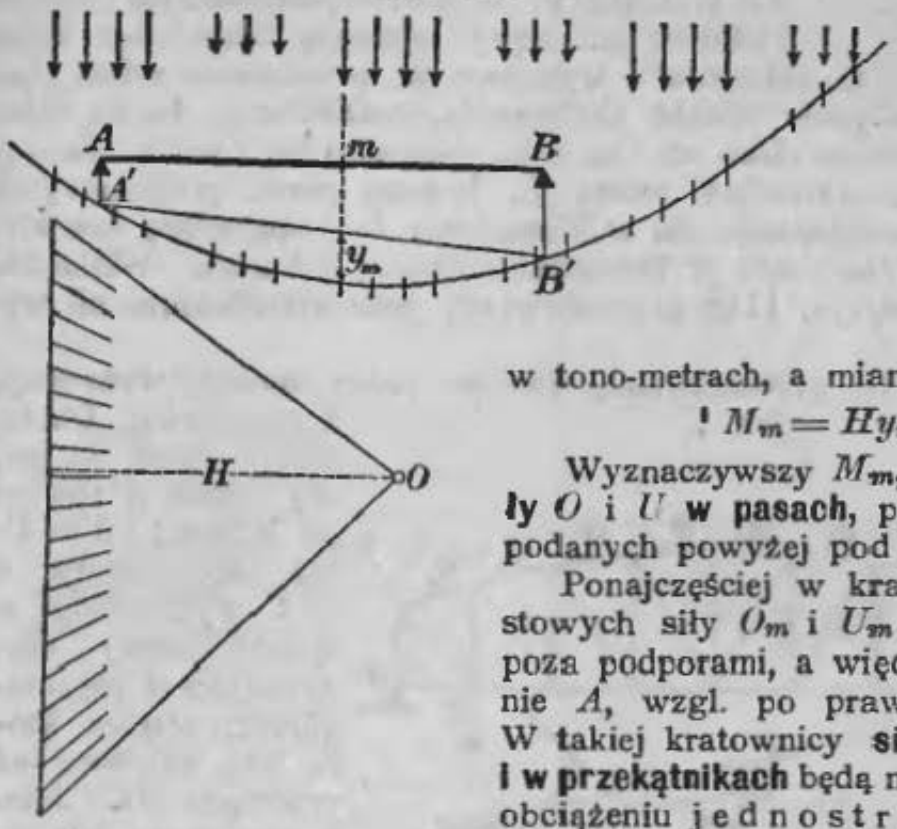
$$U_k = +\frac{M_k}{h_k}\cdot\frac{1}{\cos\gamma_k}.$$

## c. Obliczenie wykreślne sił w kratownicach zwykłych, obciążonych ruchomym szeregiem ciężarów skupionych (pociągiem kolejowym).

**Moment gnący** $M_m$ w dowolnym węźle $m$ będzie największy, gdy obciążymy dźwigar na całej rozpiętości, a jeden z największych ciężarów (oś parowozowa) stanie nad węzłem $m$. W dany szereg ciężarów wkreślamy wielobok sznurowy (rys. 1117), o odstępie biegunowym $H$, i przesuwamy dźwigar $AB$ po wieloboku tak, aby się węzeł rozpatrywany $m$ znalazł pod jednym z możliwie wielkich cię-

żarów (osią parowozową). Kreślimy $A'B'$, t. j. bok zamykający wielobok sznurowy, mierzymy w m podług wymiarki rzędną $y_m$ pod $m$, a jeżeli odstęp biegunowy $H$ liczony był w t, to otrzymamy szukany moment w tono-metrach, a mianowicie:

Rys. 1117.

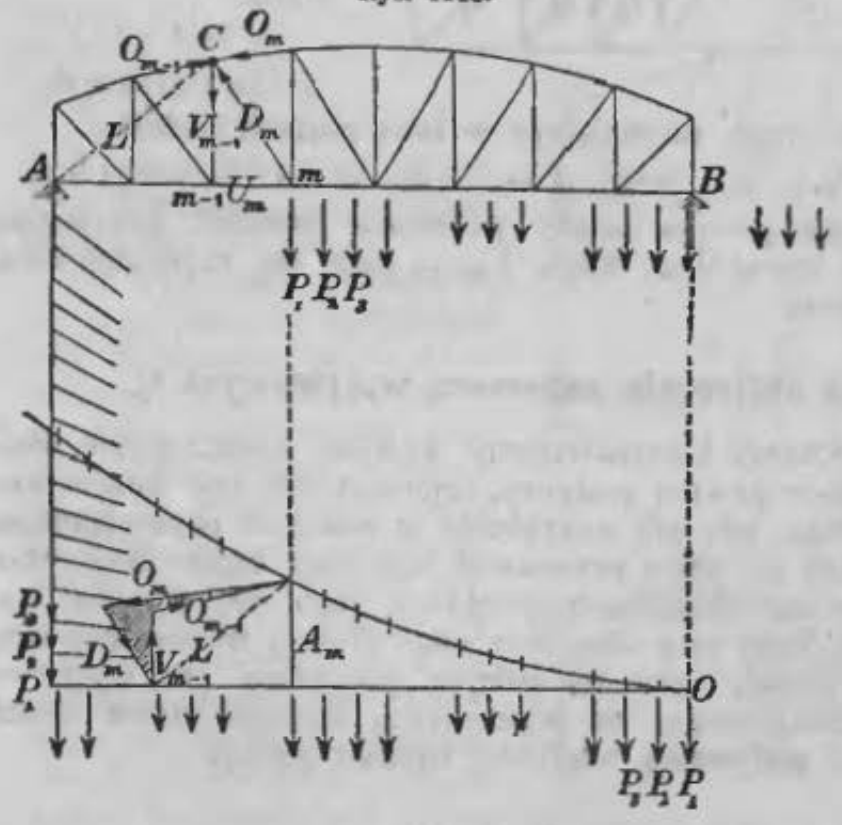



$$M_m = Hy_m.$$

Wyznaczywszy $M_m$, obliczamy **siły $O$ i $U$ w pasach**, podług wzorów podanych powyżej pod **b.**

Ponajczęściej w kratownicach mostowych siły $O_m$ i $U_m$ przecinają się poza podporami, a więc po lewej stronie $A$, wzgl. po prawej stronie $B$. W takiej kratownicy **siły w stojcach i w przekątnikach** będą największe przy obciążeniu jednostronnem. Np. $D_{m\,\max}$ (największa siła ciągnąca), a równocześnie $V_{m-1\,\min}$ (największa siła ciśnąca) pojawia się, gdy układ ciężarów posunął się z $B$ aż do węzła $m$ (górna część rys. 1118). Odpór $A_m$ lewej podpory, dla takiego położenia szeregu ciężarów, otrzymamy w sposób następujący:

Rys. 1118.




Szereg ciężarów ustawiamy odwrotnie i tak, aby odprzedni ciężar $P_1$ (mający w rzeczywistości obciążać punkt $m$) stanął nad pod-

porą $B$, a więc w punkcie $O$ dolnej części rysunku 1118. Kreślimy wielobok sił dla tego szeregu ciężarów, biorąc, jako odstęp biegunowy $OP_1$, rozpiętość $AB$ kratownicy. Na pionie przełożonym przez $m$ bok skrajny $OP_1$ i wielobok sznurowy odcinają kresę $A_m$, która (podług Winkler'a), mierzona w wymiarce sił, przedstawia odpór $A_m$.

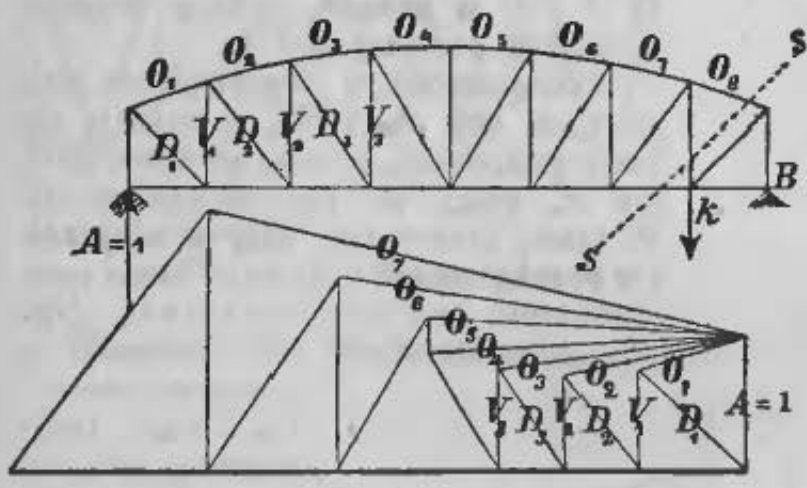
Stosując następnie sposób Cullmann'a, rozkładamy $A_m$ na składowe, a mianowicie, albo na $O_m$, $D_m$, $U_m$, albo na $O_{m-1}$, $V_{m-1}$, $U_m$. W tym celu kreślimy prostą $L$, łączącą punkt podporowy $A$ z węzłem $C$, rozkładamy $A_m$ w kierunkach $L$ i $U_m$, a siłę $L$ w kierunkach $O_m$ i $D_m$, albo w kierunkach $O_{m-1}$ i $V_{m-1}$. Wielobok, w dolnej części rys. 1118 zakreskowany, jest wielobokiem sił węzła $C$.

W rys. 1119 przedstawiamy jeszcze jeden sposób wykreślny, a mianowicie: Obciążamy węzeł $k$ tak, aby odpór $A$ równał się jedności ($A = 1$). Dla tego odporu $A = 1$ wykreślamy w sposób znany siły, działające w poszczególnych prętach, które leżą na lewo od przecięcia $ss$. Jeżeli otrzymane tak siły oznaczymy, np. przez:

$$D_{m\,(A=1)} \text{ i}$$

$$V_{(m-1)\,(A=1)},$$

Rys. 1119.




to siła największa, wzgl. najmniejsza w tych prętach będzie:

$$D_{m\,\max} = A_m \cdot D_{m\,(A=1)}, \text{ wzgl. } V_{(m-1)\,\min} = A_m\, V_{(m-1)\,(A=1)},$$

a we wzory te zamiast $A_m$ należy podstawić wartość poprzednio już określoną, dla której $D_m$, wzgl. $V_{m-1}$ staje się największością, wzgl. najmniejszością.

### d. Sposób obliczenia zapomocą wpływowych *).

Zazwyczaj obliczamy i rozpatrujemy kolejno poszczególne wielkości, jako to: odpór pewnej podpory, moment lub siłę poprzeczną w pewnym przekroju, siłę lub naprężenie w pewnym poszczególnym pręcie i t. p. Jeżeli po belce przesuwać będziemy ciężar jednostkowy ($P = 1$), a w każdorazowych punktach jego przytknięcia wykreślimy rzędne, któreby swą długością odpowiadały wartościom owej wielkości rozpatrywanej, jakie się kolejno pojawiają pod wpływem tego ciężaru jednostkowego, to wykresowa, łącząca końce takich rzędnych, zwie się **wpływową** wielkości rozpatrywanej.

*) Müller-Breslau, Graphische Statik, Tom I i II.

## 1. Kratownica w obydwóch końcach swobodnie podparta.

**Wpływowa momentu gnącego** $M_m$ we węźle $m$ pasa, na którym się wspierają poprzecznice, jest linią łamaną $A'm'B'$ (rys. 1122), a jej załom $m'$ leży pionowo pod $m$. Prosta $B'm'$ odcina na pionowej podporowej $A$ kresę $x_m$. Pod wpływem ciężaru skupionego $P$ powstaje moment:

$$M_m = P\eta.$$

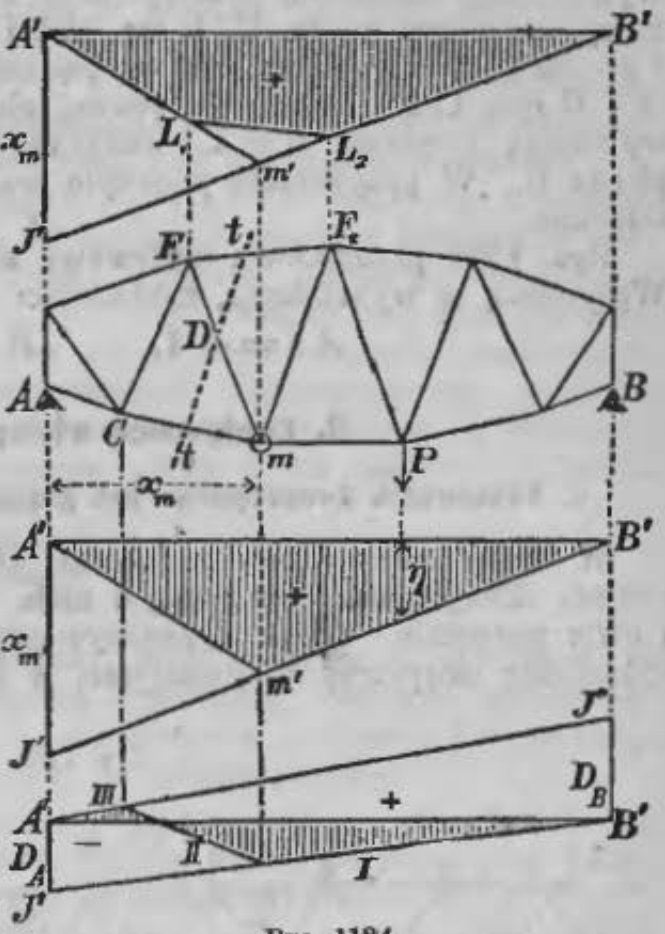
Pole ograniczone wpływową $A'm'B'$ i osią odciętych $A'B'$ (prostą zamykającą wielobok), jest **polem wpływowem** momentu $M_m$, albo w skróceniu polem $M_m$.

Jeżeli ciężary działają na pas, leżący naprzeciwko węzła $m$ (pomost górą), a $m$ leży między dwoma poprzecznicami $F_1$ i $F_2$, to podł. rys. 1120 wpływowa $M_m$ składać się będzie z trzech prostych $A'L_1$, $L_1L_2$, $L_2B'$. Punkty $L_1$ i $L_2$ leżą pionowo nad $F_1$ i $F_2$.

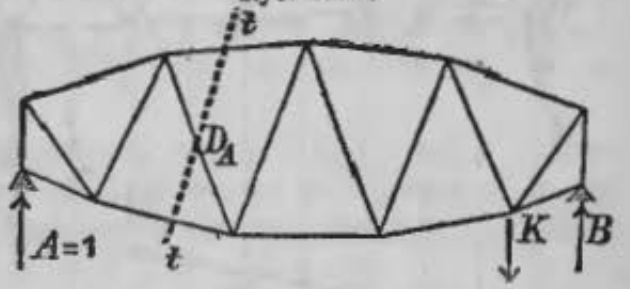
Ze znanych momentów $M_m$ wyznaczamy siły w pasach sposobem, podanym powyżej na str. 688.

W rys. 1123 proste I, II, III przedstawiają **wpływową siły** $D$ w pochylniku $D$, a mianowicie w założeniu, że pomost leży górą. Dopóki ciężar $P=1$, przesuwany po kratownicy, znajduje się na prawo od węzła $m$, dopóty po lewej stronie przecięcia $tt$ działa tylko siła zewnętrzna $A$, a poszczególna wartość $D$ pozostaje w prostym stosunku do $A$. Wpływowa 1 odcina zatem na pionie pod $A'$ si-

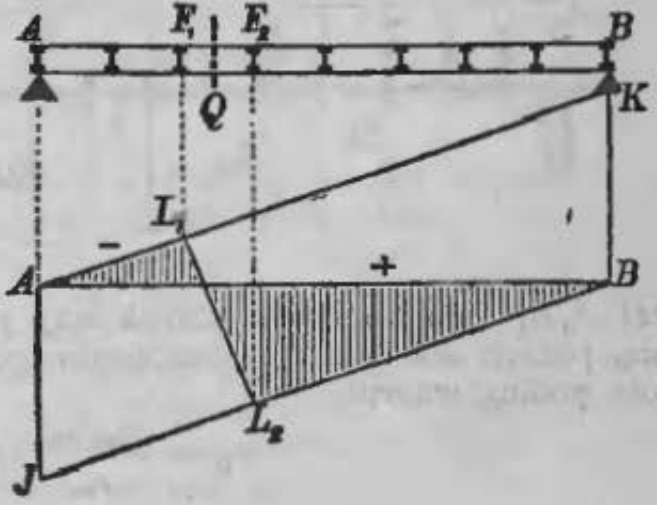
Rys. 1120, 1121, 1122, 1123.




Rys. 1124.




Rys. 1125.



łę $D_A$, jakaby się pojawiła w pochyłniku rozpatrywanym wówczas, gdy na lewo od $tt$ działa tylko $A=1$ (rys. 1124). Wartość $D_A$ wyznaczamy sposobem przecięć Ritter'a (p. str. 684), albo przy pomocy wieloboku sił (p. T. I, str. 161 i nast.). Podobnie w rys. 1123 i prosta III (wykazująca wpływ ciężarów, znajdujących się między $A$ i $C$ rys. 1121) odcina na prawej pionowej podporowej siłę $D_B$, wywołaną odporem $B=1$. Jednakże między $C$ i $m$ ważną będzie prosta II. W przykładzie podanym wartość $D_A$ jest dodatna, a $D_B$ odjemna.

Rys. 1125 przedstawia **wpływową siły poprzecznej** $Q$ pola $F_1F_2$. Wpływową tę wykreślamy, zakładając:

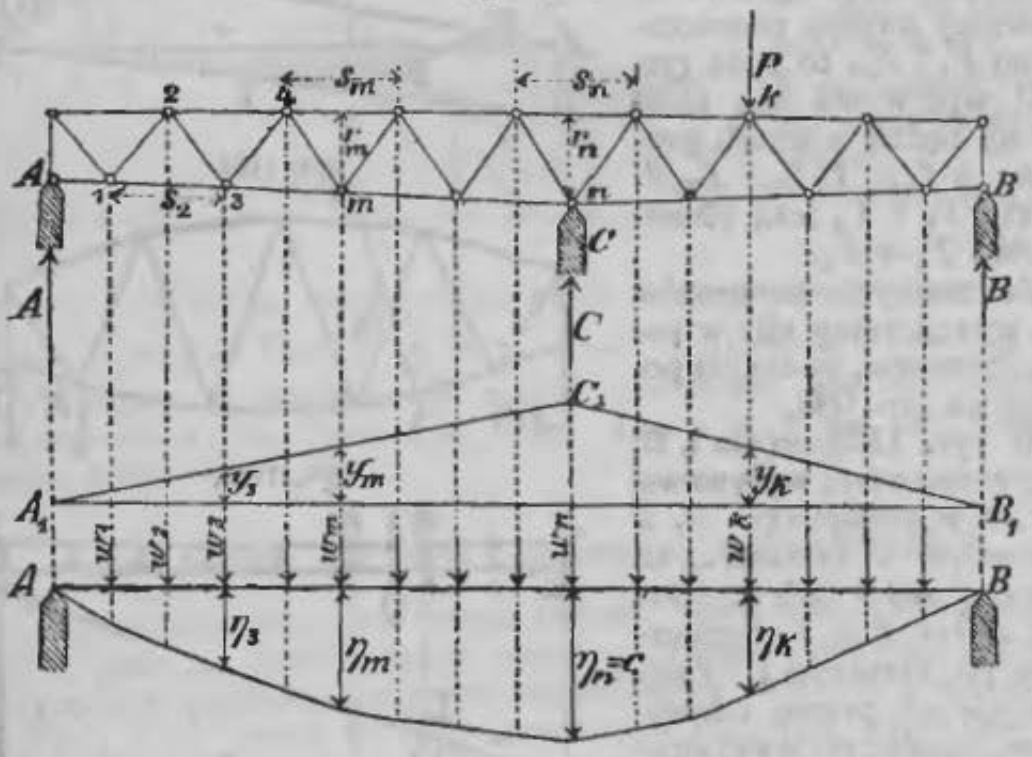
$$AJ=+1, \qquad BK=-1.$$

## 2. Kratownice wieloprzęsłowe.

### a) Kratownica dwuprzęsłowa bez przegubów, swobodnie wsparta.

W takiej belce odpory podpór $A$, $B$ i $C$ są statycznie niewyznaczalne. Znając jednakże jedną z nich, możemy statycznie oznaczyć i dwie pozostałe. Chcąc wyznaczyć odpór $C$ podpory, pośredniej dla jednej siły skupionej $P$, działającej w $k$, wykreślamy dowolny trój-

Rys. 1126.




kąt $A_1B_1C_1$, którego wierzchołek leży pionowo pod podporą pośrednią, poczem dla każdego poszczególnego pręta pasów obliczamy wartość podług wzoru:

$$w_m=\frac{y_m s_m}{r_m^2}\frac{F_c}{F_m}.$$

We wzorze tym liczbę porządkową węzła, leżącego naprzeciwko pręta $s_m$, oznaczono przez $m$, rzędną w trójkącie $A_1C_1B_1$, pod węzłem $m$, przez $y_m$, długość pręta przez $s_m$, prostopadłą z $m$ na niego, przez $r_m$, przekrój pręta $s_m$ przez $F$, a $F_c$ oznacza dowolny przekrój porównawczy. Przekrój $F_c$ najdogodniej założyć równym przekrojowi najczęściej w prętach $s$ zachodzącemu, aby dla możliwie wielkiej liczby tych prętów otrzymać stosunek $F_c : F_m = 1$. Następnie, uważając owe wielkości $w_1, w_2 \ldots w_m \ldots$ za ciężary obciążające kratownicę $AB$, jako belkę swobodnie w obydwóch końcach podpartą, oznaczamy momenty gnące $\eta_1, \eta_2 \ldots \eta_m \ldots$. Uskuteczniamy to najdogodniej, wykreślając wielobok sznurowy o dowolnym odstępie biegunowym i z bokiem, zamykającym ów wielobok. Wymierzywszy wreszcie rzędną $c = \eta_n$ tej wykresowej momentów, pod podporą $C$, oraz rzędną $\eta_k$, pod punktem $k$, otrzymamy odpór $C$ dla ciężaru $P$, działającego w $k$, a mianowicie:

$$C = P\frac{\eta_k}{c}.$$

Wyniki dokładniejsze otrzymamy, jeżeli wykresową momentów $\eta$ (rys. 1126) zastąpimy odkształconą kratownicy, wspartej swobodnie w obydwóch końcach $A$ i $B$, a obciążonej w punkcie $n$ (t. j. w miejscu usuniętej podpory C) ciężarem jednostkowym $P = 1$.

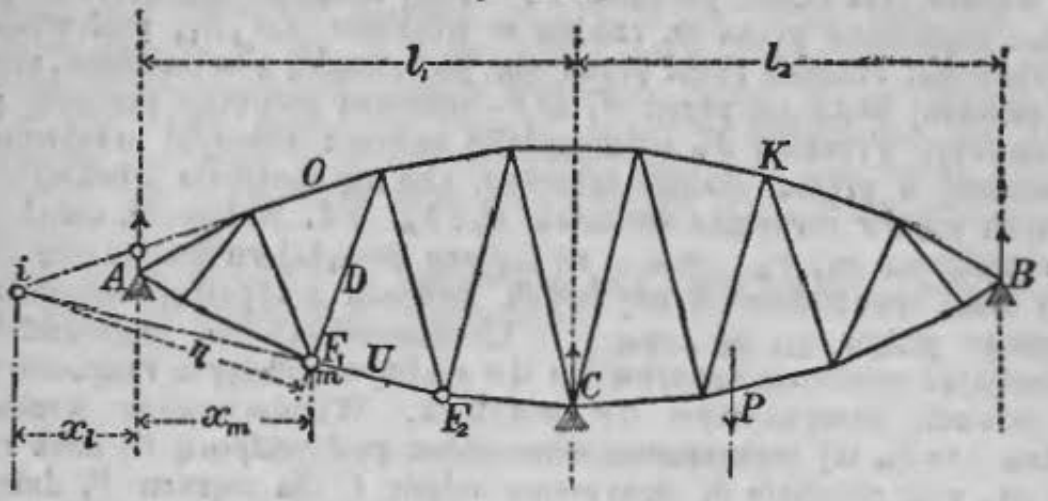
Dla kratownicy dwuprzęsłowej, spoczywającej swobodnie na trzech podporach, a przedstawionej w rys. 1127, podano w rys. 1128, 1129 i 1130, wpływowe odporu $C$ w postaci wykresowych $A''C''B''$, a nadto zakreskowano pole wpływowe, a mianowicie: w rys. 1128 pole wpływowe odporu $A$ podpory lewej, w rys. 1129 takież pole momentów we węźle $m$, a w rys. 1130 pole wpływowe siły w pochylniku $D$.

Mnożnikiem rzędnych dla odporów $C$ w rys. 1128 jest $\mu = 1 : c$, dla zakreskowanego zaś pola między wpływową powyższą $C$, a prostą $B''C''J$, będącego polem wpływowem lewego odporu $A$, mnożnikiem będzie $\mu = 1 : v$, a $v = A''J$.

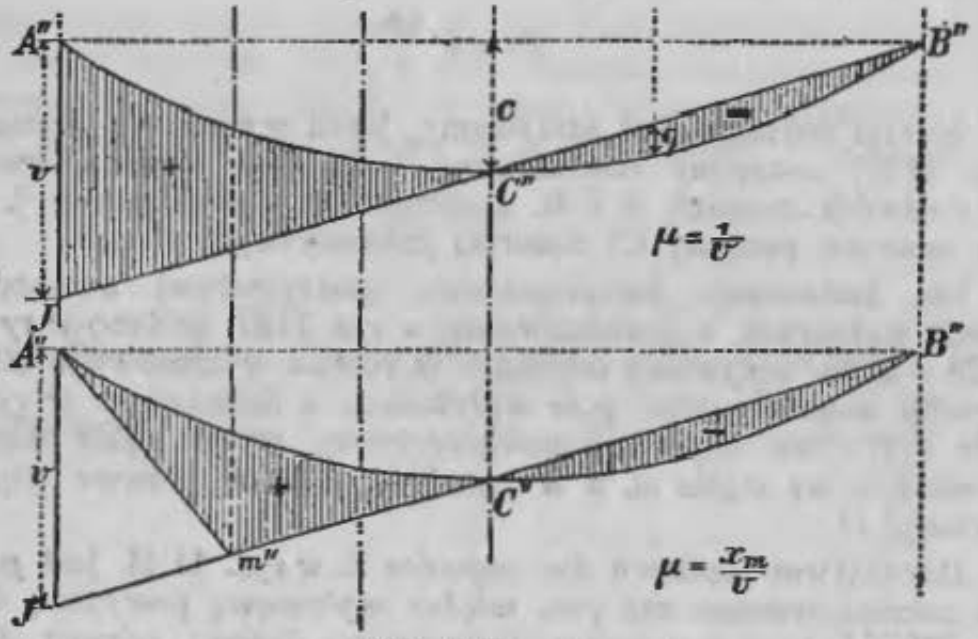
Pole $M_m$ (rys. 1129) jest ograniczone wykresową $C$ i prostemi $B''C''J$, oraz $A''m''$, przyczem $m''$ leży pionowo pod $m$, jednakże tylko, gdy węzeł $m$ mieści się w pasie obciążonym (pomost u dołu), w przeciwnym bowiem razie należy, podobnie jak w rys. 1120, przyciąć wierzchołek $A''m''B''$ prostą $L_1L_2$.

W rys. 1130 przedstawiono pole wpływowe dla siły w pochylniku $D$ i w przypadku, gdy pomost obciąża węzły dolne. Linię łamaną $A''L_1L_2$ możemy wyznaczyć w sposób dwojaki: 1) punkt $i''$ leży na $B''J$ pionowo pod $i$ (rysunku 1127), t. j. pod przecięciem się osi pasów $O$ i $U$. Kreślimy prostą $i''A''$ aż do punktu $L_1$, t. j. do przecięcia się z pionem $HL_1$, przełożonym przez punkt $m$. Punkt $L_2$ leży na przecięciu się pionu z $F_2$ (rysunku 1127) z prostą $B''J$. 2) Oznaczamy siłę $D_A$ w pochylniku $D$ pod wpływem odporu $A=1$ (porównaj rys. 1124). Podstawiamy wartość $\mu = D_A : v$, a wielkość $1 : \mu$ uważamy za siłę pionową i rozkładamy ją na dwie składowe

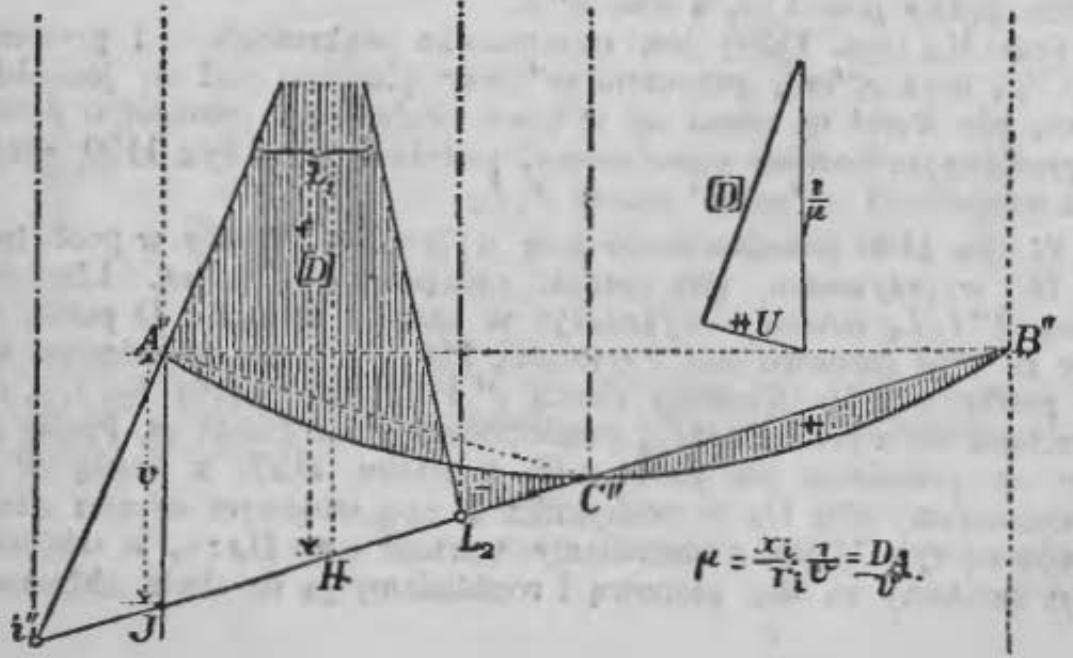
Rys. 1127.




Rys. 1128 i 1129.




Rys. 1130.



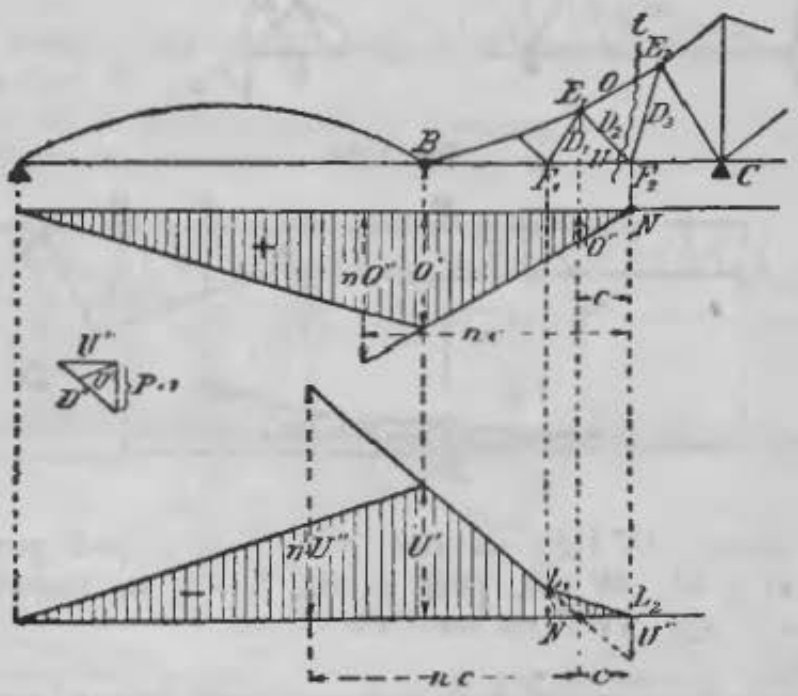
$[D]$ i $U$, jak to wskazano, w zmniejszonej wymiarce, nad prawą stroną rysunku 1130. Na pionie przez $m$ odcinamy od punktu $H$ kresę $HL_1 = [D]$, a otrzymamy szukany punkt $L_1$. Punkt $L_2$ wyznaczamy jak powyżej pod 1).

### β Kratownice wspornikowe *).

#### 1. Obliczenie wsporników.

Wpływowe **sił w pasach** $O$ i $U$ otrzymamy przy pomocy wielkości $O'$ i $U'$, wykreślonych pionowo pod przegubem $B$, a wyznaczonych wielobokiem sił, sposobem Cremony, dla ciężaru $P = 1$, działającego w $B$ (rys. 1131). Drugi sposób posiłkuje się wielkościami $O''$ i $U''$, otrzymanemi przez rozłożenie ciężaru $P = 1$ na $O''$ i $D_2$, względnie $U''$ i $D_2$. Kresy $O''$, wzgl. $U''$ odcinamy na pionach pod węzłami $E_1$, wzgl. $E_2$, poczynając od podstawy pól wpływowych.

Rys. 1131.




Ponieważ wielkości $O''$ i $U''$ będą zazwyczaj bardzo małe, stosując zatem sposób drugi, dobrze będzie, w celu uniknięcia niedokładności rysunkowych, wykreślić wielokrotne wartości $O''$, wzgl. $U''$, w odległości tyleżkrotnej od punktu $N$, leżącego pionowo pod $E_2$, wzgl. $E_1$ (rys. 1131).

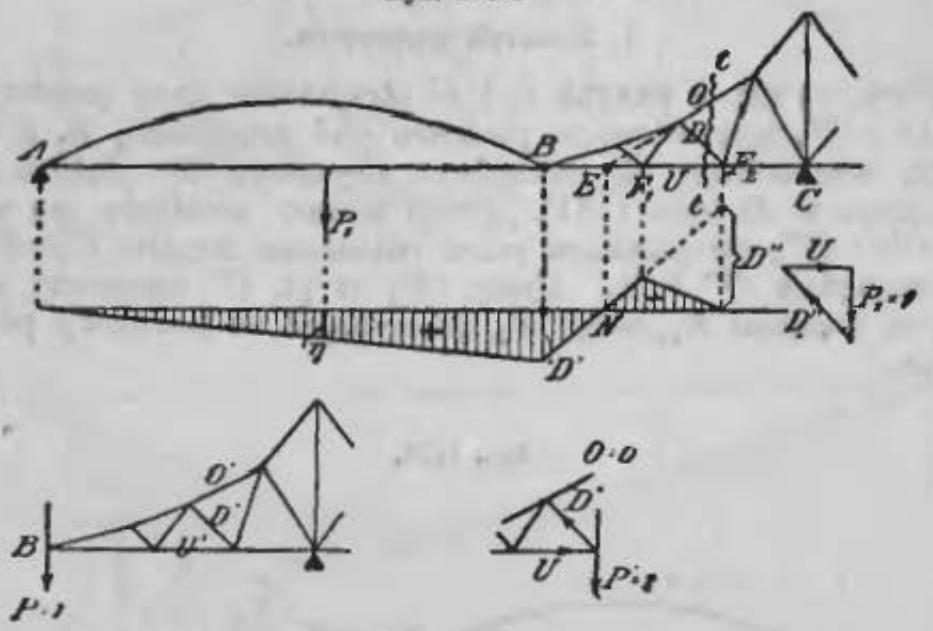
---

*) Müller-Breslau, Graphische Statik der Baukonstructionen, III wyd. str. 330 in.

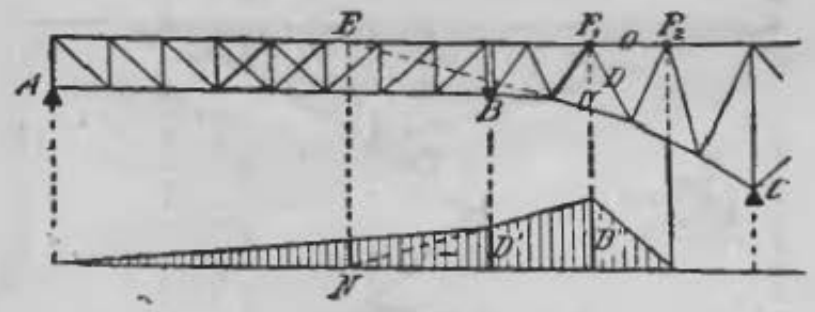
Wpływową pochylnika wyznaczamy za pośrednictwem wielkości $D'$ dla ciężaru $P=1$, działającego w $B$, albo przy pomocy wielkości $D''$ dla ciężaru $P=1$, działającego w $F_2$.

$D'$ znajdujemy z wieloboku sił sposobem Cremony, a $D''$, rozkładając $P=1$ w kierunkach $U$ i $D$, względnie $O$ i $D$ (rys. 1132 i 1133).

Rys. 1132.




Rys. 1133.




Punkt zerowy $N$ leży pionowo pod $E$, t. j. pod punktem przecięcia się $O$ z $U$. W rys. 1132 punkt $E$ leży na prawo od przegubu $B$, a w rys. 1133 na lewo od niego.

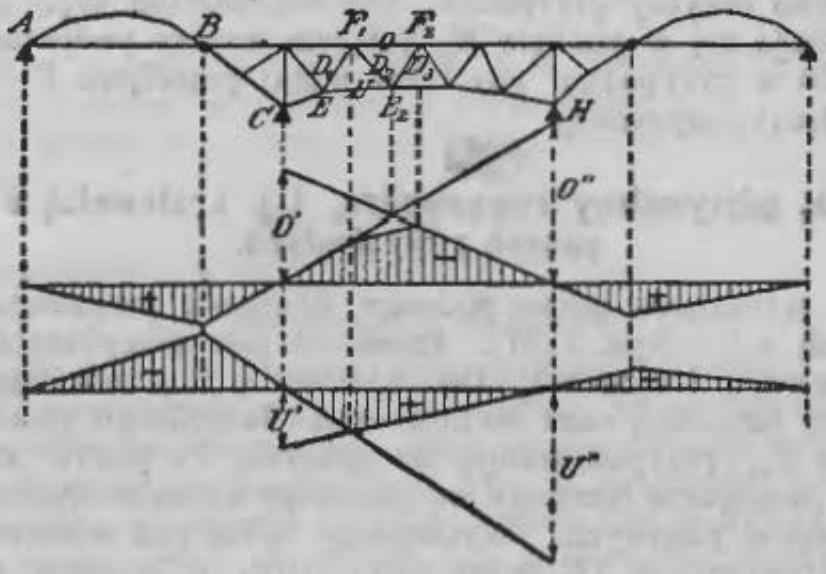
### 2. Wyznaczenie sił w prętach części międzypodporowej dźwigara wspornikowego.

Wpływowe **prętów pasowych** $O$, wzgl. $U$ (rys. 1134) wyznaczamy przy pomocy wielkości $O'$ i $O''$, wzgl. $U'$ i $U''$. Wielkości te otrzymamy z wieloboku sił sposobem Cremony, a mianowicie $O'$ i $U'$ pod wpływem odporu $C=1$, a $O''$ i $U''$ pod wpływem odporu $H=1$.

Wierzchołek środkowego pola wpływowego dla $O$ leży pionowo pod węzłem $E_2$, a dla $U$ pionowo pod $F_1$. Posiłkując się tym warunkiem, możemy wykreślić wpływową dla $O$, znając jedną tylko z wartości $O'$ lub $O''$, a podobnie wykreślić i wpływową dla $U$, znając jedną tylko z wartości $U'$ lub $U''$.

W rys. 1134 przedstawiono sposób wykreślenia pól wpływowych dla prętów $O$ i $U$, przyczem uwzględniając, że pomost obciąża pas

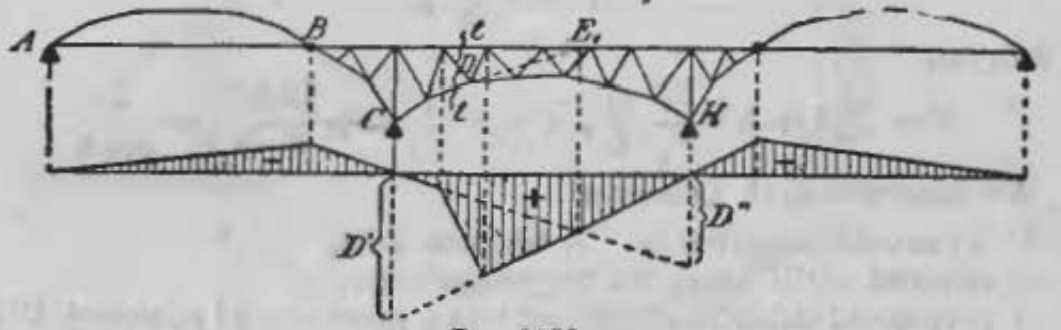
Rys. 1134.



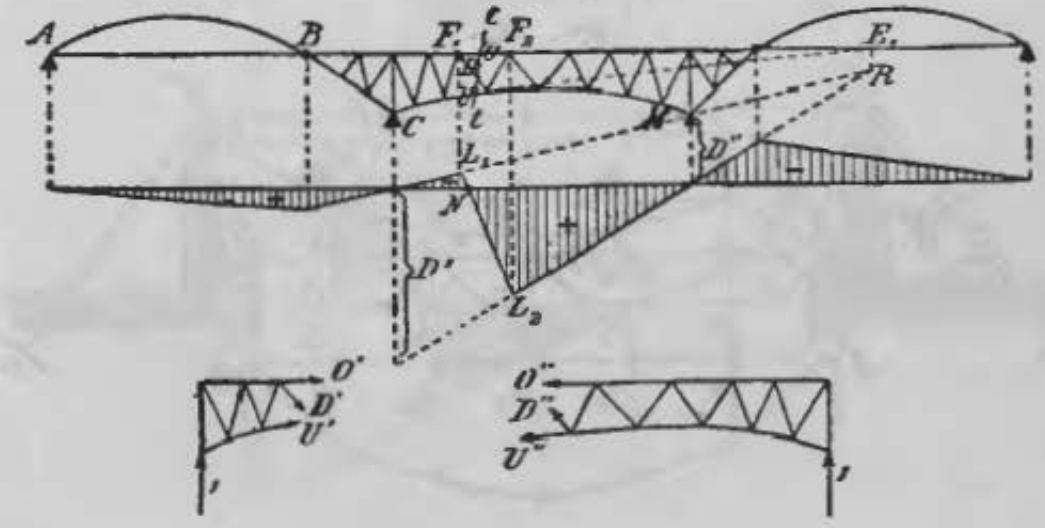

górny, ścięto wierzchołek środkowego pola wpływowego na długości pręta pasowego $O$.

Wpływowe sił w **pochyłnikach** (a również w stojcach i przekątnikach kratownic stojcowych) wykreślamy w sposób podobny, jak

Rys. 1135.




Rys. 1136.



dla części wspornikowej, a mianowicie posiłkując się wielkościami $D'$ i $D''$ (rys. 1135 i 1136). Wielkość $D'$ jest siłą w pochylniku $D$, pod wpływem odporu $C=1$, a $D''$ takąż siłą, pod wpływem odporu $H=1$.

Rys. 1135 dotyczy przypadku, gdy przynależne pręty pasowe $O$ i $U$ przecinają się w punkcie $E_1$, leżącym między podporami $C$ i $H$, a rys. 1136 w przypadku, gdy takiż punkt przecięcia $E_1$ leży poza częścią międzypodporową.

### 3. Łańcuch, usztywniony równoległicą, t. j. kratownicą o prostych pasach równoległych.

Piony przełożone przez podpory dźwigara przecinają łańcuch w punktach $a$ i $b$ (rys. 1137). Prosta $ab$ jest zamykającą wieloboku sznurowego (łańcucha). Do obliczenia siły rozciągającej $H$ w przełęczy łańcucha, oraz do obliczenia niezbędnego przekroju łańcuchowego $F_0$, przypuszczamy, że przekrój $F_c$ pasów kratownicy jest stały, względnie bierzemy za podstawę obliczeń średnią wartość $F_c$ przekrojów pasowych. Wyobraźmy sobie pod właściwą kratownicą usztywniającą $AB$ drugą belkę $A'B'$, w końcach swobodnie podpartą, na którą działają ciężary $y_1, y_2, y_3 \ldots y_m$, równające się rzędnym osi łańcucha, liczonym od zamykającej $ab$. Obliczamy lub wykreślamy momenty gnące $\eta_1, \eta_2, \eta_3 \ldots \eta_n$ tej belki, a siłę rozciągającą $H$ w łańcuchu, pod wpływem ciężaru $P$, działającego w punkcie $k$, otrzymamy ze wzoru:

$$H = P\frac{\eta_k}{N},$$

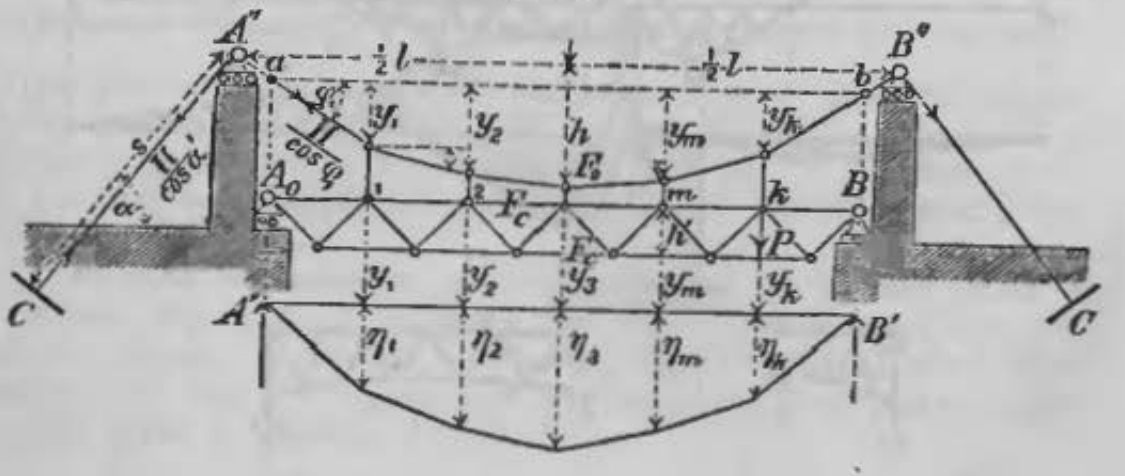
w którym:

$$N = \Sigma y^2 + h'^2 \frac{F_c}{F_0}\frac{s_0}{\lambda}, \text{ a } s_0 = l\left[1+\frac{16}{3}\frac{h^2}{l^2}\right]+\frac{2s}{\cos\alpha'}.$$

We wzorach tych oznacza:

$h'$ wysokość kratownicy, $\lambda$ długość pola,
$s$ długość $A''C$ łańcucha przyciągowego,
$l$ rozpiętość łańcucha, $h$ jego strzałkę, mierzoną od poziomej $A''B''$.

Rys. 1137.



**Obniżenie temperatury** o $t_0$ powoduje dodatkową siłę rozciągającą $H_t$, o wartości:

$$H_t = \frac{h^2 \frac{F_c}{F_0} \frac{s_0}{\lambda}}{N} \alpha E t F_0,$$

jeżeli przez $\alpha$ oznaczymy spółczynnik rozszerzalności na $1^0$ różnicy temperatury, a przez $E$ spółczynnik sprężystości.

**Moment gnący** w jakimkolwiek węźle $m$ kratownicy usztywniającej będzie:

$$M_m = M'_m - H y_m,$$

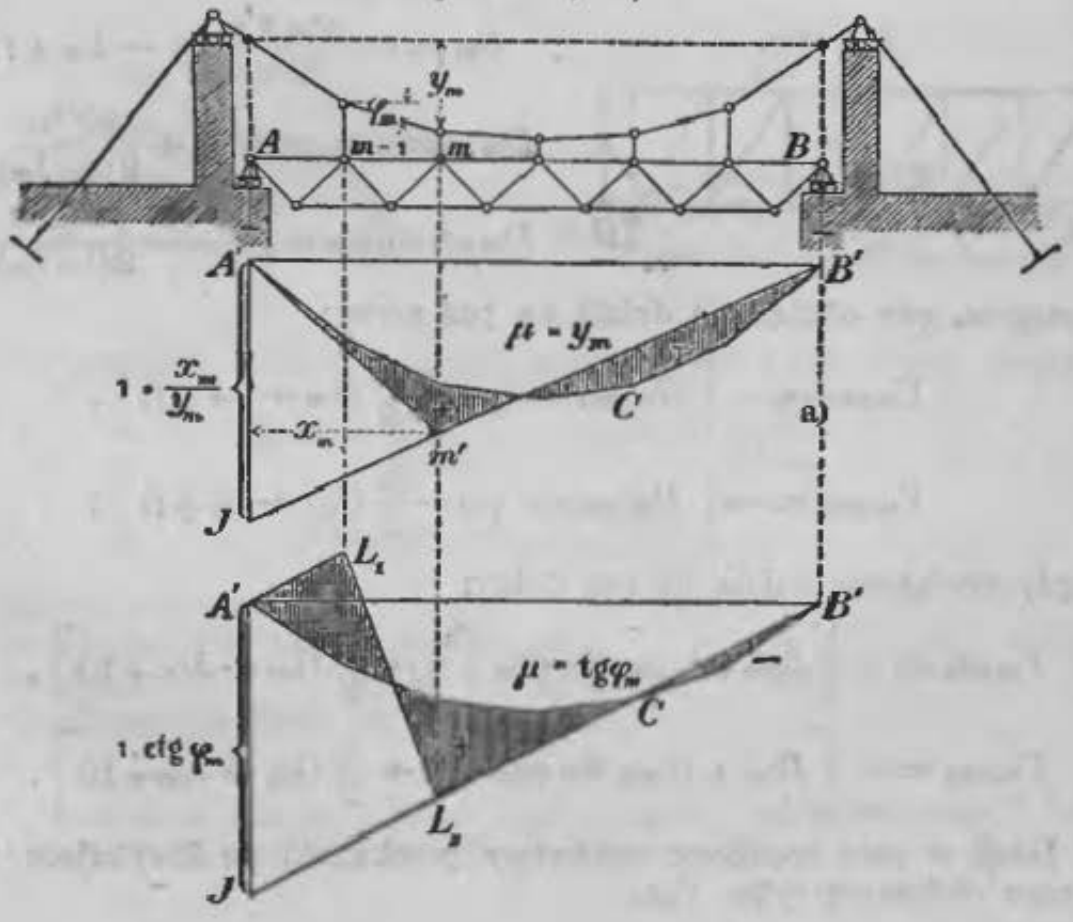
a **siła poprzeczna** w polu między $(m-1)$ a $m$:

$$Q_m = Q'_m - H \operatorname{tg} \varphi_m.$$

We wzorach tych $M'_m$, wzgl. $Q'_m$ oznaczają wartości momentu, wzgl. sił poprzecznych w belce swobodnie na podporach leżącej, a więc do łańcucha nie przywieszonej, a $\varphi_m$ oznacza kąt pochyłości pręta łańcuchowego między $(m-1)$ a $m$, względem poziomu.

Rys. 1138 a przedstawia (zakreskowane) pole wpływowe momentów $M_m$, samże wielobok $A'CB'$ jest wykresową wpływową siły rozciągającej $H$. Prostą $B'J$ znajdujemy, odcinając na pionie pod $A'$ kresę $A'J = 1 \frac{x_m}{y_m}$; punkt $m'$ leży na $B'J$, pionowo pod punktem $m$. Mnożnikiem jest $\mu = y_m$.

Rys. 1138 a) i b).



Podobnie wyznaczamy wpływową siły poprzecznej $Q_m$, odcinając na pionie pod $A'$ (rys. 1138 b) kresę $A'J = 1 \cdot \operatorname{ctg} \varphi_m$. Punkt $L_2$ leży na $B'J$, pionowo pod $m$, a punkt $L_1$ leży pionowo pod węzłem $(m-1)$, na prostej $A'L_1$, równoległej do $JB'$. Mnożnikiem jest $\mu = \operatorname{tg} \varphi_m$.

## e. Poszczególne ustroje kratownic.

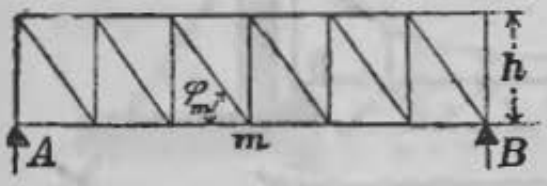
Oprócz znakowań, podanych na str. 687 i 688, dodatkowo stosować będziemy jeszcze znakowania:

$x_m$, wzgl. $x'_m$ odległości $m^{go}$ węzła od lewej podpory $A$, wzgl. od prawej $B$;
$x''_m$ odległość środka $m^{go}$ pola od środka dźwigara;
$g_0$ równomierne obciążenie stałe na jednostkę długości pasa górnego, $g_u$ takież obciążenie pasa dolnego, wreszcie $g = g_0 + g_u$ obciążenie obydwóch pasów łącznie;
$p_0$, $p_u$, wzgl. $p$ takież obciążania ruchome;
$q = g + p$ całkowite obciążenie na jednostkę długości;
$P$ ruchome ciężary skupione.

### 1. Równoległica, t. j. kratownica prosta, o pasach równoległych.

**Układ stojcowy** (rys. 1139). Jeżeli $\varphi_m$ oznacza kąt pochyłości $m^{go}$ przekątnika $D_m$ względem poziomu, to:

Rys. 1139.




$$O_m = -\frac{q x_m x'_m}{2h} = -U_{m+1};$$

$$D_{m\,\max} \sin \varphi_m = g x''_m + \frac{p x'^2_m}{2(l-\lambda_m)};$$

$$D_{m\,\min} \sin \varphi_m = g x''_m - \frac{p x^2_{m-1}}{2(l-\lambda_m)};$$

następnie, gdy obciążenie działa na pas górny:

$$V_{m\,\min} = -\left[ D_{m\,\max} \sin \varphi_m - \frac{g_u}{2} (\lambda_m + \lambda_{m+1}) \right],$$

$$V_{m\,\max} = -\left[ D_{m\,\min} \sin \varphi_m - \frac{g_u}{2} (\lambda_m + \lambda_{m+1}) \right];$$

a gdy obciążenie działa na pas dolny:

$$V_{m\,\min} = -\left[ D_{(m+1)\,\max} \sin \varphi_{(m+1)} + \frac{g_0}{2} (\lambda_m + \lambda_{(m+1)}) \right],$$

$$V_{m\,\max} = -\left[ D_{(m+1)\,\min} \sin \varphi_{(m+1)} + \frac{g_0}{2} (\lambda_m + \lambda_{(m+1)}) \right].$$

Jeżeli w pola środkowe wstawimy przekątniki się krzyżujące, to starczy obliczanie tylko $V_{\min}$.

Siła w stojcach skrajnych będzie, np. w $B$ (rys. 1139), gdy obciążamy pas górny:

$$V_0 = -\frac{ql}{2} + \frac{g_u \lambda_1}{2},$$

a gdy odciążamy pas dolny:

$$V_0 = -\frac{q(l-\lambda_1)}{2} - \frac{g_0 \lambda_1}{2}.$$

**Ugięcie** *) $f$ w cm w środku takiej kratownicy będzie w przybliżeniu:

$$f = \frac{Mhl}{8EJ}\left(0{,}85\frac{l}{h} + 1{,}13\,c\right).$$

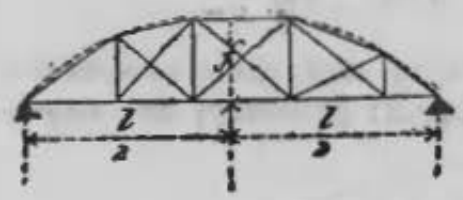
We wzorze tym oznacza: $M$ w kg cm moment gnący w środku dźwigara obciążonego równomiernie, $J$ w cm$^4$ moment bezwładności całego środkowego przekroju dźwigara, $E$ w kg/cm$^2$ spółczynnik sprężystości, $l$ w cm rozpiętość, a $h$ w cm wysokość dźwigara, wreszcie $c = 3$ dla ustroju stojcowego, a $c = 2$ dla ustroju trójkątnikowego (równoramiennego).

## 2. Parabolnica.

1. W każde pole wstawiamy po dwa krzyżujące się przekątniki rozciągane. Jeżeli $f$ oznacza wysokość teoretyczną w środku parabolnicy, to wysokość $mg^0$ stojca będzie:

I. . . . . $h_m = \frac{4 f x_m x'_m}{l^2}$.

Rys. 1140.



Rys. 1141.

Dla ustrojów, przedstawionych w rys. 1140 i 1141, mamy wzory:

II. . . . . $O_m = -\frac{ql^2 o_m}{8 f \lambda_m}$; $\quad U_m = +\frac{ql^2 u_m}{8 f \lambda_m}$,

III. . . . . $D_{m\max} = +\frac{p l^2 d_m}{8 f (l+\lambda_m)}$,

w których oznacza:

$o_m$ długość $mg^0$ pręta pasa górnego,
$u_m$ długość $mg^0$ pręta pasa dolnego,
$d_m$ długość przekątnika w $m^{ym}$ polu.

---

*) R. F. Mayer, Zeitschr. d. österr. Arch.- u. Ing.-V. 1892, № 44; jakoteż J. Labes, Zeitschr. f. Bauwesen 1894, str. 119.

2. Do oznaczenia sił w stojcach wypada rozróżniać przypadki następujące:

α. **Pas dolny jest prosty, a pomost leży w jego poziomie** (rys. 1140):

$$V_{m\,\max} = +\,{}^1/_2\,(q - g_0)\,(\lambda_m + \lambda_{m+1});$$

$$V_{m\,\min} = -\frac{p\,x_{m-1}\,x'_{m+1}}{2\,l} + \frac{g_u}{2}\,(\lambda_m + \lambda_{m+1}).$$

β. **Obydwa pasy są zakrzywione**, a pozioma, łącząca punkty podporowe, połowi rzędne, wreszcie pomost wisi u pasa dolnego (rys. 1141):

$$V_{m\,\max} = +\,\frac{1}{2}\left(\frac{q}{2} - g_0\right)(\lambda_m + \lambda_{m+1});$$

$$V_{m\,\min} = -\frac{p\,x'_{m+1}\,(x_{m+1} + x_{m-1})}{4\,l} + {}^1/_4\,(g_u - g_0)\,(\lambda_m + \lambda_{m+1}).$$

Jeżeli $\lambda_m = \lambda_{m+1} = \lambda$, to:

$$V_{m\,\min} = -\frac{p\,x'_{m+1}\,x_m}{2\,l} + {}^1/_2\,(g_u - g_0)\,\lambda.$$

γ. **Obydwa pasy są zakrzywione**, na górnym spoczywa pomost, pozatem jak pod β. W tym przypadku starczy obliczenie $V_{\min}$, które wyraża się wzorem:

$$V_{m\,\min} = -\frac{p\,x'_{m-1}\,(x_{m+1} + x_{m-1})}{4\,l} - {}^1/_4\,(g_0 - g_u)\,(\lambda_m + \lambda_{m+1}).$$

Jeżeli $\lambda_m = \lambda_{m+1} = \lambda$, to:

$$V_{m\,\min} = -\frac{p\,x'_{m-1}\,x_m}{2\,l} - {}^1/_2\,(g_0 - g_u)\,\lambda.$$

3. **Ugięcie** $\delta$ (w cm) w środku parabolnicy obciążonej równomiernie, a więc w stanie, gdy i stojce i przekątniki pozostają **bez naprężeń**, będzie w przybliżeniu:

$$\delta = c\,\frac{M}{EJ}\,l^2,$$

w którym to wzorze oznacza: $c = 0{,}1733$ (podług J. Labes'a), albo $c = 0{,}1875$ (podług A. Ritter'a *). Znaczenie wielkości $M$, $J$, $E$ i $l$ jak na str. 701.

### 3. Dźwigar ustroju Pauli'ego.

Soczewkowaty zarys tej kratownicy, który tylko w przybliżeniu może dopełniać warunku $O_m = U_m =$ stałej, wyznacza się równaniem:

$$h_m = 4\,f\,\frac{x_m\,x'_m}{l^2}\left[1 + \frac{2f^2}{l^2}\left(1 - \frac{2x_m}{l}\right)^2\right],$$

*) Por. Centralbl. d. Bauverw., 1892, str. 390.

w którem $h_m$ oznacza teoretyczną wysokość $mg^0$ stojca, a $f$ wysokość dźwigara w środku (p. rys. 1141). Siły w poszczególnych prętach obliczamy, posiłkując się wzorami ogólnymi ze str. 686 i nast.

## 4. Dźwigar ustroju Schwedler'a.

Jeżeli przekątniki takiej kratownicy nie mają podlegać ściskaniu, gdy obciążenie ruchome zajmuje pola od $A$ aż do $(m-1)g^0$ węzła (rys. 1142), to należy dopełnić warunku:

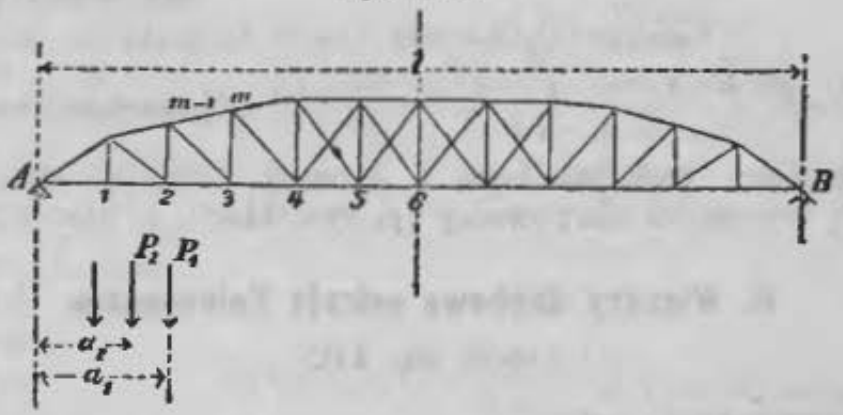
$$\frac{h_{m-1}}{h_m} \geqq \frac{M_{m-1}}{M_m}.$$

A jeżeli obciążenie ruchome składa się z szeregu ciężarów skupionych $P_1$, $P_2$, $P_3$..., to, gdy przedni ciężar dojdzie do $(m-1)g^0$ węzła (rys. 1142), należy dopełnić warunku:

$$\frac{h_{m-1}}{h_m} \geqq \frac{x'_{m-1}(g l x_{m-1} + 2\Sigma Pa)}{x'_m(g l x_m + 2\Sigma Pa)}.$$

Obliczając rzędne krzywej Schwedler'a, przez zrównanie prawych i lewych stron we wzorach powyższych, otrzymamy krzywą niesymetryczną, której punkt najwyższy leży w lewej połowie rozpiętości. Posuwając w sposób podobny obciążenie od prawej podpory ku lewej, otrzymamy podobną drugą krzywą, będącą odzwierciadleniem pierwszej, względem środkowej, pionowej osi kratownicy. Łącząc ze sobą najwyższe punkty owych dwóch krzywych spólną styczną poziomą, otrzymamy dopiero właściwy zarys kratownicy ustroju Schwedler'a, składający się ze środkowej prostej poziomej i obustronnych krzywych, będących bardziej

Rys. 1142.




stromemi gałęziami zasadniczej krzywej Schwedler'a. Np. w rys. 1142 liczymy $h_6 = h_5 = h_4$, podług założonej wysokości $h$ kratownicy (najwłaściwiej $h = {}^1/_7\, l$). Dalej zaś obliczamy podług wzoru powyższego: $h_3$ ze znanego $h_4$, $h_2$ z obliczonego już $h_3$, $h_1$ z obliczonego już $h_2$, a $h_0 = 0$. Środkowa część kratownicy, posiadająca pasy równoległe, otrzymuje krzyżujące się przekątniki.

Dla **równomiernego obciążenia** ruchomego ważnym będzie wzór:

$$\frac{h_{m-1}}{h_m} = \frac{x_{m-1}\, x'_{m-1}\,(gl + p x_m)}{x_m\, x'_m\,(gl + p x_{m-1})}.$$

Siły w poszczególnych prętach obliczamy podług wzorów ogólnych, podanych na str. 686 i nast.

Jednakże, gdy obciążenie jest równomierne, możemy się posiłkować prostszym wzorem na siły w przekątnikach:

$$D_{m\max} = \frac{p l d_m}{4 f},$$

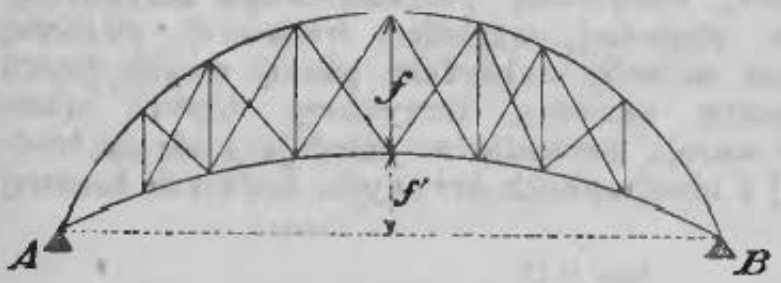
w którym $d_m$ oznacza długość przekątnika, a

$$f = \frac{h_1}{4} \cdot \frac{l^2}{(l-\lambda_1)\,\lambda_1} \cdot \frac{g + p\,\frac{\lambda_1}{l}}{g + \frac{p}{2}},$$

wreszcie $\lambda_1$ jest długością pierwszego pola, $h_1$ zaś wysokością teoretyczną pierwszego stojca.

## 5. Sierpownica paraboliczna.

Rys. 1143.




Zarys tej kratownicy, oraz siły w jej pasach i w przekątnikach oznaczaczamy podług wzorów I, II i III ze str. 701, a na siły w stojcach (rys. 1143) mamy wzory poniższe:

$$V_{m\max} = {}^1/_2 (q\varepsilon + g_u)(\lambda_m + \lambda_{m+1});$$

$$V_{m\min} = -\frac{p x'_{m-1}\,[x_{m-1} - \varepsilon(\lambda_m + \lambda_{m+1})]}{2l} + {}^1/_2 (g\varepsilon + g_u)(\lambda_m + \lambda_{m+1}).$$

We wzorach tych wielkość $\varepsilon$ oznacza stosunek strzałki $f'$ do środkowej wysokości sierpownicy (p. rys. 1143), a więc $\varepsilon = f' : f$.

## 6. Wiązary dachowe ustroju Polonceau'a.

(por. str. 172).

Jeżeli oznaczymy przez:

$l$ rozpiętość wiązara, w m,

$t$ wzajemny odstęp dwóch wiązarów sąsiednich, w m,

$q$ ciężar całkowity dachu (ciężar własny, oraz parcie wiatru i ciężar śniegu), w kg/m² rzutu poziomego (por. str. 631 i nast.),

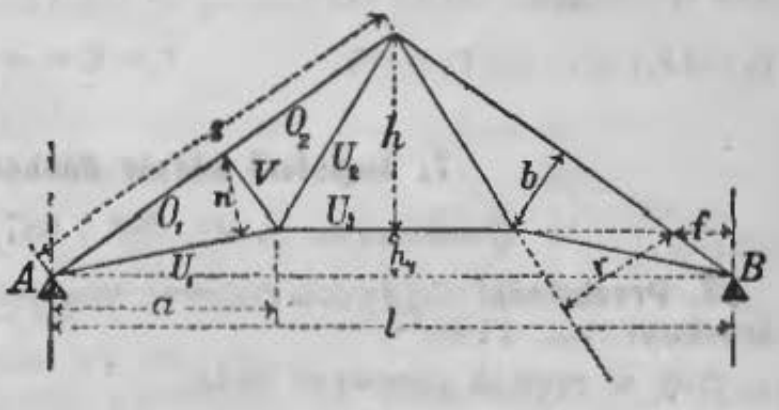
to obciążenie pionowe jednego wiązara będzie:

$$P = l\,t\,q \text{ kg}.$$

Poniższe wzory na siły w prętach (pod 1 i 2) wyprowadzono sposobem przecięć Ritter'a (por. str. 684).

1. **Wiązar dachowy, ustroju Polonceau'a, zwyczajny (jednokrotnie podpięty).** Jeżeli wzajemne odstępy węzłów wiązarowych górnego pasa są jednakowe, a więc równe $^1/_4\,l$ (mierzone poziomo), to na każdy węzeł pośredni wypada obciążenie $= {}^1/_4\,P$, a na węzły podporowe po $^1/_8\,P$.

Rys. 1144.



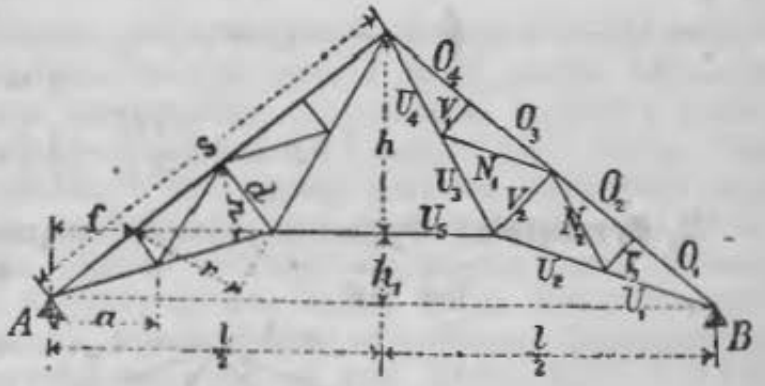

Przy znakowaniu na wstępie podanem i wymiarach wpisanych w rys. 1144, otrzymamy poniższe wzory na siły w poszczególnych prętach:

$$O_1 = -\frac{3\,Pa}{8\,b};\quad O_2 = -\frac{3\,Pa}{8\,b} + \frac{P(h+h_1)}{4\,s};$$

$$U_1 = +\frac{3\,Pl}{32\,n};\quad U_2 = +\frac{P(l+2\,f)}{16\,r};\quad U_3 = +\frac{Pl}{8\,h};\quad V = -\frac{Pl}{8\,s}.$$

2. **Wiązar dachowy, ustroju Polonceau'a, wielokrotnie podpięty.** Jeżeli wzajemne odstępy węzłów wiązarowych górnego pasa są jednakowe i, np. podł. rys. 1145, równe $^1/_8\,l$ (mierzone poziomo), to na każdy węzeł pośredni wypada obciążenie $= {}^1/_8\,P$, a na węzły podporowe po $^1/_{16}\,P$.

Rys. 1145.




Podobnie jak poprzednio pod 1. otrzymamy zatem wzory:

$$O_1 = -\frac{7\,Pa}{8\,d};\qquad O_3 = O_2 + \frac{P(h+h_1)}{8\,s};\quad N_1 = N_2 = +\frac{Pl}{64\,n};$$

$$O_2 = O_1 + \frac{P(h+h_1)}{8\,s};\quad O_4 = O_3 + \frac{P(h+h_1)}{8\,s};\quad U_1 = 7\,N_1;$$

$$U_2 = 6\,N_1;\qquad U_4 = \frac{P(3\,l+2\,f)}{32\,r};\qquad V_1 = V_3 = -\frac{Pl}{16\,s};$$

$$U_3 = \frac{N_1(2\,n+r)}{r} + \frac{3\,Pf}{16\,r};\qquad U_5 = \frac{Pl}{8\,h};\qquad V_2 = 2\,V_1.$$

**Przypadek szczególny, gdy $h_1 = 0$.**

$$O_1 = -\frac{7Pa}{8d}; \quad O_2 = O_1 + \frac{Ph}{8s}; \quad O_3 = O_2 + \frac{Ph}{8s}; \quad O_4 = O_3 + \frac{Ph}{8s};$$

$$N_1 = N_2 = +\frac{Pl}{32h}; \quad U_1 = 7N_1; \quad U_2 = 6N_1; \quad U_3 = 2N_1;$$

$$U_4 = 3N_1; \quad U_5 = 4N_1; \quad V_1 = V_3 = -\frac{Pl}{16s}; \quad V_2 = 2V_1.$$

## 7. Angielski wiązar dachowy.

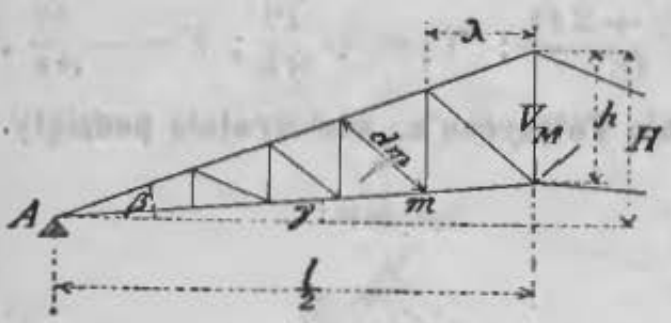
(Znakowanie p. str. 686 i 687 i 700).

1. **Przekątniki** obydwóch połówek wiązara **mają spadek ku jego środkowi** (rys. 1146).

Siły w prętach pasowych będą:

$$O_m = -\frac{q x'_m l}{4h\cos\beta}; \qquad U_m = +\frac{q x'_{m-1} l}{4h\cos\gamma}.$$

Rys. 1146.




Siły w pierwszych dwóch prętach dolnego pasa są sobie równe, t. j. $U_1 = U_2$. Siły w przekątnikach i w stojcach będą:

$$D_m = -\frac{q l d_m}{8h},$$

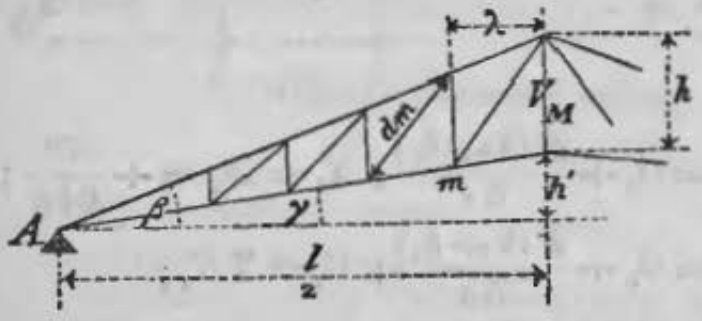
$$V_m = +\frac{q x_m - 1}{2},$$

a w stojcu środkowym:

$$V_M = q\left(\frac{lH}{2h} - \lambda\right).$$

2. **Przekątniki** obydwóch połówek wiązara **wznoszą się ku jego środkowi** (rys. 1147).

Rys. 1147.




Siły w prętach pasowych będą:

$$O_m = -\frac{q x'_{m-1} l}{4h\cos\beta};$$

$$U_m = +\frac{q x'_m l}{4h\cos\gamma}.$$

Siły w pierwszych dwóch prętach górnego pasa są sobie równe, a zatem $O_1 = O_2$. Siły w przekątnikach i w stojcach będą:

$$D_m = +\frac{q l d_m}{4h}, \qquad V_m = -\frac{q x_m + 1}{2},$$

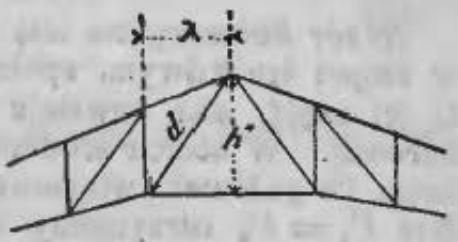
a w stojcu środkowym:

$$V_M = \frac{q l h'}{2 h}.$$

Układ, przedstawiony w rys. 1148, może się obyć bez stojca środkowego, a natenczas siła w poziomym pręcie środkowym pasa dolnego będzie:

$$U_M = \frac{q l^2}{8 h''};$$

Rys. 1148.




siła zaś w każdym z przekątników przyległych:

$$D_M = + \frac{q l d [l (h'' - h) + 2 \lambda h'']}{8 \lambda h h''}.$$

We wzorze ostatnim $h''$ jest odstępem środkowego pręta poziomego od wierzchołka (rys. 1148), a $h$ odległością punktu wzajemnego przecięcia się przedłużonych, obustronnych pasów dolnych, od tegoż wierzchołka, jak w rys. 1147.

3. Odmienne ustroje wiązara angielskiego dachowego otrzymamy, jeżeli, zatrzymując ogólny zarys wiązara i równomierny podział pól wzdłuż pasów górnych, podług rysunków 1146, 1147 i 1148, zastąpimy stojce rozpórkami, t. j. prętami, skierowanymi prostopadle do pasów górnych. Siły w prętach najdogodniej będzie wyznaczyć sposobem przecięć Ritter'a (str. 684), albo wykreślnie, posiłkując się wielobokiem sił Cremony.

## 8. Dachy brogowate.

Jeżeli budynek o ścianach zewnętrznych, tworzących wielobok prawidłowy, pokryjemy dachem, którego połacie mają postać trójkątów i zbiegają się w spólnym wierzchołku, wytwarzając ostrosłup prawidłowy, to dach taki zwiemy brogowatym. Krawęże tego dachu zbiegają się w jego wierzchołku, a pod każdą krawężą ustawiamy wiązar, będący w zasadzie połówką wiązara dwuchylnego, lecz obciążonego nierównomiernie. Każdy bowiem taki wiązar znosi obciążenie dwóch przyległych połówek połaci dachu, czyli obciążenie równe jednej takiej całkowitej połaci trójkątnej dachu. Zastosowując połówki wiązarów, przedstawionych w rys. 1146, 1147 i 1148, do dachów brogowatych i oznaczając przez $P$ obciążenie całkowite takiej połówki wiązara, której stojce dzielą pas górny na $n$ równych części (zatem $\lambda = {}^1/_2 l : n$), otrzymamy siły w prętach, podane poniżej.

### 1. Dach brogowaty z wiązarami podł. rys. 1146.

$$O_m = - \frac{P [3 n^2 - m (3 n - m)] \lambda}{3 h n \cos \beta};$$

$$U_m = + \frac{P [3 n^2 - (m - 1) (3 n - m + 1)] \lambda}{3 h n \cos \gamma};$$

$$D_m = -\frac{Pd_m\,[3n - 2m + 1]}{3hn};$$

$$V_m = +\frac{P(m-1)\,[3n - 2m + 1]}{3n^2};$$

$$V_M = +\frac{P\,[Hn^2 - h]}{3hn^2}.$$

Wzór końcowy na siłę $V_M$ przedstawia jej wartość, powstającą w stojcu środkowym, spólnym dla wszystkich wiązarów, lecz tylko tę jej część, jaka powstaje wskutek obciążenia jednej połówki wiązarowej. W stojcu środkowym pojawi się zatem siła tyle razy większa, ile połówek wiązarowych (krawęży) posiada obliczany dach. Siłę $U_1 = U_2$ otrzymamy ze wzoru na $U_m$, podstawiając wartość $m = 2$.

### 2. Dach brogowaty z wiązarami podł. rys. 1147.

$$O_m = -\frac{P\,[3n^2 - (m-1)(3n - m + 1)]\,\lambda}{3hn\cos\beta};$$

$$U_m = +\frac{P\,[3n^2 - m(3n - m)]\,\lambda}{3hn\cos\gamma};$$

$$D_m = +\frac{Pd_m\,[3n - 2m + 1]}{3hn};$$

$$V_m = -\frac{P(m+1)\,[3n - 2m + 1]}{3n^2}; \qquad V_M = +\frac{Ph'}{3h}.$$

Znaczenie siły $V_M$ i omówienia jej dotyczące, jak pod 1. — Siłę $O_1 = O_2$ otrzymujemy, wstawiając wartość $m = 2$ we wzór na $O_m$.

Gdy, zgodnie z układem, przedstawionym w rys. 1148, część środkowa pasa dolnego jest pozioma, natenczas siła w każdym przekątniku przyśrodkowym będzie:

$$D_M = +\frac{Pd\,[n^3(h'' - h) + h''(n+1)]}{3hh''n},$$

a siła w części poziomej pasa dolnego:

$$U_M = +\frac{Pl}{6h''}.$$

## B. Dźwigar łukowy.

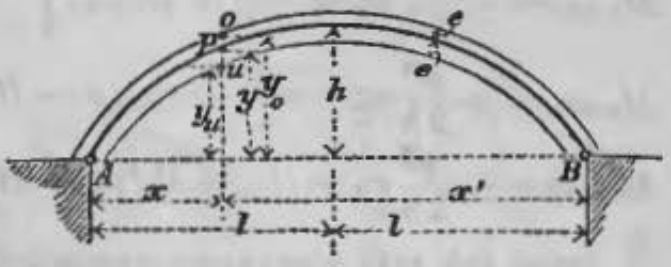
### a. Łuk o pełnym środniku i dwóch przegubach wezgłowiowych, bez przegubu zwornikowego.

Łuk niechaj będzie prętem zakrzywionym, sprężystym, o osi $AB$, w rys. 1149 grubiej wykreślonej, i niechaj oznacza:

$F$ pole symetrycznego przekroju dźwigara,

$W$ moment wytrzymałości tegoż przekroju.

Liniami rdzennemi takiego łuku będą dwie krzywe, wykreślone w równych odstępach $e = W : F$ od osi łuku i równolegle do niej (rys. 1149, w którym natomiast zarysu samego dźwigara nie wrysowano).

Rys. 1149.

Jeżeli przez $M_0$, wzgl. $M_u$, oznaczymy momenty gnące w punktach rdzennych $o$, wzgl. $u$, leżących na tym samym pionie w odstępie poziomym $x$ od lewej opory $A$, to naprężenia we włóknach skrajnych (górnych, wzgl. dolnych) łuku *) będą:

$$k_0 = -\frac{M_u}{W}; \qquad k_u = +\frac{M_0}{W}.$$

Oprócz znakowań $g$, $p$ i $q$, objaśnionych na str. 700, oznaczymy jeszcze przez:

$2l$ rozpiętość, $h$ strzałkę łuku,

$y_0$, wzgl. $y_u$ rzędne punktów rdzennych, $o$ wzgl. $u$,

$x$ i $y$ spółrzędne punktu $P$, leżącego w osi łuku, oraz wprowadzimy podstawienia:

$y_0 - y = c_0$, $y - y_u = c_u$, a $x' = 2l - x$;

$$2l - \frac{4hx}{3y_0} = \xi_0; \quad 2l - \frac{4hx'}{3y_0} = \xi_0'; \quad \frac{y_0\xi_0^3}{16hl} = C_0; \quad \frac{y_0\xi_0'^3}{16hl} = C_0';$$

$$2l - \frac{4hx}{3y_u} = \xi_u; \quad 2l - \frac{4hx'}{3y_u} = \xi_u'; \quad \frac{y_u\xi_u^3}{16hl} = C_u; \quad \frac{y_u\xi_u'^3}{16hl} = C_u',$$

wreszcie przez $H_t$ oznaczymy poziomy rozpór łuku, spowodowany zmianą temperatury o $t^0$, a określonej wzorem, który podajemy na końcu niniejszego ustępu.

Gdy oś łuku jest **parabolą**, otrzymamy **momenty gnące** **):

$$\left.\begin{aligned} M_{0\min} &= -\frac{gl^2}{2h}c_0 - C_0 p - H_t y_0, \\ M_{0\max} &= -\frac{ql^2}{2h}c_0 + C_0 p + H_t y_0, \end{aligned}\right\} \text{ dla } x < 2l - \frac{3ly_0}{2h};$$

$$\left.\begin{aligned} M_{0\min} &= -\frac{gl^2}{2h}c_0 - (C_0 + C_0')p - H_t y_0, \\ M_{0\max} &= -\frac{ql^2}{2h}c_0 + (C_0 + C_0')p + H_t y_0, \end{aligned}\right\} \text{ dla } x > 2l - \frac{3ly_0}{2h};$$

*) E. Winkler, Theorie der Bogenbrücken, Allgemeine Bauzeitung 1874.

**) Müller-Breslau, Theorie u. Berechnung d. eis. Bogenbrücken; Berlin 1880.

$$\left.\begin{aligned} M_{u\min} &= +\frac{gl^2}{2h}c_u - C_u p - H_t y_u, \\ M_{u\max} &= +\frac{ql^2}{2h}c_u + C_u p + H_t y_u, \end{aligned}\right\} \text{ dla } x < 2l - \frac{3ly_u}{2h};$$

$$\left.\begin{aligned} M_{u\min} &= +\frac{gl^2}{2h}c_u - (C_u + C_u')p - H_t y_u, \\ M_{u\max} &= +\frac{ql^2}{2h}c_u + (C_u + C_u')p + H_t y_u, \end{aligned}\right\} \text{ dla } x > 2l - \frac{3ly_u}{2h}.$$

Jeżeli łuk taki obciążamy szeregiem ciężarów skupionych, to do obliczenia przydatnem będzie uprzednie wykreślenie wpływowych *), albo też możemy się posiłkować wzorami poniższymi:

$$M_o = M' - Hy_o = y_o\left(\frac{M'}{y_o} - H\right),$$

$$M_u = M' - Hy_u = y_u\left(\frac{M'}{y_u} - H\right),$$

w których $M_o$, wzgl. $M_u$, oznacza moment gnący dla punktu rdzennego $o$, wzgl. $u$, dźwigara łukowego (rys. 1149), $y_o$, wzgl. $y_u$, rzędne tychże punktów, $H$ rozpór, który wypada oddzielnie obliczyć dla danego łuku, wreszcie $M'$ oznacza moment gnący w zwykłej belce, końcami swobodnie wspartej, a o rozpiętości takiej samej jak łuk, i obciążonej takimże szeregiem ciężarów, mianowicie moment w odległości $x$ od lewej podpory (p. rys. 1149).

Wspomniany już powyżej **rozpór dodatkowy** $H_t$ w łuku, spowodowany podwyższeniem się temperatury łuku o $t^0$, wyrażamy wzorem:

$$H_t = \frac{15\alpha EFt}{15\dfrac{l^2 - h^2}{l^2 + h^2} + 8\dfrac{F}{J}\dfrac{h^2 l^2}{l^2 - 2h^2}} = \infty \frac{15\alpha EJt}{8h^2},$$

w których $J$ oznacza moment bezwładności przekroju względem osi poziomej, $\alpha$ rozszerzalność na $1^0$ różnicy temperatury, $E$ spółczynnik sprężystości, a $F$, $l$ i $h$ zatrzymują znaczenia powyżej już określone.

## b. Łuk kratowiany **).

### 1. Łuk kratowiany, o dwóch przegubach węzgłowiowych, bez przegubu zwornikowego.

1. **Pionowe odpory** $A$ i $B$, spowodowane ciężarem pionowym $P$, będą:

$$A = \frac{Pb}{l} \quad \text{i} \quad B = \frac{Pa}{l}.$$

*) Müller-Breslau, Neuere Metoden der Festigkeitslehre.

**) P. Müller-Breslau, Graphische Statik II. Część I, § 7, 24 i 28. Porównaj też uwagę drugą w odsyłaczu str. 709.

W celu wyznaczenia **rozporu** $H$, wyliczamy przedwstępnie dla każdego pręta pasowego, którego długość niechaj będzie $s_m$, wartości:

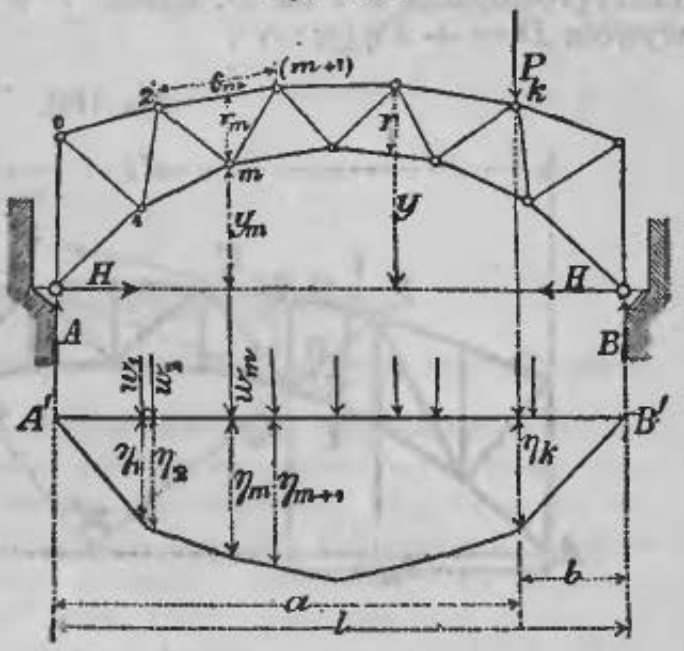
$$w_m = \frac{y_m s_m}{r_m^2}\frac{F_c}{F_m} \text{ i}$$

$$z_m = \frac{y_m^2 s_m}{r_m^2}\frac{F_c}{F_m}.$$

We wzorach powyższych oznacza:

$m$ liczbę porządkową węzła, leżącego naprzeciwko pręta $s_m$,
$y_m$ rzędną tegoż węzła $m$,
$r_m$ prostopadłą z $m$ na $s_m$,
$F_m$ przekrój pręta $s_m$,
$F_c$ dowolny przekrój porównawczy, który najdogodniej obrać równym przekrojowi, najliczniej w prętach zachodzącemu, aby otrzymać jak najwięcej stosunków $F_c : F_m = 1$.

Rys. 1150.




Następnie, uważając owe wielkości $w_1, w_2 \ldots w_m \ldots$ za ciężary-obciążające zwykłą belkę o rozpiętości $A'B' = AB$ (rys. 1150), w obydwóch końcach swobodnie podpartą, wykreślamy dla tych ciężarów (jako działających w pionach przez przynależne węzły) wykresową momentów (dolna część rys. 1150), a jej rzędną $\eta_k$, pod węzłem obciążonym przez ciężar $P$, wprowadzamy do poniższego wzoru na **rozpór** łuku:

$$H = P\frac{\eta_k}{\Sigma z}.$$

Jeżeli $\alpha$ i $E$ oznaczają wartości, określone na str. 710, to równomierne w całym łuku **podwyższenie temperatury** o $t^0$ wywołuje rozpór dodatkowy:

$$H_t = \frac{\alpha E l F_c t}{\Sigma z}.$$

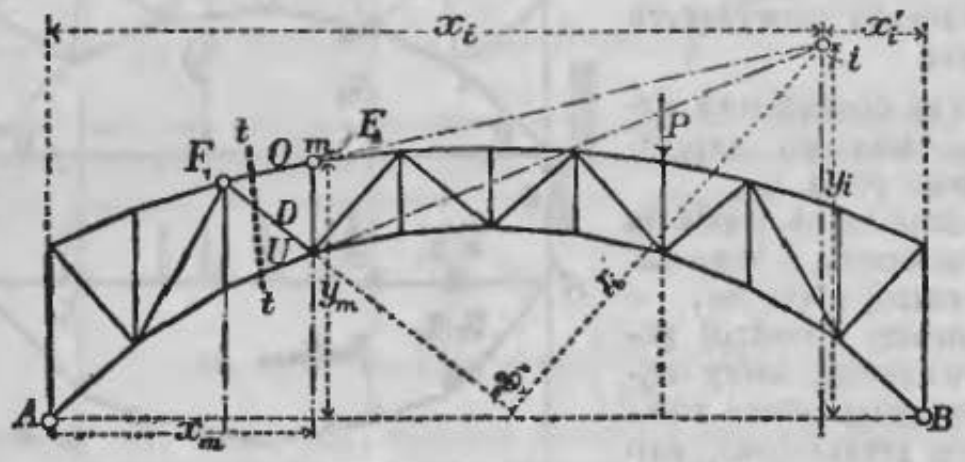
2. Wyznaczywszy rozpór $H$ i jego wpływową (rys. 1152), odcinamy kresę $A'J' = 1 \cdot (x_m : y_m)$, i kreślimy proste $B'J'$ i $A'm'$, a otrzymamy (zakreskowane) **pole wpływowe** $M_m$, ktorego mnożnikiem jest $\mu = y_m$. Ciężar $P$ w położeniu oznaczonem w rys. 1151 wywoła moment:

$$M_m = -P\eta y_m.$$

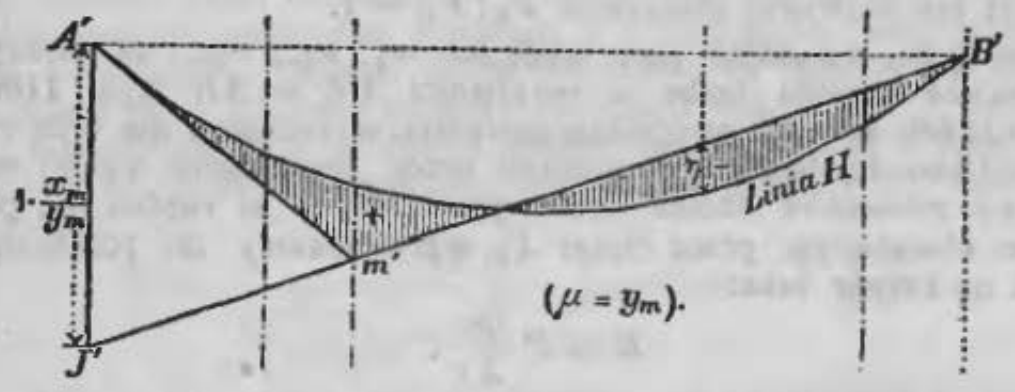
Aby otrzymać wpływową $D$ (rys. 1153), t. j. wpływową siły w przekątniku $D$ (rys. 1151), przecinamy $m$-te pole po linii $t\,t$, wyznaczamy punkt $i$, jako przecięcie się prętów pasowych $O$ i $U$, a w rys. 1153 odcinamy kresę $A'J' = 1 \cdot (x_i : y_i)$, na pionie pod $A'$ ($x_i$ i $y_i$ są spółrzędnemi punktu $i$ podług rys. 1151); kreślimy pro-

stą $B'J'$, a przez jej punkt $i'$, leżący pionowo pod $i$, kreślimy prostą $A'i'J''$, wreszcie prostą $L_1L_2$, znamionującą pole przecięte $F_1F_2$. Mnożnikiem wpływowej $D$ jest $\mu = (y_i : r_i)$, a $r_i$ oznacza (podł. rys. 1151) prostopadłą z $i$ na $D$. Ciężar $P$ w położeniu, podł. rys. 1153, wywoła $D = + P\eta\,(y_i : r_i)$.

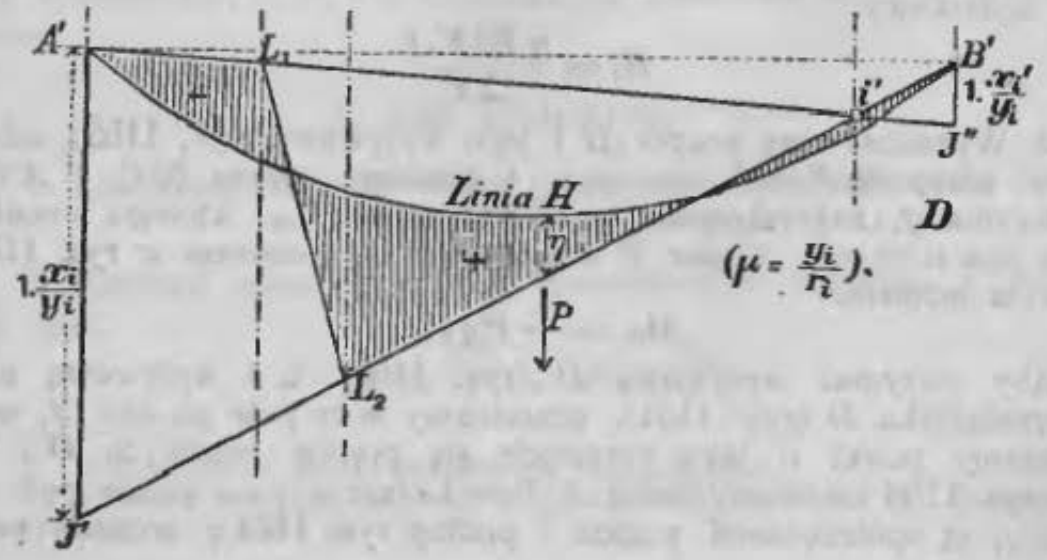
Rys. 1151.




Rys. 1152.




Rys. 1153.



Ponieważ sam zarys prętów łuku daje nam bezpośrednio wartości $x_i$, $y_i$, oraz $r_i$, więc do określenia siły w przekątniku $D$, ze znanego rozporu $H$, przydatnym może być związek:

$$D_{H=1} = 1 \cdot \frac{y_i}{r_i},$$

a następnie i związek, znamionujący wpływ odporu $A$ na siłę w $D$, mianowicie:

$$D_{A=1} = D_{H=1} \cdot \frac{x_i}{y_i} = 1 \cdot \frac{x_i}{r_i}.$$

## 2. Łuk kratowiany trójprzegubowy,

t. j. o dwóch przegubach wezgłowiowych i jednym zwornikowym.

Polem wpływowem rozporu $H$ (rys. 1154) jest zakreskowany trójkąt $ACB$ o wysokości $1 \cdot (l : 4f)$, jeśli $l$ oznacza rozpiętość, a $f$ strzałkę łuku.

Aby otrzymać **pole** wpływowe dla momentu $M_m$ we węźle $m$, wyznaczamy punkt $E$, jako przecięcie się linii $BC$ (odporu wezgłowiowego, przechodzącego przez przegub zwornikowy $C$) z prostą $Am$, następnie punkt zerowy $E'$ (rys. 1155), pionowo pod $E$, na linii zerowej $A'B'$. Odcinamy $A'J' = x_m$ i kreślimy proste $J'E'C'$, $C'B'$, $A'm'$, przyczem $C'$ leży pionowo pod $C$, a $m'$ pionowo pod $m$, obydwa zaś te punkty leżą na prostej $J'E'$. Pole zakreskowane jest polem wpływowem momentu $M_m$. Część tego pola, na lewo od $E'$, odpowiada zupełnie polu $M_m$ dla belki o rozpiętości $A'E'$, końcami swobodnie podpartej. Ze znanej wartości $M_m$ oznaczamy:

$$U_{m+1} = + \frac{M_m}{h_m \cos \gamma_{m+1}}.$$

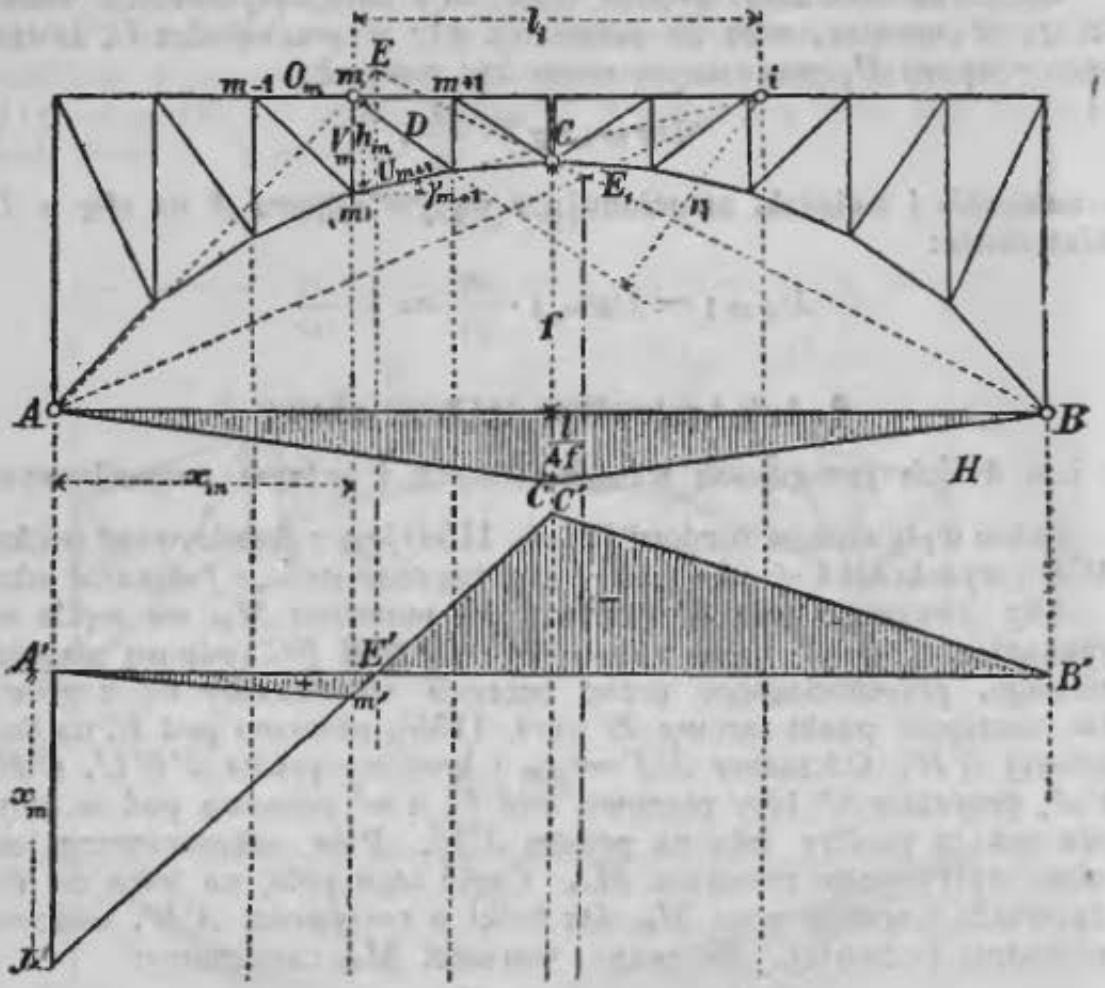
Podobnie wyznacza się pole wpływowe momentu gnącego $M_{(m)}$ dla węzła $(m)$ dolnego pasa, a pole to służy do wyznaczenia:

$$O_m = - \frac{M_{(m)}}{h_m}.$$

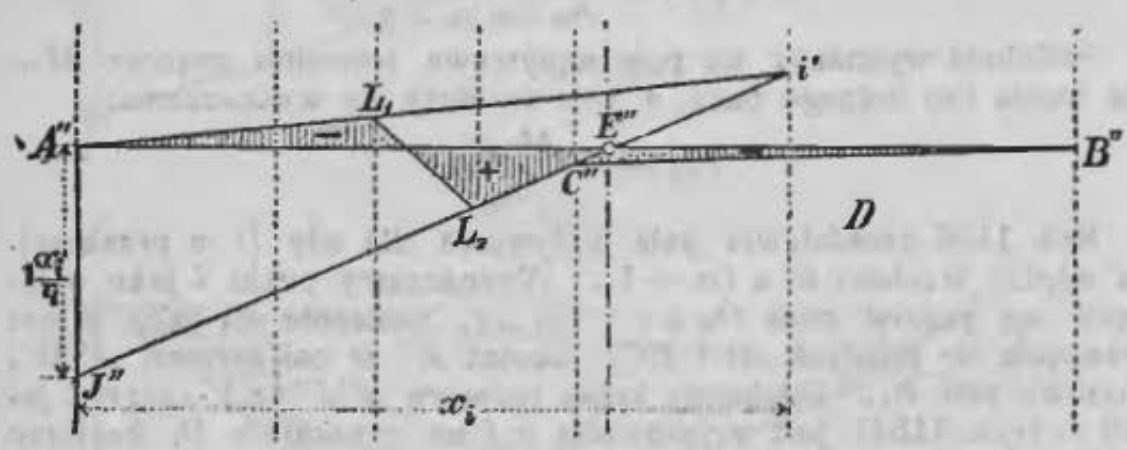
Rys. 1156 przedstawia **pole** wpływowe dla siły $D$ w przekątniku między węzłami $m$ a $(m+1)$. Wyznaczamy punkt $i$ jako przecięcie się prętów pasa $O_{m+1}$ i $U_{m+1}$, następnie $E_1$ jako punkt przecięcia się prostych $Ai$ i $BC$; jakoteż $E''$ w osi zerowej $A''B''$, pionowo pod $E_1$. Odcinamy kresę pionową $A''J'' = 1 \cdot (x_i : r_i)$, jeżeli $r_i$ (rys. 1154) jest prostopadłą z $i$ na przekątnik $D$; kreślimy $J''E''$ aż do punktu $i'$, leżącego pionowo pod $i$, oraz łączymy $i'$ z $A''$. Pionowo pod $C$ otrzymamy na $J''E''$ punkt $C''$, a pionowo pod $(m+1)$ punkt $L_2$. Podobnie pionowo pod $m$ na $A''i'$ punkt $L_1$, poczem kreślimy proste $B''C''$, oraz $L_1L_2$.

W podobny sposób otrzymujemy **pole** wpływowe siły $V_m$ (rys. 1157). Punkt $i$ oznacza w rys. 1154 przecięcie się prętów $O_m$ i $U_{m+1}$, który to punkt przy zastosowaniu prostego pasa górnego, jest równocześnie punktem przecięcia się $O_{m+1}$ i $U_{m+1}$. W rys. 1157 kresa pionowa $A''J'' = 1 \cdot (x_i : l_i)$, a $l_i$, podł. rys. 1154, jest prostopadłą z punktu $i$ na $V_m$.

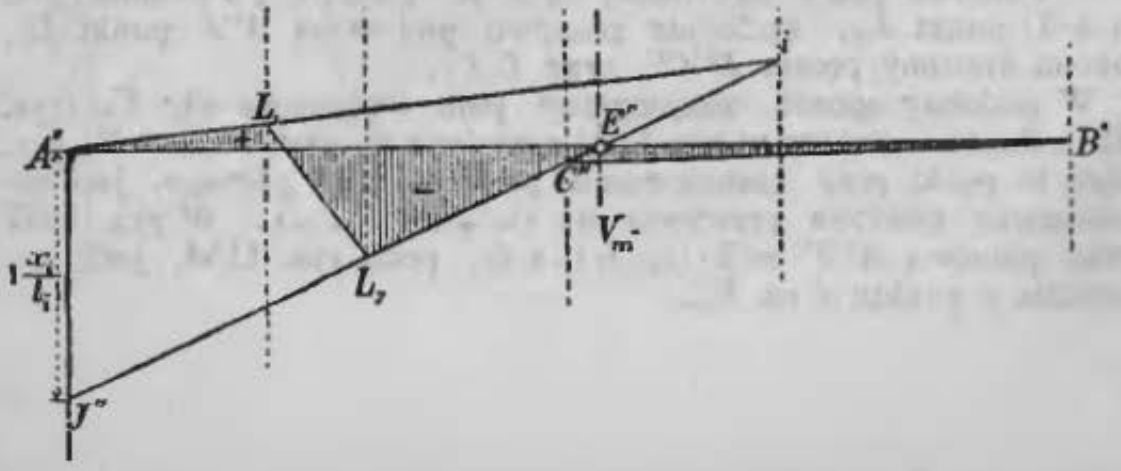
Rys. 1154 i 1155.




Rys. 1156.




Rys. 1157.



# C. Kratowie przestrzenne *).

## a. Kratowie graniastasłupowe gazieńca.

W krawędziach graniastosłupa foremnego stoją słupy, łączące się z sąsiednimi za pośrednictwem wykratowników. W pośrodku między każdą parą słupów sąsiednich przytwierdza się do wykratowników prowadnica pionowa, obecnie najczęściej z ceownika, śród którego pasów toczą się krążki prowadnicze, przytwierdzone do dzwonu z blachy żelaznej, a o postaci walca pionowego. Osie tych krążków leżą w kierunku promieni dzwonu, a więc naciski krążków na pasy prowadnic kierują się po stycznej do walca dzwonowego.

Jeżeli, zgodnie z rys. 1158 i 1159, oznaczymy przez:

$H$ całkowity napór wiatru, działający na wierzchni wieniec kratowia,

$Z_m$ siłę w $m^{ym}$ pręcie wierzchniego wieńca,

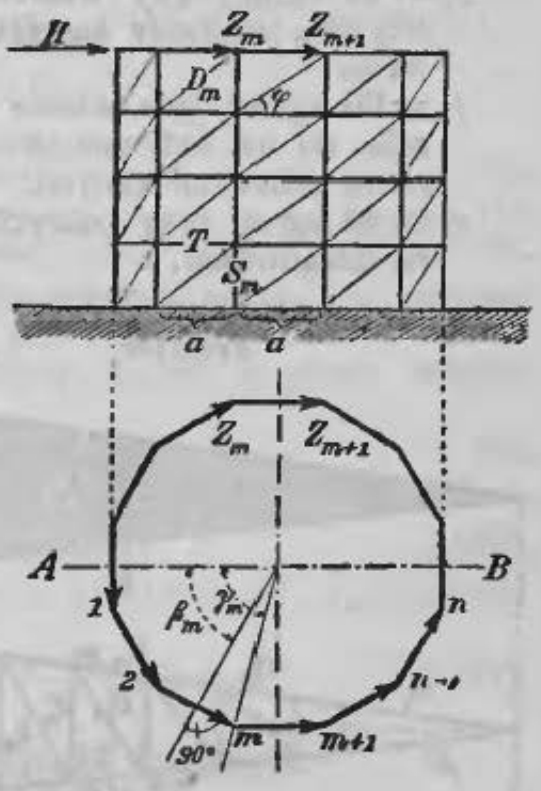
$\beta_m$ kąt, jaki tworzy prostopadła do $Z_m$ z osią symetryi $AB$,

$2n$ ilość słupów kratowia,

$\varphi$ kąt pochyłości przekątnika względem pręta wieńcowego i jeżeli założymy nadto, że sztywna czasza dzwonu przenosi cały napór $H$ na kratowie, to otrzymamy wzór:

$$Z_m = \frac{H}{n} \sin \beta_m \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1).$$

Rys. 1158 i 1159.




Siły w prętach wieńcowych ($T$) i w przekątnikach ($D$) będą liczebnie największe w ścianach równoległych do kierunku wiatru, a zatem:

$$T_{\min} = -\frac{H}{n} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

$$D_{\max} = \frac{H}{n} \sec \varphi_m \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

Stosując znakowanie, wpisane w rys. 1158 i 1159, oraz $E = \gamma_m - \beta_m$, $e$ odstęp poziomu $T$ od posady, $x$ zaś od naporu $H_1$, otrzymamy siłę $S_m$ w słupie, wywołaną przez $Z_m$ i $Z_{m+1}$, ze wzoru:

$$S_m = \frac{1}{a} [Z_{m+1} \cdot x - Z_m (x + e)],$$

a po podstawieniu wartości na $Z$ i po uporządkowaniu:

*) Zeitschr. d. Ver. d. Ing. 1898, Müller-Breslau, Przyczynek do teoryi dachów kopułowych i wieżowych.

$$S_m = \frac{H}{n \cdot r}\left[-\left(x+\frac{e}{2}\right)\cos\gamma_m - \frac{e}{2}\operatorname{ctg}\varepsilon\sin\gamma_m\right].$$

Siła ta staje się największą, gdy dopełnimy warunku:

$$-\left(x+\frac{e}{2}\right)\sin\gamma_m - \frac{e}{2}\operatorname{ctg}\varepsilon\cos\gamma_m = 0,$$

a więc gdy:

$$\operatorname{tg}\gamma_m = -\frac{e}{2x+e}\operatorname{ctg}\varepsilon;$$

największy nacisk w słupie będzie zatem:

$$-S_m = \frac{H}{n\,r}\left(x+\frac{e}{2}\right)\sqrt{1+\left(\frac{e}{2x+e}\right)^2\operatorname{ctg}^2\varepsilon} \quad . \quad . \quad . \quad (4).$$

## b. Dachy wieżowe.

### 1. Część ogólna.

#### a. Wpływ wagi własnej.

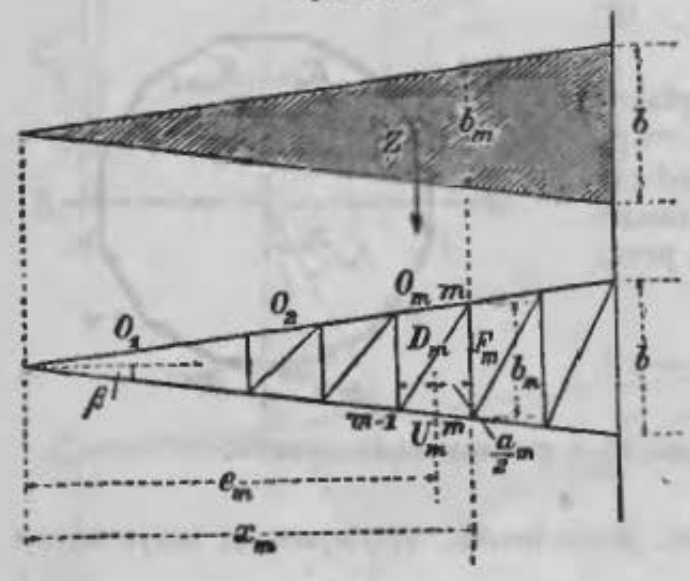
Założymy, że waga własna całego kratowia dachowego rozkłada się równomiernie na całą powierzchnię połaci dachowej, i oznaczymy wagę tę na 1 m² połaci przez $\gamma_1$, a wagę kryćby na 1 m² przez $\gamma_2$. Wagi te można liczyć średnio:

$\gamma_1 = 45$ kg/m², gdy wieńce są mniej sztywne, a schody zastąpione drabinami,

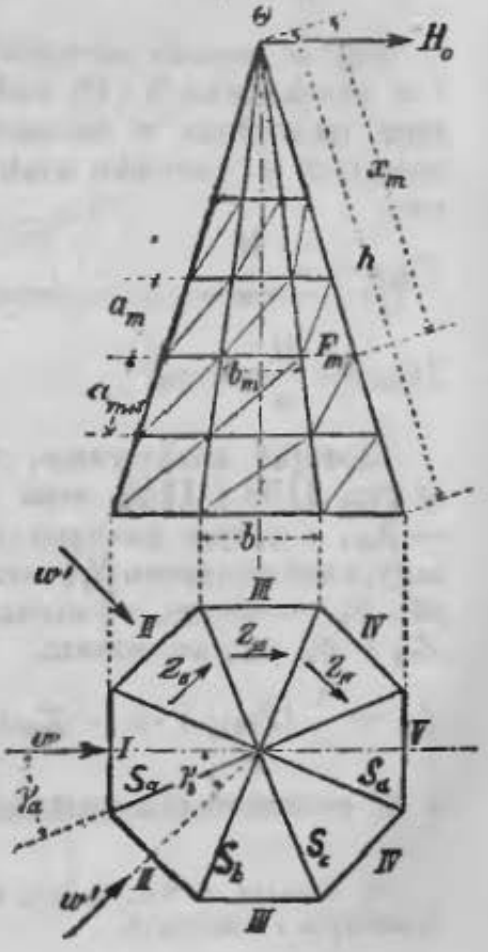
$\gamma_1 = 60$ kg/m², gdy wieńce wykształcają się na sztywne stropy, połączone schodami stałymi,

$\gamma_2 = 40$ kg/m² przy pokryciu miedzią na deskowaniu,

Rys. 1160.



Rys. 1161.



$\gamma_2 = 80$ kg/m² przy pokryciu łupkiem na deskowaniu.

Jeżeli następnie oznaczymy przez $h$ wysokość trójkąta połaci dachowej, a przez $b$ jej dolną szerokość, to, zakładając układ ośmiokątny w planie (rys. 1161), otrzymamy wagę wierzchniego kawałka dachu, aż do $mg^0$ wieńca (przy pochyłej wysokości $x_m$ przynależnych kawałków połaci, mierzonej od wierzchołka), ze wzoru:

$$G_m = 4\,(\gamma_1 + \gamma_2)\,\frac{b}{h}\,x^2_m\,.$$

Waga ta wywołuje w najniższym przekroju $mg^0$ pola w przybliżeniu nacisk w krawężniku:

$$S_m = -\,{}^1/_8\,G_m \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5).$$

### β. Wpływ parcia wiatru.

Zakładamy, że parcie wiatru działa poziomo, a oznaczymy to parcie na jednostkę powierzchni w połaci I (rys. 1161) przez $\omega$ w kg, a w połaci II przez $\omega' = \frac{\omega}{2}$ kg.

Największe parcie wiatru bywa u nas 150 do 250 kg/m², w zależności od położenia budynku.

Kratowie brogowate obliczamy, uważając połacie trójkątne za belki obciążone równomiernie, a osadzone w dolnym końcu.

Oznaczając przez $z$ obciążenie, przypadające na jednostkę powierzchni, i zatrzymując znakowania rys. 1160 i 1161, otrzymamy: obciążenie całkowite belki:

$$Z = {}^1/_2\,z\,b\,h,$$

a siły w prętach:

$$O_m = +\,{}^1/_6\,z\,x^2_{m-1} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6),$$

$$U_m = -\,{}^1/_6\,z\,x^2_m \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7),$$

$$D_m = +\,{}^1/_3\,z\,e_m\,d_m \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8).$$

Wzory te zatrzymują swą ważność bez względu na to, czy obciążenie działa na pas górny, czy też na pas dolny.

Jeżeli obciążenie działa na pas górny, to siła w pręcie wieńcowym będzie:

$$F'_m = -\,{}^1/_3\,z\,e_{m+1}\,b_{m+1} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9),$$

a jeżeli na pas dolny, to:

$$F_m = -\,{}^1/_3\,z\,e_m\,b_{m-1} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (10).$$

Wreszcie, jeżeli w pasie górnym działa obciążenie $z_0$, a jednocześnie w dolnym obciążenie $z_u$, to:

$$F_m = -\,{}^1/_3\,(z_0\,e_{m+1}\,b_{m+1} - z_u\,e_m\,b_{m-1}) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (11).$$

## 2. Dachy wieżowe, o wieńcach sztywnych.

(Por. rys. 1161).

Obliczenie przeprowadzimy w założeniu, że każdy poziomy wieniec dachu jest tak sztywny, iż można zaniedbać jego odkształcenie, a więc iż jest on, np. pełnym, sztywnym stropem.

Jeżeli przez $z$ oznaczymy obciążenie połaci III, wynikające z parcia wiatru na cały dach, to takież obciążenie połaci II i IV będzie:

$$z' = z \sin 45^0 \quad \ldots \quad (12),$$

a ponieważ nadto:

$$z + 2z' \sin 45^0 = \frac{\omega}{2} + \omega' \sin 45^0, \quad \text{więc}$$

$$\left.\begin{aligned} z &= 0{,}4268\,\omega \\ z' &= 0{,}3018\,\omega \end{aligned}\right\} \quad \ldots \quad (13).$$

Obliczenia powyższe dają dobre wyniki jedynie wtenczas, gdy wszystkie wieńce są dostatecznie sztywne (np. wypełnione stropami), aby je módz uważać za płyty istotnie sztywne, w przeciwnym razie należy stosować sposób obliczenia, podany poniżej pod **3.**

Największe siły w przekątnikach powstają w połaciach III, a otrzymamy je podług wzoru (8), po podstawieniu wartości na $z$, a więc:

$$D_m = 0{,}142\,\omega e_m d_m \quad \ldots \quad (14).$$

Największe siły w krawężnikach (krokwiach) pojawią się między połacią I i II, wzgl. między IV i V. Podstawiając we wzory (6) i (7) wartość $z' = 0{,}3018\,\omega$, otrzymamy siły te, a mianowicie:

$$S_{max} = +\,0{,}05\,\omega x^2_{m-1} \quad \ldots \quad (15)$$

$$S_{min} = -\,0{,}05\,\omega x^2_m \quad \ldots \quad (16).$$

Ten sam wynik otrzymamy, jeżeli przeprowadzimy obliczenie w ten sposób, że cały ostrosłup uważać będziemy za jedną belkę, dolnym końcem osadzoną *). Przy takiem założeniu w odległości $x_m$ od wierzchołka otrzymamy największą siłę w krawężniku:

$$S_m = \pm\,0{,}05\,\omega x^2_m \quad \ldots \quad (17).$$

Do sił powyższych należy dodać siły, powstające pod wpływem wagi własnej dachu (podane pod $\alpha$), oraz pod wpływem parcia wiatru na nasadę śpica wieżowego.

### 3. Dachy wieżowe, o wieńcach nieusztywnionych.

W celu obliczenia $D_{max}$ i $F'_{max}$ pomyślmy sobie, iż w rys. 1161 usunęliśmy zupełnie połać V i dwie połacie IV, i że pozostałe połacie, uważane za belki, dołem osadzone, podlegają obciążeniom $z_0$ w pasach górnych, a $z_u$ w dolnych. Natenczas otrzymamy poniższe wartości tych obciążeń:

w połaci I: $z_0 = {}^1/_2\,\omega + {}^1/_2\,\omega' \sqrt{2} = {}^1/_2\,\omega + {}^1/_4\,\omega \sqrt{2} = z_u$ . (18),

„ II: $z_0 = {}^1/_2\,\omega \sqrt{2} + {}^1/_2\,\omega' = {}^1/_2\,\omega \sqrt{2} + {}^1/_4\,\omega$

$z_u = {}^1/_2\,\omega' = {}^1/_4\,\omega$, a zatem

$$z_{II} = z_0 - z_u = {}^1/_2\,\omega \sqrt{2} \quad \ldots \quad (19),$$

*) Breymann, Baukonstruktionslehre, T. 3.

w połaci III: $z_0 = {}^1/_2\,\omega'\sqrt{2} = {}^1/_4\,\omega\sqrt{2}$,

$z_u = 0$, a zatem

$$z_{III} = {}^1/_2\,\omega'\sqrt{2} = {}^1/_4\,\omega\sqrt{2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (20).$$

Połać I nie działa jako belka: całe parcie wiatru znoszą zatem połacie II i III, z których bardziej obciążoną jest połać II. Wprowadzając wartość tego obciążenia: $z_{II} = {}^1/_2\,\omega\sqrt{2}$ we wzór (8), otrzymamy:

$$D_m = {}^1/_6\,\omega\, e_m d_m\sqrt{2}, \text{ czyli}$$

$$D_m = \sim 0{,}232\,\omega\, e_m d_m \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (21).$$

Podstawiając podobnie we wzór (11) wartości $z_0$ i $z_u$, podane powyżej dla połaci II, otrzymamy:

$$F_m = -\,{}^1/_3\,\omega\,[({}^1/_2\sqrt{2} + {}^1/_4)\,e_{m+1}\,b_{m+1} - {}^1/_4\,e_m b_{m-1}], \text{ czyli}$$

$$F_m = \sim -\,0{,}08\,\omega\,(4\,e_{m+1}\,b_{m+1} - e_m\,b_{m-1}) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (22).$$

W sposób podobny, przez wprowadzenie właściwych podstawień zamiast wartości $z$ we wzory (6) i (7), otrzymamy siły $S_a$, $S_b$ i $S_c$ (p. rys. 1161), działające w krawężnikach, a mianowicie:

$$\left.\begin{aligned} S_{am} &= +\frac{\omega\sqrt{2}}{12}\,x^2_{m-1} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \text{(a)},\\ S_{bm} &= -\frac{\omega\sqrt{2}}{12}\,(x^2_m - {}^1/_2\,x^2_{m-1}) \quad . \quad \text{(b)},\\ S_{cm} &= -\frac{\omega\sqrt{2}}{12}\,\frac{x^2_m}{2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \text{(c)}, \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (23).$$

Największa i najmniejsza siła w krawężniku będzie zatem:

$$S_{m\,max} = +\frac{\omega\sqrt{2}}{12}\,x^2_{m-1} = +\,0{,}118\,\omega\,x^2_{m-1} \text{ (podł. wzoru a)},$$

$$S_{m\,min} = -\frac{\omega\sqrt{2}}{24}\,x^2_m = -\,0{,}059\,\omega\,x^2_m \text{ (podług wzoru c)},$$

lecz tylko gdy $x_m > \beta h$, dla mniejszych bowiem wartości $x_m$ otrzymamy siłę najmniejszą podług wzoru (b), np. dla najwyższego pola, w którem $x_{m-1} = 0$, będzie:

$$S'_{1\,min} = -\frac{\omega\sqrt{2}}{12}\,x_1^2 = -\,0{,}118\,\omega\,x_1^2,$$

a więc liczebnie dwa razy większa niż podług wzoru (c). Wartość ułamka $\beta$, określającego granicę, przy której wzory (b) i (c) dałyby jednakowe wyniki na siły najmniejsze, zależy od rozstawienia wieńców, czyli od podziału połaci na pola, zazwyczaj wartość ta bywa nieco mniejsza od 0,5.

Jeżeli zadawalamy się tymi wynikami, zaniedbującymi spółdziałanie połaci IV i V, możemy w zamian stosować wyższe naprężenia bezpieczne, np. 1600 kg/cm² dla żelaza.

Możemy jednak obliczać dachy te dokładniej, wprowadzając do otrzymanych powyżej wyników pewne poprawki, uwzględniające owo spółdziałanie połaci IV i V. W tym celu oznaczymy przez $A_0$ i $A_u$ przekroje krawężnika (krokwi) w najwyższem i najniższem polu, t. j. dla $x = 0$ i $x = h$, przez $\mu$ zaś ilość określoną wzorem:

$$\mu = \left(\frac{A_0}{A_u - A_0}\right)^2 + \frac{0{,}5 - \frac{A_0}{A_u - A_0}}{\ln \frac{A_u}{A_0}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (24),$$

a otrzymamy wzory powyższe z pożądanemi poprawkami:

$$\left.\begin{array}{lll} (a): & S_m = + \frac{\omega\sqrt{2}}{12} x^2_{m-1} & - 0{,}0676\,\omega h^2 \mu \\ (b): & S_m = - \frac{\omega\sqrt{2}}{12} (x^2_m - {}^1/_2 x^2_m - 1) & + 0{,}0897\,\omega h^2 \mu \\ (c): & S_m = - \frac{\omega\sqrt{2}}{12} {}^1/_2 x^2_m & + 0{,}0381\,\omega h^2 \mu \\ (d): & S_m = 0 & - 0{,}0503\,\omega h^2 \mu \end{array}\right\} \quad . \quad (25),$$

W ogólności można liczyć wartość $\mu = {}^1/_4$ do ${}^1/_5$. Dla $\mu = {}^1/_4$ wypada $A_u = 3\,A_0$.

Z wzorów powyższych otrzymamy siły działające na poduszkę krawężnika (krokwi), licząc, że $x_m = h = x_{m-1}$, a zakładając nadto $\mu = {}^1/_4$, otrzymamy podług wzorów (25):

$$S_{max} = 0{,}10\,\omega h^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (26),$$

$$S_{min} = - 0{,}05\,\omega h^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (27);$$

wzór (26) daje nam największą siłę ciągnącą w przyciągach, a wzór (27) największy nacisk na poduszkę.

Ponieważ w zastosowaniu pręty pierścieniowe spaja się sztywnemi złączeniami na nity, więc założenie powyższe o wieńcach, złożonych z prętów, któreby się przyłączały zupełnie przegubowo, nie jest zgodne z rzeczywistością. Lepiej zatem będzie nie uwzględniać owych poprawek, wynikających ze statycznej niewyznaczalności ustroju, lecz jak już wspomniano, stosować prostsze wzory (23) i większe naprężenia bezpieczne.

## c. Kopuły kratowiane.

### Obliczenie na ciężary pionowe *).

Kratowie kopuliste składa się w zasadzie z trzech rodzajów prętów, t. j. krokwi, wieńców i przekątników. W kierunku południków leżą **krokwie**, a w kierunku równoleżników **wieńce**; dwa te rodzaje

*) J. W. Schwedler: Die Konstruktion der Kuppeldächer (11 tabl. z opisem), 2 wydanie; Berlin, Wilh. Ernst & Sohn. — Obliczenie na siły **pochyłe** (parcie wiatru), Müller-Breslau, w Centralbl. d. Bauverw. 1891 i 1892, jakoteż w Zeitschr. d. Verein d. Ing. 1898.

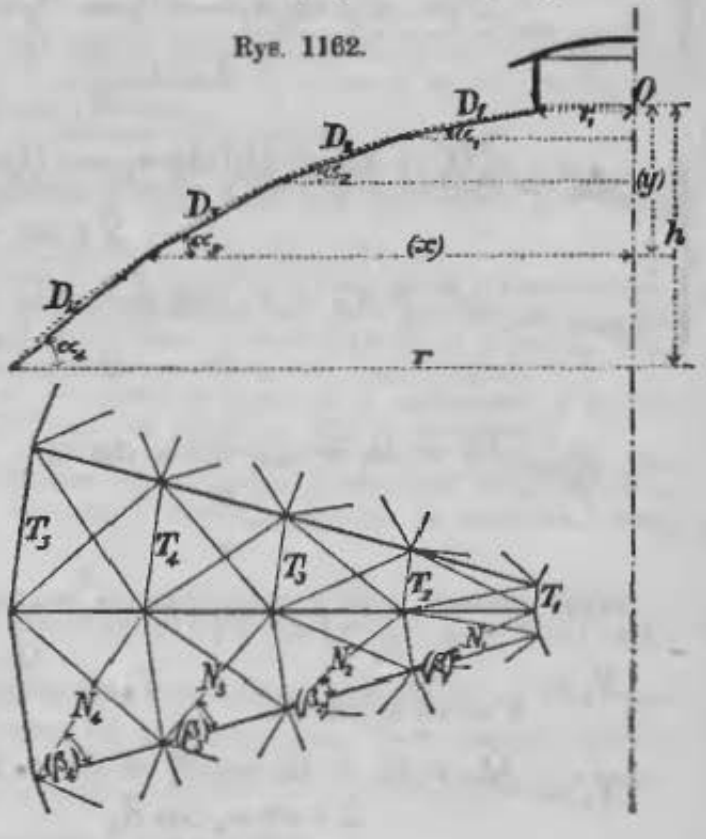
prętów, przecinając się ze sobą, wytwarzają pola trapezowate, a w każdem takiem polu krzyżują się ze sobą dwa **przekątniki.**

Gdyby obciążenie kopuły foremnej było ze wszech miar symetryczne, przekątniki byłyby teoretycznie zbyteczne. Ponieważ jednak obciążenia bywają niesymetryczne, więc owe pola trapezowate mogłyby zmienić swą postać pod wpływem takich obciążeń, a przekątniki mają właśnie zapobiedz zmianom postaci tych trapezów.

**Nacisk w krokwiach** będzie największy, gdy na kopułę działa obciążenie **całkowite.**

**Siła ciągnąca we wieńcu** będzie największa, gdy obciążymy całkowicie całą część kopuły wśród wieńca leżącą, nieobciążając części pozostałej, i tego pasa kopuły, którego obciążenie przenosi się wprost na ów wieniec. Przy odwrotnem rozłożeniu obciążenia, otrzymamy we wieńcu najmniejszą siłę ciągnącą, względnie największy w niej nacisk.

Rys. 1162.




Niechaj w ustroju kopuły, przedstawionej w rys. 1162 oznacza:

$n$ ilość krokwi,

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ kąty pochyłości prętów krokwi, względem poziomu,

$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ kąty, zawarte między przekątnikiem a prętem krokwiowym,

$P_1, P_2, P_3, P_4$ wagi własne całych pasów kopuły, przyczem $P_1$ liczono wraz z ciężarem naddasza (latarni),

$Q_1, Q_2, Q_3, Q_4$ obciążenia całkowite tychże pasów, wraz z ich wagą własną,

$D_1, D_2, D_3, D_4$ naciski w prętach krokwi,

$T_1, T_2, T_3, T_4, T_5$ siły w prętach wieńcowych,

$N_1, N_2, N_3, N_4$ siły w przekątnikach,

a będzie:

$$D_1 = \frac{Q_1}{n \sin \alpha_1}; \qquad D_3 = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3}{n \sin \alpha_3};$$

$$D_2 = \frac{Q_1 + Q_2}{n \sin \alpha_2}; \qquad D_4 = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4}{n \sin \alpha_4}.$$

$$T_1 = -\frac{Q_1 \operatorname{ctg} \alpha_1}{2n \sin \frac{\pi}{n}} = -\frac{D_1 \cos \alpha_1}{2 \sin \frac{\pi}{n}}$$ **(wieniec naddasza).**

$$\begin{cases} T_{2\max} = \dfrac{Q_1 \operatorname{ctg}\alpha_1 - (Q_1 + P_2)\operatorname{ctg}\alpha_2}{2n\sin\dfrac{\pi}{n}}; \\ T_{2\min} = \dfrac{P_1 \operatorname{ctg}\alpha_1 - (P_1 + Q_2)\operatorname{ctg}\alpha_2}{2n\sin\dfrac{\pi}{n}}. \end{cases}$$

$$\begin{cases} T_{3\max} = \dfrac{(Q_1 + Q_2)\operatorname{ctg}\alpha_2 - (Q_1 + Q_2 + P_3)\operatorname{ctg}\alpha_3}{2n\sin\dfrac{\pi}{n}}; \\ T_{3\min} = \dfrac{(P_1 + P_2)\operatorname{ctg}\alpha_2 - (P_1 + P_2 + Q_3)\operatorname{ctg}\alpha_3}{2n\sin\dfrac{\pi}{n}}. \end{cases}$$

$$\begin{cases} T_{4\max} = \dfrac{(Q_1 + Q_2 + Q_3)\operatorname{ctg}\alpha_3 - (Q_1 + Q_2 + Q_3 + P_4)\operatorname{ctg}\alpha_4}{2n\sin\dfrac{\pi}{n}}; \\ T_{4\min} = \dfrac{(P_1 + P_2 + P_3)\operatorname{ctg}\alpha_3 - (P_1 + P_2 + P_3 + Q_4)\operatorname{ctg}\alpha_4}{2n\sin\dfrac{\pi}{n}}. \end{cases}$$

$$T_5 = \frac{(Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4)\operatorname{ctg}\alpha_4}{2n\sin\dfrac{\pi}{n}} = \frac{D_4\cos\alpha_4}{2\sin\dfrac{\pi}{n}}$$ **(wieniec podstawowy).**

Nadto mamy wzory przybliżenie ważne:

$$N_1 = \frac{Q_1 - P_1}{2n\sin\alpha_1\cos\beta_1}; \qquad N_2 = \frac{Q_1 + Q_2 - (P_1 + P_2)}{2n\sin\alpha_2\cos\beta_2};$$

$$N_3 = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 - (P_1 + P_2 + P_3)}{2n\sin\alpha_3\cos\beta_3};$$

$$N_4 = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 - (P_1 + P_2 + P_3 + P_4)}{2n\sin\alpha_4\cos\beta_4}.$$

We wzorach powyższych dodatne wyniki $T$ i $N$ będą siłami rozciągającemi, a odjemne ściskającemi.

Jeżeli **krokwie** mają podlegać jednakowym naciskom na całej swej rozciągłości, to należy dopełnić warunku:

$$D_1 = D_2 = D_3 = D_4 = D,$$

a w tym celu należy krokwiom nadać kształt właściwy, określony kątami pochylenia $\alpha$, podług wzorów:

$$\sin\alpha_1 = \frac{Q_1}{nD}; \qquad \sin\alpha_3 = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3}{nD};$$

$$\sin\alpha_2 = \frac{Q_1 + Q_2}{nD}; \qquad \sin\alpha_4 = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4}{nD}.$$

Jeżeli **średnia wartość sił we wieńcach** ma się równać **zeru**, to należy dopełnić warunku:

$$T_{max} + T_{min} = 0,$$

z którego wynikają **kąty pochyłości** prętów krokwiowych, np.:

$$\operatorname{ctg} \alpha_2 = \operatorname{ctg} \alpha_1 \frac{P_1 + Q_1}{P_1 + Q_1 + P_2 + Q_2} \text{ i t. d.}$$

W obydwóch przypadkach obliczamy kąt pochyłości pręta następnego z kąta pochyłości pręta poprzedniego. Założywszy zatem jeden z tych kątów, możemy oznaczyć kształt całej kopuły, przystosowujący się do jednego z powyższych dwóch warunków.

Pozatem wypada jeszcze sprawdzić wytrzymałość krokwi na gięcie.

**Uwaga.** W obliczeniach kopuł o rozpiętościach 32 m do 44 m, nad berlińskimi gazieńcami (budynkami na zbiorniki gazu) liczono:

wagę własną 70 kg/m², a obciążenie przypadkowe 100 kg/m².

Ustroje te mają po 4 do 5 wieńcy, a po 24 krokwi; wieńce są zatem dwudziestoczterokątami; na kratowiu tem spoczywają płatwy, a na nich deskowanie pod tekturą smołowcową.

Strzałka $h$ równa się $^1/_8$ do $^1/_6$ rozpiętości $2r$ (p. rys. 1162).

Przekroje tych kopuł są parabolą trzeciego stopnia, której równanie, odniesione do jej wierzchołka jako początku osi spółrzędnych, jest: $y = (x^3 : r^3) h$ (p. rys. 1162). Do środkowej części kopuł zastosowano jednak parabolę zwykłą, która w punktach przejściowych ma spólną styczną z parabolą trzeciego stopnia.

Nowsze kopuły w Schmargendorf pod Berlinem mają 60 m rozpiętości, a 36 krokwi; kopuła zaś nad gazieńcem w Erdbergu pod Wiedniem 64,5 m rozpiętości.

Kopuła nad tunem w Berlinie, przy rozpiętości 35,65 m, ma 23 m strzałki, mierzonej od wieńca podstawowego do wieńca wierzchniego, a wysokość całkowitą 60 m, mierzoną od wieńca podstawowego do szczytu krzyża, stojącego na naddaszu. Waga własna (bez naddasza) 90,5 kg na 1 m² planu.

## D. Wzory przybliżone na niektóre ustroje drewniane.

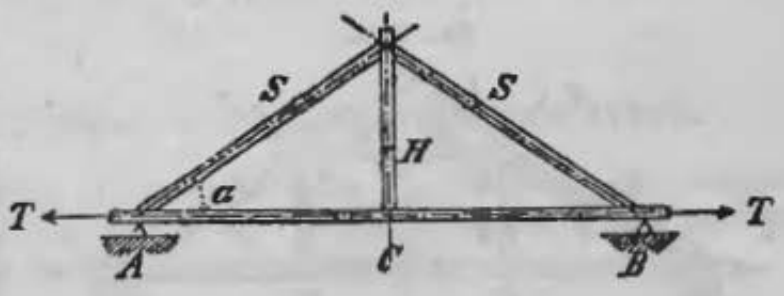
Wzorami poniższymi określamy tylko siły **poosiowe** w poszczególnych prętach ustroju, wywołane obciążeniem, bez uwzględnienia naprężeń ubocznych, wynikających z odkształcania się całego ustroju.

### 1. Wieszary i rozpornice.

(p. str. 192).

1. **Wieszar jednostorczykowy** (rys. 1163). Zakładamy, że ściągnicę $AB$ obciążamy równomiernem obciążeniem $Q$, że końce jej spoczywają swobodnie (nie są osadzone), i że storczyk połowi jej rozpiętość w punkcie $C$, a natenczas ważne będą wzory:

Rys. 1163.

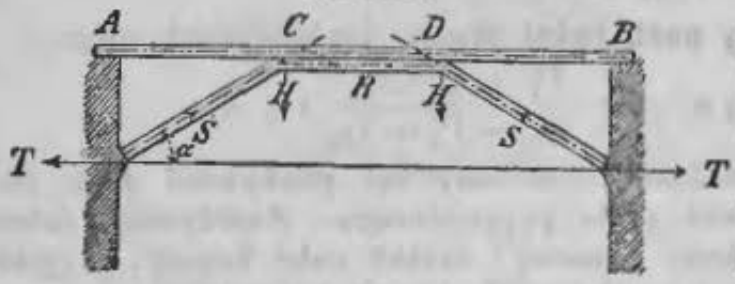



$$H = + \frac{5}{8} Q;$$

$$S = - \frac{5}{16} \frac{Q}{\sin \alpha}; \qquad T = + \frac{5}{16} \frac{Q}{\operatorname{tg} \alpha}.$$

Gdy obciążenie $Q$, równomiernie rozłożone na $AB$, zastąpimy ciężarem $P$, skupionym pod storczykiem, natenczas we wzory powyższe należy wprowadzić $P$ zamiast $^1/_8\ Q$:

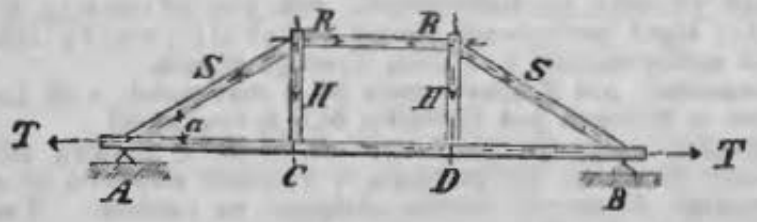
Rys. 1164.




2. **Rozpornica zwykła.** Jeżeli w rys. 1164, przedstawiającym rozpornicę z rozporą, doprowadzimy rozporę do zaniku, a więc długość jej do zera, to łby $C$ i $D$ zastrzałów zetkną się ze sobą bezpośrednio, a prostszy taki ustrój zwiemy rozpornicą zwykłą. Stosują się do niej wzory, podane powyżej pod 1. dla wieszarów jednostorczykowych.

3. **Wieszar dwustorczykowy** (rys. 1165). Zakładając znów, że obciążenie $Q$ jest równomiernie rozłożone na ściągnicy $AB$, jako też że $AC = CD = DB$, otrzymamy:

Rys. 1165.




$$H = +\frac{11}{30}\,Q;$$

$$S = -\frac{11}{30}\,\frac{Q}{\sin\alpha};$$

$$R = -T = -\frac{11}{30}\,\frac{Q}{\operatorname{tg}\alpha}.$$

Gdy obciążenie $Q$, równomiernie rozłożone na ściągnicy $AB$, zastąpimy dwoma ciężarami $^1/_2\ P$, skupionymi pod storczykami, natenczas we wzorach powyższych zamiast wartości $^{11}/_{30}\ Q$ należy podstawić $^1/_2\ P$.

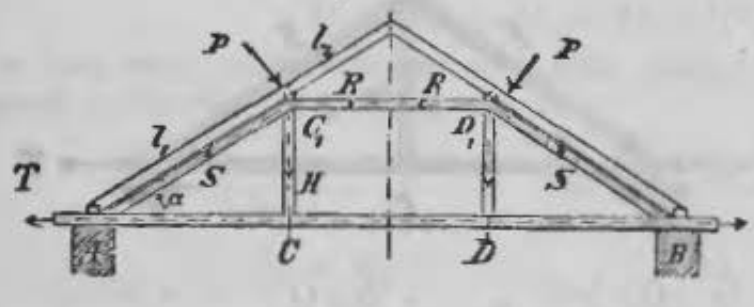
Gdy obciążamy wieszar taki niesymetrycznie, wypada usztywnić środkowe jego pole prostokątne przez dodanie przekątników, a ustrój tak obciążony obliczać sposobem podanym na str. 684 i n.

4. **Rozpornica z rozporą** (rys. 1164) oblicza się podług wzorów, podanych powyżej pod 3. dla wieszara dwustorczykowego.

## 2. Dach płatwowy.

Jeżeli założymy, że, oprócz obciążenia $Q$, rozłożonego równomiernie na ściągnicę $AB$, działają jeszcze w punktach $C_1$ i $D_1$ (rys. 1166) dwie siły $P$, skierowane prostopadle do powierzchni dachu, a przedstawiające nacisk płatew, które obciążenia krokwi przenoszą na te punkty, to siły w prętach wieszara otrzymamy ze wzorów:

Rys. 1166.



$$H = +\frac{11}{30} Q; \quad S = -\frac{1}{\sin\alpha}\left(\frac{11}{30} Q + P\cos\alpha\right);$$

$$R = -T = -\frac{1}{\sin\alpha}\left(\frac{11}{30} Q\cos\alpha + P\right).$$

Krokwie należy liczyć jako belki ciągłe, dwuprzęsłowe, o rozpiętościach $l_1$ i $l_2$, a równomiernie obciążone. Jeżeli nadto założymy, że na $n$ krokwi, obciążających daną połówkę wieszara, przypada w ich przęsłach $l_1$ całkowite obciążenie $P_1$, czyli na każdą krokiew $P_1 : n$, a w ich przęsłach $l_2$ obciążenie całkowite $P_2$, czyli na każdą krokiew $P_2 : n$, to siłę $P$ otrzymamy ze wzoru:

$$P = \frac{P_1 l_1 (4 l_2 + l_1) + P_2 l_2 (4 l_1 + l_2)}{8 l_1 l_2}.$$

Natomiast gdy $Q_s$ oznacza obciążenie równomierne całej połówki wiązara dachowego, które działa prostopadle na powierzchnię dachu i gdy $l_1 = l_2$, natenczas będzie $P = {}^5/_8\, Q_s$.

Jeżeli ciężary $P$ (rys. 1166) działają nie prostopadle do powierzchni dachu, lecz pionowo, a więc równolegle do osi storczyków, to siły w prętach będą:

$$H = +\frac{11}{30} Q; \qquad S = -\frac{1}{\sin\alpha}\left(\frac{11}{30} Q + P\right); \qquad R = -T = -\frac{1}{\operatorname{tg}\alpha}\left(\frac{11}{30} Q + P\right).$$

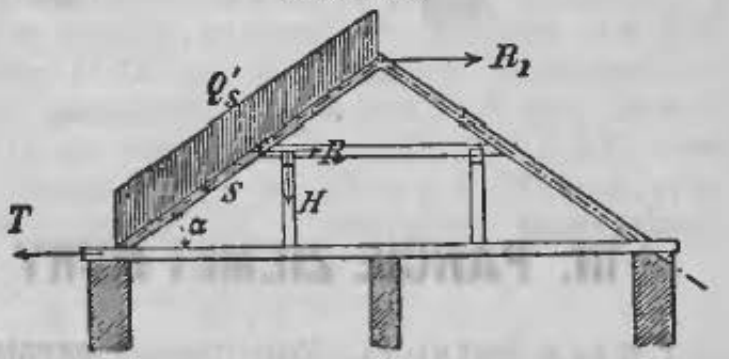
### 3. Dach jętkowy (p. str. 170).

Jeżeli przez $Q'_s$ (rys. 1167) oznaczymy pionowe obciążenie połówki wiązara, to siły, w nim działające, będą:

$$R_1 = -\frac{3}{16}\frac{Q'_s}{\operatorname{tg}\alpha};$$

$$R = -\frac{5}{16} Q'_s \sin 2\alpha;$$

Rys. 1167.




$$H = +\frac{5}{8} Q'_s \cos^2\alpha; \qquad S = -\frac{1}{16}\frac{Q'_s}{\sin\alpha}(3 + 10\sin^2\alpha);$$

$$T = +\frac{1}{16}\frac{Q'_s}{\operatorname{tg}\alpha}(3 + 10\sin^2\alpha).$$

### 4. Wiązary dachowe, o wieszarze trójstorczykowym.

Wskutek obciążenia $Q$, równomiernie rozłożonego na ściągnicy (rys. 1168), i obciążenia $Q_s$ połówki wiązara, działających prostopadle na powierzchnię dachu, pojawiają się siły:

$$H_1 = +\frac{13}{56} Q; \qquad H_2 = +\frac{2}{7} Q;$$

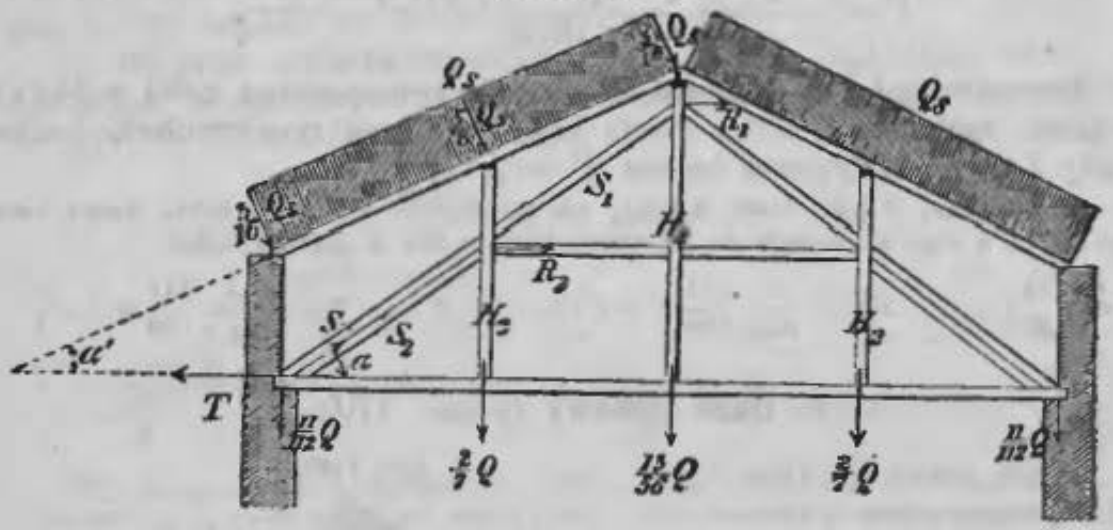
$$S_1 = -\frac{1}{112\sin\alpha}(21\,Q_s\cos\alpha' + 13\,Q);\quad S_2 = -\frac{1}{56\sin\alpha}(35\,Q_s\cos\alpha' + 16\,Q);$$

$$R_2 = -\frac{1}{56\,\mathrm{tg}\,\alpha}(35\,Q_s\cos\alpha' + 16\,Q);$$

$$S = S_1 + S_2 = -\frac{1}{112\sin\alpha}(91\,Q_s\cos\alpha' + 45\,Q);$$

$$T = +\frac{1}{112\,\mathrm{tg}\,\alpha}(91\,Q_s\cos\alpha' + 45\,Q).$$

Rys. 1168.




# III. PARCIE ZIEMI I MURY WSPORCZE.

Uwaga wstępna. Rozróżniamy **parcie ziemi czynne i bierne.** Ziemia prze na daną powierzchnię muru wsporczego czynnie, gdy jej napór ma dążność do wywrócenia tegoż muru. Bierne parcie ziemi występuje natomiast, gdy ziemia **odpiera** napór na nią wywierany, np. od rozporu sklepienia pochodzący. Siłę, wynikającą z czynnego parcia ziemi, zwiemy **naporem ziemi,** a wynikającą z jej parcia biernego **odporem ziemi.** Odpór ziemi jest zawsze większy od jej naporu, a tylko w cieczach doskonałych napór i odpór są nawzajem sobie równe.

## a. Wielkość naporu ziemi.

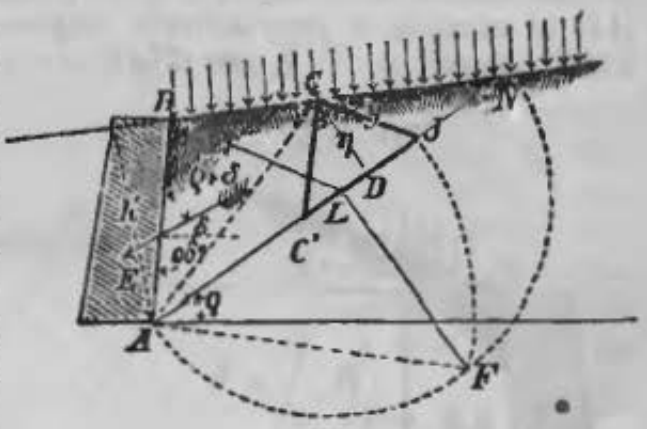
Założenia: 1) wytwarzanie się powierzchni osuwowej; 2) uwzględnienie tarcia między powierzchnią muru a ziemią; 3) zaniedbanie wpływu spoistości ziemi.

Oznaczać będziemy przez (rys. 1169):

$E$ napór ziemi na mur wsporczy długości 1 m, w t/m,
$p$ obciążenie naziomu, liczone na jego rzut poziomy, w t/m²,
$\gamma_e$ ciężkość właściwą ziemi, w t/m³,
$\varrho$ kąt zesypu danego rodzaju ziemi,
$\delta$ kąt, wytworzony przez napór $E$ z prostopadłą do tylnej powierzchni $AB$ muru; ($\delta$ jest zatem tak zwanym kątem tarcia).

**Naporem ziemi** (czynnym) zwać będziemy ten jej największy napór, jakiby ziemia **wywierała** w chwili rozpoczynającego się swego osuwu, a więc w chwili, gdy ma już dążność przejścia ze stanu równowagi w stan ruchu. Podobnie **odporem ziemi** zwać będziemy ten największy napór, jaki ziemia **znieść jeszcze może**, nie wychodząc ze stanu równowagi, a więc bez usuwania się. Dla naporu liczymy zatem kąt tarcia $\delta$ ku górze, dla odporu zaś ku dołowi od prostopadłej na tylną powierzchnię muru; zawsze bowiem musimy liczyć tarcie w kierunku odwrotnym względnie do dążności mogącego pojawić się ruchu.

Rys. 1169.




Jeżeli $BN$ (rys. 1169) przedstawia naziom, to podług Rebhann'a *) napór zieni wykreśla się w sposób następujący: kreślimy $AN$ pod kątem $\varrho$ względem poziomej i $BL$ pod kątem $\varrho + \delta$ względem tylnej płaszczyzny $BA$ muru; zataczamy półkole nad $AN$ jako średnicą; kreślimy $LF \perp AN$ (a po odcięciu $AJ = AF$) i $JC \parallel LB$, oraz $CD \perp AN$. Wreszcie oznaczywszy w m $CJ = y$ i $CD = \eta$, oraz przez $h'$ kresę z $A$, prostopadłą na $BN$, a otrzymamy **napór ziemi:**

$$E = \frac{1}{2}\left(\gamma_e + \frac{2p}{h'}\right) y\eta .$$

Płaszczyznę $AC$ zwiemy **osuwową**; połowi ona kresę naziomu $BN$ między murem $AB$, a linią zesypu $AN$, a więc $BC = CN$.

Łuk, zakreślony promieniem $JC$ około punktu $J$, przecina $JA$ w $C'$ tak, iż $JC = JC' = y$, a trójkąt $JCC'$ swą zawartością przedstawia pole $F = \frac{1}{2} y\eta$, które zwiemy polem naporu, a natenczas:

$$E = F\left(\gamma_e + \frac{2p}{h'}\right) .$$

Odpór ziemi $E'$ wyznacza się w sposób zupełnie podobny, lecz kąty $\varrho$ i $\delta$ będą natenczas odjemne, należy je zatem odkładać w kierunku odwrotnym.

## b. Kierunek i punkt przytknięcia naporu ziemi.

**1.** Zazwyczaj zakładamy, że $\delta = \varrho$, a zatem, że wyzyskujemy całkowity opór tarcia na powierzchni muru, dla przeciwdziałania

*) P. G. v. Rebhann, Theorie des Erddruckes und der Futtermauern; Wien 1871.

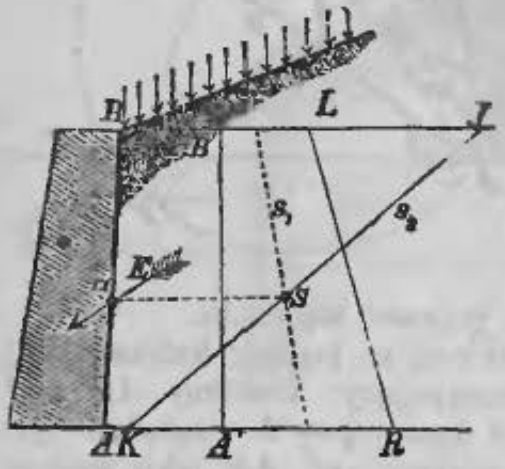
osunięciu się ziemi w dół, wzdłuż tej powierzchni. Założenie to pozostaje jednak w zgodzie z rzeczywistością tylko wtenczas, gdy powierzchnia muru jest szorstka, a ziemia sucha (dobrze odwodniona); w przeciwnym razie bezpieczniej będzie liczyć $\delta = 0$, a więc kierunek naporu, a również i odporu ziemi, prostopadły do tylnej powierzchni muru.

**2.** Wykreśliwszy trapez (rys. 1170) o wymiarach:

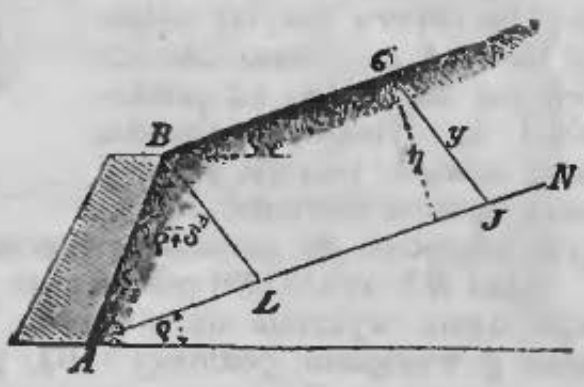
$$B'L = b\frac{p}{\gamma_e h'} \quad \text{i} \quad A'R = b\left(1 + \frac{p}{\gamma_e h'}\right),$$

przyczem $b$ jest kresą dowolną, wyznaczamy środek ciężkości $S$ tego trapezu i kreślimy przez $S$ poziomą, która przecina tył muru $AB$ w punkcie $a$ przytknięcia naporu $E$ (wyznaczenie środka ciężkości trapezu p. T. I, str. 174).

Rys. 1170.




Rys. 1171.




## c. Przypadki szczególne.

**1.** Gdy **kąt pochyłości naziomu** względem poziomu będzie $\varrho$ (p. rys. 1171), natenczas kreślimy $AN \parallel BC$, a $BL$ pod kątem $(\varrho+\delta)$ względem tylnej płaszczyzny muru. Wreszcie z dowolnego punktu $C$, obranego w naziomie, kreślimy $y \parallel BL$, oraz $\eta \perp AN$, a szukany napór będzie:

$$E = \frac{1}{2}\left(\gamma_e + \frac{2p}{\eta}\right) y\eta .$$

**2.** Jeżeli **nieobciążony naziom** leży **powyżej wierzchu muru** (rys. 1172), to przedłużamy $AR$ aż do $B$, t. j. do prostej stoku $KD$, kreślimy $AN$ pod kątem $\varrho$ zesypu względem poziomej, $RL$ pod kątem $\varrho + \delta$ względem $AR$ i przez $B$ równoległą do $AD$, a otrzymamy $B'$ jako punkt przecięcia się z przedłużeniem $ND$. Następnie kreślimy $B'L' \parallel RL$, zataczamy półkole nad $AN$ jako średnicą, stawiamy prostopadłą $L'F \perp AN$, odcinamy $AJ = AF$, kreślimy $JC \parallel LR$, oraz $CG \perp AN$, a oznaczając: $CJ = y$, oraz $CG = \eta$, otrzymamy napór ziemi:

$$E = {}^1/_2\, \gamma_e\, y\eta .$$

Jeżeli przez środek ciężkości $S$ czworokąta $ABDC$ (p. T. I, str. 175) wykreślimy $Sa \parallel AC$, to otrzymamy z dostateczną dokładnością punkt $a$ przytknięcia naporu $E$. Wartość $\delta$ zakładamy podobnie, jak powyżej pod **b. 1.**

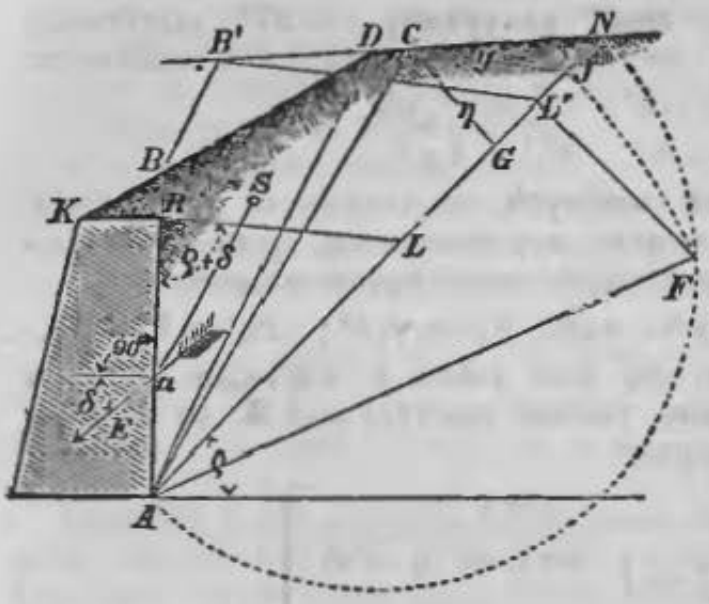
**3. Poziomy napór ziemi** na pionową płaszczyznę muru, gdy naziom jest poziomy. Zakładając $\delta = 0$, t. j. zaniedbując tarcie ziemi o mur i oznaczając, podł. rys. 1173, wysokość muru przez $h$, otrzymamy poziomy napór ziemi w t na 1 m b. długości muru:

$$E_1 = {}^1/_2 \gamma_e h^2 \operatorname{tg}^2 (45^0 \mp {}^1/_2 \varrho).$$

A jeżeli naziom jest dodatkowo obciążony równomiernie rozłożonem obciążeniem $p$ t/m², to obciążenie takie wywoła dodatkowy napór ziemi:

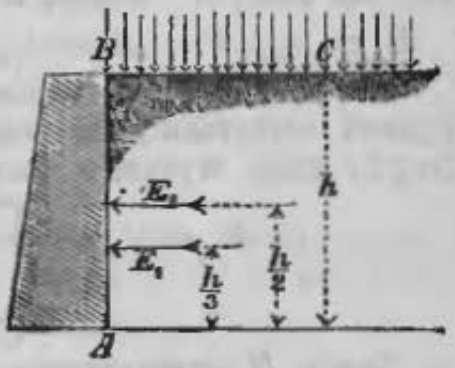
$$E_2 = p h \operatorname{tg}^2 (45^0 \mp {}^1/_2 \varrho).$$

Rys. 1172.




Napór $E_1$ ziemi nieobciążonej działa na wysokości $h/_3$ muru, a napór $E_2$, spowodowany obciążeniem naziomu, w połowie wysokości muru, a więc na wysokości $h/_2$ od spodu muru. Napór całkowity będzie wypadkową obydwóch naporów $E_1$ i $E_2$.

Rys. 1173.




We wzorach powyższych znaki odjemne dotyczą naporu ziemi, znaki dodatne zaś jej odporu.

**Parcie ziemi**, czynne, wzgl. bierne, a więc napór, wzgl. odpór jednostkowy, w t/m², na głębokości $x$ od naziomu wyrazi się wzorami:

$$e_1 = \frac{2 E_1 x}{h^2} = \gamma_e x \operatorname{tg}^2 (45^0 \mp {}^1/_2 \varrho),$$

$$e_2 = \frac{E_2}{h} = p \operatorname{tg}^2 (45^0 \mp {}^1/_2 \varrho).$$

Parcie $e_1$ powstaje pod wpływem samej ziemi o nieobciążonym naziomie, parcie zaś $e_2$ pod wpływem obciążenia $p$ naziomu. Znak

— dotyczy parcia czynnego, a znak + biernego. Między wartościami stycznych powyższych istnieje związek:

$$\operatorname{tg}^2(45^0 - {}^1/_2\varrho) = \frac{1}{\operatorname{tg}^2(45^0 + {}^1/_2\varrho)}.$$

Napór $E_1$ (rys. 1173) można przedstawić jako trójkąt o wysokości $h$, z wierzchołkiem w $B$ i z podstawą (na poziomie spodu muru):

$$\gamma_e h \operatorname{tg}^2(45^0 \mp {}^1/_2\varrho).$$

Podobnie napór $E_2$ przedstawiamy sobie jako prostokąt o wysokości $h$ i podstawie (na poziomie spodu muru):

$$p \operatorname{tg}^2(45^0 \mp {}^1/_2\varrho).$$

Przystawiając ten prostokąt do owego trójkąta, możemy je złączyć w trapez o wysokości $h$, którego górna podstawa równa się podstawie prostokąta, dolna zaś sumie podstaw prostokąta i trójkąta. Trapez ten będzie polem parcia ziemi.

Zakładając dla zwykłej **ziemi nasypowej** $\varrho \sim 37^0$, otrzymamy liczebnie dogodne wartości na napór i odpór ziemi, a mianowicie

napory: $E_1 = {}^1/_8\gamma_e h^2$; $E_2 = {}^1/_4 ph$,

odpory zaś: $E_1' = 2\gamma_e h^2$; $E_2' = 4ph$.

Obliczając **mury budowli wodnych**, zakładamy w przybliżeniu: $\varrho = 20^0$, gdyż ziemia, przesiąkła zupełnie wodą, posiada mniejszy kąt zesypu. Napór, wzgl. odpór ziemi będzie natenczas:

$E_1 = {}^1/_4\gamma_e h^2$; $E_2 = {}^1/_2 ph$, wzgl. $E_1' = \gamma_e h^2$; $E_2' = 2ph$.

**4.** Jeżeli naziom wznosi się pod kątem $\alpha$ względem poziomu i jeżeli utrzymamy założenia, podane powyżej pod **3**, to poziomy napór ziemi wyrazi się wzorem:

$$E_1 = {}^1/_2\gamma_e h^2 \left[\frac{\cos\varrho}{1 + \sqrt{\frac{\sin\varrho\sin(\varrho-\alpha)}{\cos\alpha}}}\right]^2.$$

Napór $E_2$ otrzymamy, podstawiając we wzór powyższy wartość $ph$ zamiast ${}^1/_2\gamma_e h^2$, a odpory ziemi $E_1'$ i $E_2'$ przez podstawienie $-\varrho$ zamiast $+\varrho$ *).

### d. Wartości średnie na $\gamma_e$ i $\varrho$.

| Rodzaj ziemi | Ciężkość właściwa $\gamma_e$ t/m³ | Kąt zesypu $\varrho$ | $\operatorname{tg}^2\left(45 - \frac{\varrho}{2}\right)$ | $\operatorname{tg}^2\left(45 + \frac{\varrho}{2}\right)$ |
|---|---|---|---|---|
| Glina sucha . . . . | 1,5 | 40° do 46° | 0,217 do 0,163 | 4,599 do 6,126 |
| Glina mokra . . . . | 1,9 | 20° „ 25° | 0,490 „ 0,406 | 2,040 „ 2,464 |
| Glina tłusta, sucha . . . | 1,6 | 40° „ 50° | 0,217 „ 0,132 | 4,599 „ 7,549 |
| Glina tłusta, mokra . . . | 1,98 | 20° „ 25° | 0,490 „ 0,406 | 2,040 „ 2,464 |
| Ziemia nasypowa, mokra . | 1,65 | 30° „ 37° | 0,333 „ 0,249 | 3,000 „ 4,023 |
| Żwir mokry . . . . . | 1,86 | 25° | 0,406 | 2,464 |
| Tłuczeń kamienny, mokry. | 1,6 | 35° „ 40° | 0,271 „ 0,217 | 3,690 „ 4,599 |
| (Węgle gazowne) . . . . | 0,9 | 45° „ 50° | 0,172 „ 0,132 | 5,828 „ 7,549 |
| (Woda) . . . . . | 1,0 | 0° | 1,000 | 1,000 |

Dalsze wartości $\varrho$ podług H. Fischer'a p. T. I, str. 758.

*) Haeseler'a wzory na wielkości naporu i odporu ziemi, gdy $\delta = \varrho$, p. Handb. d. Baukde, str. 711.

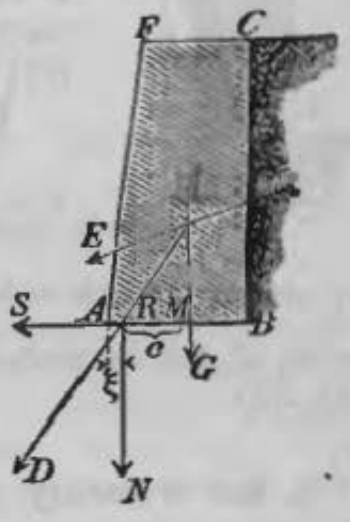
## e. Stateczność murów wsporczych.

### 1. Zasady.

**Napór** $E$ ziemi, działający na tył $CB$ muru (rys. 1174), składamy z wagą $G$ muru $ABCF$ we wynikową $D$, działającą na spoinę $AB$. A jeżeli rozłożymy siłę $D$ na pionowy nacisk $N$ i siłę przesuwającą $S$, równoległą do $AB$, to kąt, zawarty między $N$ i $D$, nie powinien przekroczyć wartości $\varrho_0$, t. j. kąta tarcia w spokoju (p. T. I, str. 215), o ile mur nie ma podlegać przesunięciom. Średnią wartość tego kąta można liczyć: $\varrho = 33^0$ do $35^0$, a z niej wynikałby warunek:

$$S \leqq 0{,}7\, N.$$

Rys. 1174.




Siły wyrażamy w t/m b. muru i stosować będziemy znakowanie następujące:

$\gamma_m$ w t/m³, ciężkość właściwa muru,
$c$ w m, odległość punktu $R$ przytknięcia siły $D$ od środka $M$ spoiny $AB$,
$\xi$ w m, odległość punktu $R$ od najbardziej ściskanej krawędzi $A$,
$a$ w m, długość spoiny $AB$,
$\sigma$ w t/m², największe ciśnienie w spoinie $AB$, a więc w krawędzi skrajnej $A$.

Ważne będą wzory ogólne (p. T. I str. 406):

$$\text{jeżeli } c < \frac{a}{b}, \text{ to } \sigma = \frac{N}{a}\left(1 + \frac{6c}{a}\right),$$

$$\text{a jeżeli } c > \frac{a}{b}, \text{ to } \sigma = \frac{2N}{3\xi}.$$

Ciśnienie $\sigma$ nie powinno przekraczać bezpiecznego obciążenia na grunt (p. str. 150 i T. I, str. 339, oraz uwagę w T. I, str. 267, dotyczącą zasypywania gliną murów wsporczych).

### 2. Mur wsporczy, o przekroju prostokątnym.

Gdy naziom jest poziomy (rys. 1175), a wysokość muru wsporczego $h$ (w m), natenczas niezbędna jego **grubość** $b$ będzie:

$$b = \sqrt{\frac{h\,[h\gamma_e + 3p]\,\operatorname{tg}^2(45^0 - {}^1/_2\varrho)}{\gamma_m\left[3 - 4h\frac{\gamma_m}{k}\right]}}\ *),$$

*) Wzór ten, wyprowadzony ze wzorów na $E_1$ i $E_2$, podanych na str. 729, jest tylko ważny, dopóki $e > \frac{b}{6}$, oraz dopóki:

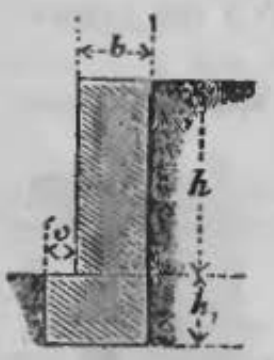
$$\left(\frac{b}{h}\right)^2 < \frac{\operatorname{tg}^2\left(45^0 - \frac{\varrho}{2}\right)(h\gamma_e + 3p)}{h\,\gamma_m}.$$

Gdy jednak $e < \frac{b}{6}$, natenczas ważnym będzie wzór:

$$b = h \operatorname{tg}\left(45^0 - \frac{\varrho}{2}\right)\sqrt{\frac{3p + h\gamma_e}{k - h\gamma_m}}.$$

We wzorze powyższym $k$ oznacza ciśnienie bezpieczne na mur w t/m², znakowania zaś: $p$, $\varrho$, $\gamma_e$ i $\gamma_m$ pozostają takie same jak poprzednio.

Rys. 1175.




Ze względu na stateczność przeciw przesuwom, byłoby:

$$b = \frac{h\gamma_e + 2p}{2\mu_0\gamma_m} \operatorname{tg}^2\left(45^0 - \frac{\varrho}{2}\right),$$

a we wzorze tym $\mu_0 = 0{,}7$ oznacza spółczynnik tarcia muru po murze w spokoju, wartości zaś $\operatorname{tg}^2(45 - {}^1/_2\varrho)$ podano w tablicy na str. 730.

**Odsadzka posadowa** $c$ w m określa się wzorem:

$$c = \frac{1}{6}\frac{\gamma_e}{\gamma_m}\frac{H^2}{b}\operatorname{tg}^2\left(45^0 - \frac{\varrho}{2}\right) + \frac{2bH\gamma_m}{3k'} - \frac{b}{2},$$

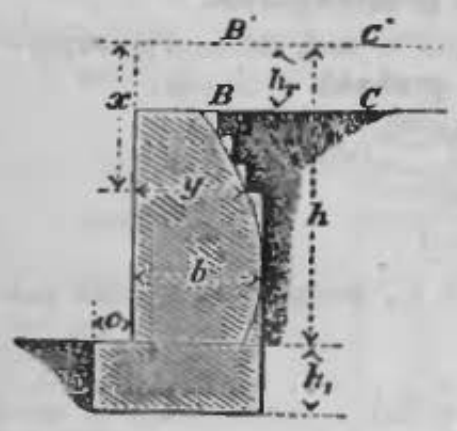
w którym $H = h + h_1 + \frac{p}{\gamma_e}$ w m, a $h_1$ oznacza głębokość posady w m, $k'$ zaś bezpieczne obciążenie gruntu w t/m² (p. str. 150 i T. I, str. 339).

### 3. Mur wsporczy, pionowy z przodu, a z odsadzkami od tyłu.

Obciążenie $p$ naziomu poziomego $BC$ (rys. 1176) zastępujemy podniesieniem naziomu istotnego $BC$ o $h_r$ do naziomu zastępczego $B'C'$, a więc zastępujemy je warstwą ziemi, o wysokości $h_r = p : \gamma_e$ (w m), t. j. takiej, aby waga tej warstwy równała się obciążeniu $p$. Niezbędna **grubość muru,** na głębokości $x$ pod naziomem zastępczym $B'C'$ będzie w m:

$$y = x\operatorname{tg}\left(45^0 - \frac{\varrho}{2}\right)\sqrt{\frac{\gamma_e(3h - 2x)(k + \gamma_m x - \gamma_m h)}{\gamma_m k(h + 2x) - \gamma_m h(3x + h)}}.$$

Rys. 1176.




We wzorze tym $h$ oznacza (w m) wysokość muru, powiększoną o $h_r$, $k$ (w t/m²) ciśnienie bezpieczne na mur, a $\varrho$, $\gamma_e$ i $\gamma_m$ te same wartości jak poprzednio.

Ze wzoru powyższego można wyznaczyć teoretyczną linię grzbietową, a podług niej wkreślić istotny zarys grzbietu. Teoretyczna linia grzbietowa zbliża się ponajczęściej swym kształtem do łuku koła *).

Spodnia grubość $b$ muru, nad posadą, zapobiegająca jeszcze jego usuwaniu się, będzie, w m:

*) O środku i promieniu tego łuku koła p. Latowski: Mury wsporcze; w Centralbl. d. Bauverw. 1895, str. 418.

$$b = \frac{\gamma_e h^2 \operatorname{tg}^2 (45^0 - {}^1/_2 \varrho)}{2 \mu_0 (h - h_r) \gamma_m},$$

a wartość $\mu$ można liczyć 0,7, podobnie jak powyżej pod 2, i w podobny też sposób określić wielkość $c$ odsadzki posadowej.

# IV. SKLEPIENIA *).

O ustroju i rodzajach sklepień por. str. 163 i nast.

## a. Wskazówki zasadnicze i grubości sklepień.

Obliczanie sklepień polega zazwyczaj na sprawdzaniu stateczności i wytrzymałości sklepienia, w ogólnych zarysach już zaprojektowanego, w przystosowaniu się do danej rozpiętości, obciążeń i bezpiecznych naprężeń tworzywa (materyału). Aby uchybienia w owem zarysie nie były zbyt wielkie, dobrze będzie, do takiego zarysu wprowadzić grubości, oznaczone podług poniższych wzorów praktycznych, zaczerpniętych z doświadczenia. Po dokonanem sprawdzeniu wypada wprowadzić stosowne poprawki, poczem sprawdzić powtórnie sklepienie, ostatecznie już zaprojektowane.

We wzorach poniższych stosować będziemy znakowanie:

$l$ rozpiętość sklepienia w prześwicie między wezgłownikami, w m,
$l_1$ połowa rozpiętości krzywej pośrodkowej łuku, w m,
$h$ strzałka krzywej podniebiennej, w m,
$h_1$ strzałka krzywej pośrodkowej, w m,
$d_0$ grubość sklepienia w zworniku, w m,
$d_1$ grubość sklepienia u wezgłowia, w m,
$d$ średnia grubość sklepienia, w m, w przybliżeniu $d = {}^1/_2 (d_0 + d_1)$,
$\varphi_0$ kąt pochyłości linii naporowej u wezgłowia, względem poziomu,
$\gamma$ waga 1 m³ tworzywa sklepiennego, w kg/m³,
$z_1$ wysokość w m, obciążenia zastępczego nad zwornikiem, t. j. wysokość warstwy tworzywa sklepiennego, równającej się co do swej wagi obciążeniu istotnemu, a więc np. sumie wag: nadmurowania, pokrycia, nadsypu, wreszcie bruku lub toru,
$d_0 + z_1$ w ustrojach mostowych równa się w przybliżeniu całkowitej grubości mostu w przekroju zwornikowym,
$p$ wysokość w m, zastępczego obciążenia ruchomego, t. j. sprowadzonego do warstwy o ciężkości właściwej $\gamma$,
$k_0$ średnie ciśnienie w spoinie zwornikowej (w kg/cm²), jakiego nie mamy przekroczyć, gdy most znosi obciążenie ${}^1/_2 p$.

*) E. Autenrieth, Die statische Berechnung der Kuppelgewölbe, Berlin 1894, u J. Springer'a.

1. **Wzór Tolkmitt'a** (rys. 1177) *)

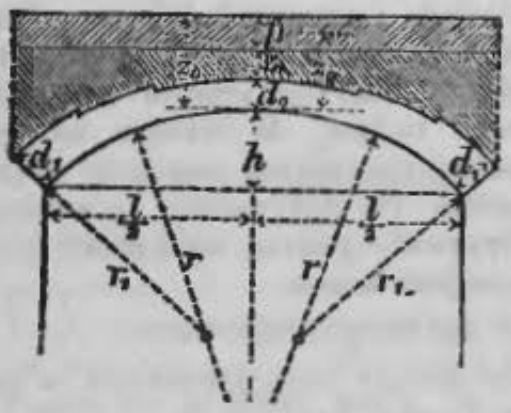
$$d_0 \geqq \frac{0{,}5\,ph}{(d_0 + z_1) + 0{,}5\,p + 0{,}15\,h} \quad \ldots\ldots\ldots \text{I}$$

$$d_0 \geqq 0{,}000014\,\frac{\gamma}{k_0}\,\frac{l^2}{h}\,([d_0 + z_1] + 0{,}5\,p + 0{,}2\,h) \quad \ldots \text{II}$$

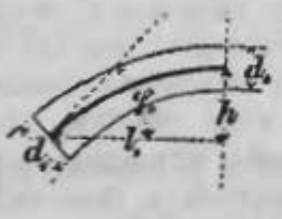
Grubość $d_0$ ma odpowiadać obydwom warunkom powyższym, a mianowicie: pierwszemu ze względu na to, aby naporowa pozostawała w rdzeniu sklepienia, t. j. nie wykraczała nigdzie poza przyśrodkową, trzecią część grubości sklepienia; drugiemu zaś warunkowi ze względu na to, aby ciśnienie na spoinę zwornikową pozostawało w określonych granicach. Ciśnienie skrajne w tej spoinie nie przekraczałoby natenczas wielkości $k = 2\,k_0$.

Stosowne wartości na $k_0$ będą: w sklepieniu z klinkiera na zaprawie cementowej $k_0 = 8$ kg/cm², w sklepieniu z ciosów do 15 kg/cm².

Rys. 1177.



Rys. 1178.



Grubość $d_0$ obliczamy ze wzorów powyższych sposobem prób i podstawień.

Grubość sklepienia wzrasta od zwornika ku wezgłowiu w miarę zwiększającego się nacisku na spoiny.

Gdy $\gamma = 1600$ kg/m³, natenczas wysokość obciążenia zastępującego tłum, który powoduje obciążenie 400 kg/m², będzie $p = 0{,}25$ m. Jeżeli w ogóle z danego obciążenia ruchomego, wyrażonego w kg/m², chcemy obliczyć jego wysokość zastępczą $p$ w m, to dane obciążenie (w kg/m²) dzielimy przez wagę jednego m³ tworzywa sklepiennego, wyrażoną w kg, a więc dla sklepień z cegły przez 1600, a dla sklepień z ciosów średnio przez 2400. Jeżeli natomiast obciążenia ruchome są dane w t/m², to dzielimy je przez 1,6, wzgl. 2,4.

2. **Wzór Müller'a** z Wrocławia **) (rys. 1178).

W sklepieniu, którego linia pośrodkowa zlewa się z naporową, a którego jedną połowę obciążamy całkowicie, otrzymamy ciśnienie skrajne $k_1$ (w kg/cm²) na spoinę wezgłowiową obciążonej połowy sklepienia, ze wzoru:

$$k_1 = \frac{\gamma\,l_1^2}{20000\,d_1 h_1}\left\{\left(d_0 + z_1 + 0{,}5\,p + 0{,}14\,h\right)\left(\frac{1}{\cos\varphi_0} \mp \frac{4\,\frac{h_1}{d_1}}{\left(\frac{h_1}{d_1}\right)^2 + 1}\right.\right.$$

$$\left.\left. \mp 0{,}75\,p\,\frac{h_1}{d_1}\right\}\right. , \quad \ldots\ldots\ldots \text{III}$$

*) Zeitschr. f. Bauw., 1885, str. 263, rozprawa G. Tolkmitt'a: O projektowaniu i obliczaniu sklepień mostowych. — G. Tolkmitt, Leitfaden für das Entwerfen und die Berechnung der gewölbten Brücken, Berlin 1895 u W. Ernst'a i Syna w Berlinie.

**) Zeitschr. f. Bauwes. 1886, Müller-Breslau: Teorya sprężystości sklepień kolebczastych, o linii pośrodkowej, zlewającej się z naporową.

z którego możemy też sposobem prób i podstawień, podług danego $k_1$, ocenić grubości $d_0$ i $d_1$. Do takiej oceny przydatnem będzie uprzednie określenie wartości $\varphi_0$ podług wzoru:

$$\operatorname{tg}^2 \varphi_0 = \frac{4 h_1^2}{l_1^2} \cdot \frac{z_0 + 0{,}5 h_1}{z_0 + 0{,}14 h_1} \quad , \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \text{IV}$$

w którym znów: $z_0 = d_0 + z_1 + 0{,}5 p$, w m (p. rys. 1177).

Właściwie wzór III nadaje się przedewszystkiem do obliczania ciśnień $k_1$ ze założonych grubości $d_0$ i $d_1$, które należy stosownie poprawić, gdy wynik $k_1$ okaże się za wielkim lub za małym.

W sklepieniach mniej wysmukłych można stosunek $d_0 : d_1$ uważać za przybliżenie równy wartości $\cos \varphi_0$, lecz tylko dopóki

$$\cos \varphi_0 > 0{,}5.$$

We wzorze III mamy dwa wyrazy ze znakiem ($\mp$), z których znaki (—) dadzą nam jako wynik ciśnienie w krawędzi grzbietowej, a znaki (+) w podniebiennej. Gdy jeden z tych wyników stanie się odjemnym, będzie to wskazówką, że naporowa wyszła ze rdzenia spoiny wezgłowiowej, a mianowicie oddalając się od tej krawędzi, dla której wynik stał się odjemnym.

Jeżeli w takim przypadku zaniedbamy wytrzymałość sklepienia na ciągnienie, i bezwzględną wartość obliczonego ciśnienia oznaczymy przez $k_1'$, a ciągnienia przez $k_1''$, to, o ile naporowa pozostaje jeszcze w obrębie sklepienia, istotne ciśnienie skrajne będzie:

$$k_1 = \frac{\gamma_1 l_1^2}{10000\, d_1 h} (z_0 + 0{,}14 h) \frac{1}{\cos \varphi_0} \frac{k_1' - k_1''}{k_1' - 2k_1''} \quad . \quad . \quad . \quad \text{V}$$

## b. Obliczenia sklepień.

### α. Obliczenia sklepień niesprężystych.

#### 1. Uwagi wstępne.

Zwykłe sklepienie bezprzegubowe jest ustrojem trzykrotnie statycznie niewyznaczalnym, gdyż mamy tylko trzy równania równowagi statycznej, a sześć niewiadomych, po trzy przy każdem wezgłowiu, mianowicie moment osadzenia, t. j. moment w spoinie wezgłowiowej, oraz dwa odpory wezgłowia: poziomy i pionowy. Te trzy niewiadome dla każdego wezgłowia możemy zastąpić innemi trzema wielkościami niewiadomemi, np. jeżeli przedstawimy sobie, że odpory i moment wezgłowia złożyliśmy w jeden wypadkowy odpór wezgłowny, to dla odporu tego nie znamy jego wielkości, kierunku i położenia, w każdym więc razie mamy znów po trzy niewiadome u każdego wezgłowia. Niewyznaczalność statyczną omijamy przez stosowne założenia, np. przez założenie położenia trzech punktów (zazwyczaj po jednym w spoinie zwornikowej i w obu wezgłownych), przez które ma przechodzić linia naporowa, a więc i wynikowa ciśnień na owe spoiny. Linią naporową, albo krócej **naporową**, zwiemy linię, zazwyczaj krzywą, która przechodzi przez środki ciśnienia wszystkich kolejnych spoin, i która jest styczną do

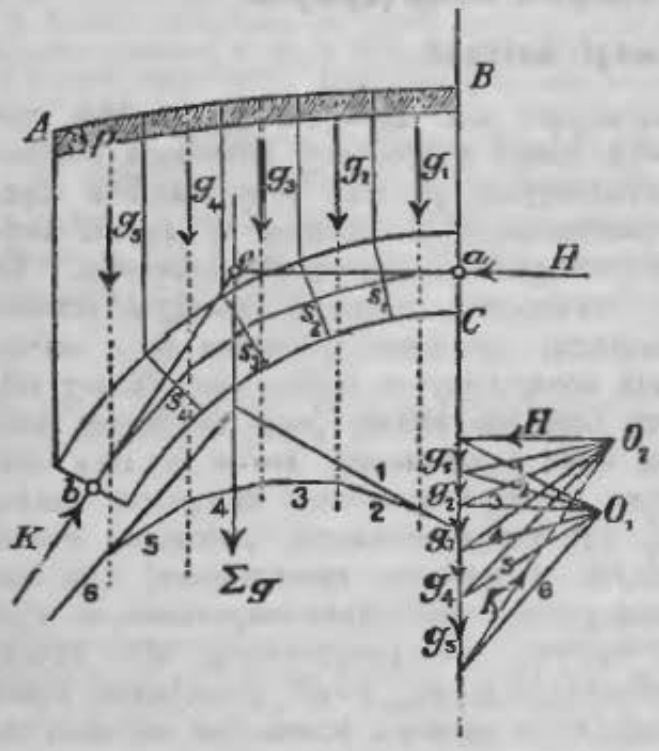
wynikowej ciśnień, czyli do nacisku, albo naporu, działającego w każdej z owych spoin. Położenie owych, wspomnianych powyżej, trzech punktów naporowej, które mają być jakoby z góry dane, obieramy zazwyczaj w sposób następujący: wkreślamy rdzeń sklepienia, a raczej obydwie jego linie rdzenne, które dzielą jego grubość w każdej spoinie na trzy równe części. W sklepieniu pod obciążeniem symetrycznem obieramy w zworniku górny punkt rdzenny, u wezgłowi zaś punkty rdzenne, bliżej podniebienia leżące. Gdy to samo sklepienie obciążamy niesymetrycznie, staramy się naporową przeprowadzić tak, aby po stronie obciążonej dotknęła górnej linii rdzennej, w punkcie pośrednim między zwornikiem a wezgłowiem, natomiast aby dotknęła dolnej linii rdzennej w blizkości wezgłowia. Po drugiej, nieobciążonej stronie sklepienia linia naporowa powinna dotknąć dolnej linii rdzennej. Przy takiem położeniu naporowej rozpory $H$ i naciski na spoiny będą możliwie małe.

## 2. Oznaczenie kształtu sklepienia i nacisków na spoiny, oraz linii naporowej.

W przystosowaniu do celu i do architektury budowli kreślimy nasamprzód zarys podniebienia, poczem podług powyższych wzorów I i II oznaczamy grubość w zworniku; albo też naodwrót grubość, obraną w zworniku i w wezgłowiu, sprawdzamy podług wzorów III, IV i V. Zarys sklepień niewysmukłych bywa zazwyczaj łukiem koła.

Następnie sprowadzamy wszelkie obciążenia do obciążenia tworzywem jednakowej ciężkości właściwej ze sklepiennem, otrzymując w ten sposób dwa wykresy, a mianowicie wykres obciążeń stałych i wykres połową obciążenia ruchomego, np. $^1/_2\,p$ (w rys. 1179 linia $AB$). W tym celu dogodnem będzie zastąpić ruchome ciężary skupione przez równomiernie rozłożone obciążenie zastępcze, licząc na mosty kolejowe $p = 1600$ do 2500 kg/m², a na mosty drogowe $p = 800$ do 1000 kg/m².

Rys. 1179.




Naporową wykreślamy w sposób poniższy:

Sklepienia niewysmukłe dzielimy na pionowe paski jednakowej szerokości, a bardziej wysmukłe, na paski o szerokości zmiennej w ten sposób, aby otrzymać równe działki na linii łuku.

Wagę każdego takiego paska uważamy za ciężar ($g_1$, $g_2$, $g_3$, $g_4$, $g_5$, rys. 1179), skupiony w środku ciężkości danego paska. Ciężary te zestawiamy we wielobok sił i z dowolnego bieguna $O_1$ kreślimy promienie 1, 2, 3, 4, 5, 6 i równoległe do nich boki we wieloboku sznurowym, którego boki skrajne przecinają się na wynikowej $\Sigma g$. Znając w ten sposób położenie tej wynikowej i zakładając z góry punkty naporowej w spoinie zwornikowej i wezgłownej, jako leżące w środkach tych spoin i wiedząc z góry, że, wobec symetryczności obciążenia na całem sklepieniu, rozpór $H$ musi być poziomy, wkreślamy go poziomo przez środek $a$ spoiny zwornikowej, a otrzymamy punkt $e$ jako przecięcie się rozporu $H$ ze siłą $\Sigma g$. Łącząc punkt $e$ ze środkiem $b$ spoiny wezgłownej, otrzymamy kierunek i położenie naporu na wezgłowie, a więc i przynależnego odporu $K$. Z końcy niezamkniętego wieloboku sił ($g_1$, $g_2$, $g_3$, $g_4$, $g_5$) kreślimy równoległe do $H$, wzgl. $K$, których przecięcie się wyznaczy nam właściwy biegun $O_2$. Z bieguna tego wyprowadzamy promienie do punktów, rozgraniczających poszczególne siły wieloboku, a równolegle do tych promieni, poczynając od $H$, przez punkt $a$, wkreślamy wielobok sznurowy między siły $g_1$, $g_2$, $g_3$, $g_4$, $g_5$, ostatni zaś bok tego wieloboku musi zlać się z wiadomemi już kierunkiem i położeniem $K$. Poszczególne boki tego wieloboku wyznaczają nam kierunek i położenie naporów na przynależne spoiny, wielkości zaś tych naporów są równe promieniom z bieguna $O_2$. Owe napory przecinają przynależne im spoiny w **punktach naporowych**: $a$, $s_1$, $s_2$, $s_3$, $s_4$, $b$, a krzywa łącząca te punkta jest **linią naporową**, która w punktach naporowych musi być styczną do naporów, w tych punktach działających.

Gdy naporowa przechodzi przez środki spoin, a więc gdy się zlewa z linią pośrodkową sklepienia, natenczas ciśnienia rozkładają się równomiernie na spoiny, a takie sklepienie o **zarysie ponaporowym** byłoby najwłaściwsze. Jeżeli naodwrót naporowa oddala się nadmiernie od środków spoin, a zwłaszcza gdy wyjdzie poza rdzeń przekroju, będzie to oznaką, że zarys sklepienia nie przystosował się należycie do danego układu ciężarów, a natenczas wypada ów zarys stosownie poprawić.

### 3. Naporową sklepienia obciążonego całkowicie, a symetrycznie

wykreślamy w sposób, podany powyżej pod 2., jednakże zamiast obciążenia ruchomego $^1/_2 p$ bierzemy całkowite obciążenie ruchome $p$.

### 4. Naporowa sklepienia obciążonego jednostronnie.

Gdy obciążenie ruchome, względnie do stałego, jest małe, natenczas sposób obciążenia, przedstawiony w rys. 1180, t. j. całkowite obciążenie jednej połowy sklepienia, z pozostawieniem drugiej połowy zupełnie bez obciążenia ruchomego $p$, będzie zazwyczaj obciążeniem najniekorzystniejszem. Naporowa przestaje naówczas być krzy-

wą symetryczną; punkty naporowe odsuwają się od środka spoin na pewne odległości $e$, które określić możemy ze wzorów:

W spoinie zwornikowej: $e = \frac{5\, d_0^2}{16\, h_1}$ (podług Winkler'a).

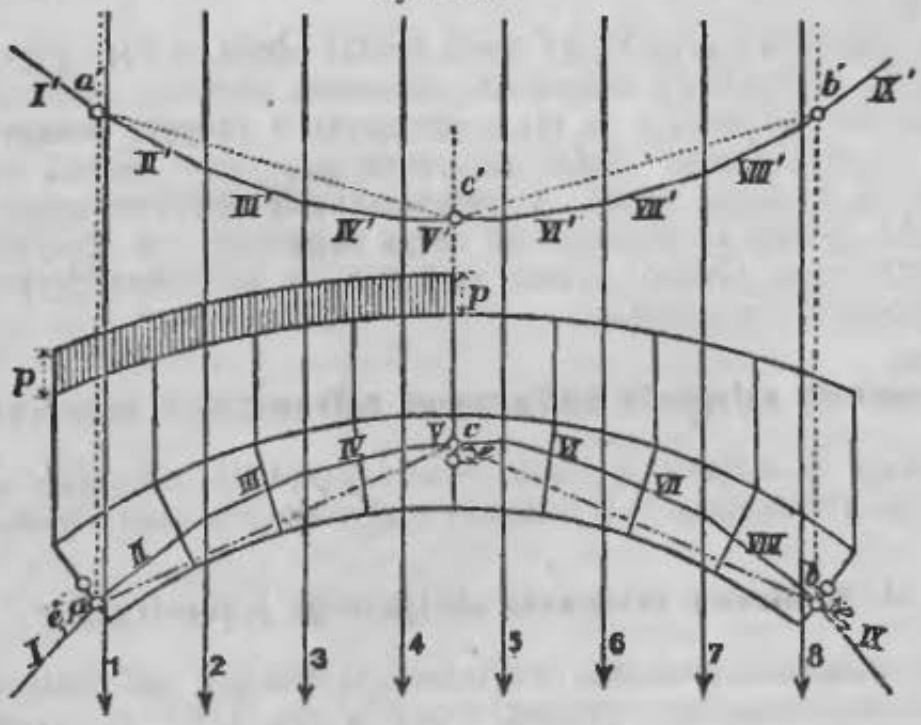
W spoinie wezgłownej:

$$e_1, \text{ wzgl. } e_2 = \cos\varphi_0 \left[ 2e \pm \frac{1}{8} \frac{p h_1}{z_1 + 0{,}14\, h_1} \right]$$ (podł. Müllera z Wrocławia).

We wzorze powyższym znak + dotyczy odsuwu $e_1$ w spoinie po stronie bardziej obciążonej, znak — dotyczy odsuwu $e_2$ po stronie bez obciążenia ruchomego. Jeżeli wynik na $e_2$ będzie odjemny, znaczy to, że punkt naporowy odsuwa się od środka ku grzbietowi sklepienia.

W celu wykreślenia naporowej, dzielimy (rys. 1180) obciążenie na paski pionowe, sklepienie samo zaś po promiennie, a ciężary tych pasków uważamy za siły pionowe, 1, 2, 3, 4... 8, przełożone przez środki ciężkości owych pasków. Siły te zestawiamy w rys. 1181 we wielobok sił, w którym z dowolnego bieguna $O'$ prowadzimy promienie I′, II′, III′,... IX′ do punktów, rozgraniczających siły. Równolegle do tych promieni wkreślamy w rys. 1180, między siły 1, 2, 3,... 8, boki wieloboku sznurowego I′, II′ III′... IX′. Ze znanych punktów naporowych $a$, $c$, $b$ (wyznaczonych podług $e_1$, $e$ i $e_2$, które obliczyliśmy ze wzorów powyżej podanych) wyprowadzamy piony, które przetną ów wielobok sznurowy w punktach $a'$, $c'$ i $b'$.

Rys. 1180.



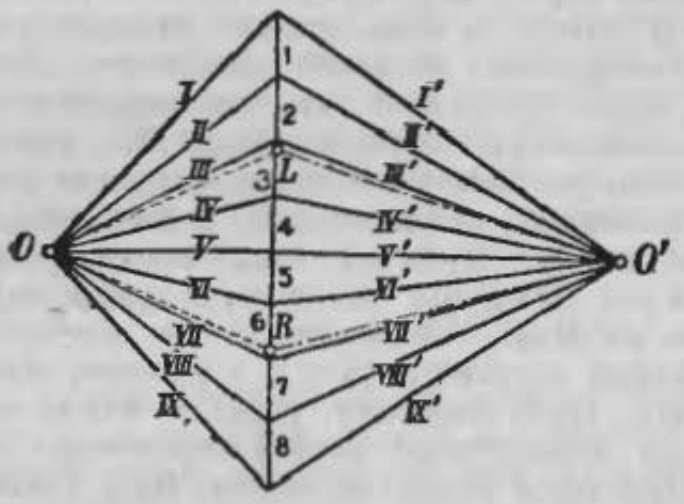

Znając kierunki $a'c'$, oraz $c'b'$, wyprowadzamy równolegle do nich z bieguna $O'$ w rys. 1181 promienie $O'L$ i $O'R$. Ze znanych obecnie punktów $R$ i $L$ prowadzimy równoległe do znanych kierunków

$ca$ i $cb$ (rysunku 1180), a więc $LO \parallel ca$ i $RO \parallel cb$. Przecięcie się tych dwóch linii jest szukanym biegunem $O$, z którego prowadzimy promienie I, II, III... IX, a równolegle do nich, rozpoczynając od punktu $a$ (rys. 1180), wkreślamy, między siły 1, 2, 3... 8, wielobok sznurowy I, II, III... IX, którego boki wyznaczają nam położenie i kierunek naporów i przecinają przynależne im spoiny w szukanych punktach naporowych. Wielkość naporu przedstawiają nam promienie I, II, III... IX, wychodzące z bieguna $O$, w rys. 1181.

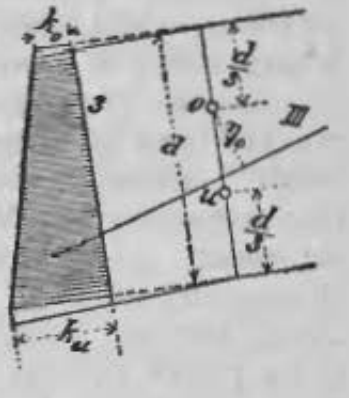
## 5. Oznaczenie naprężeń skrajnych w spoinie ze znanego nacisku (naporu).

W rys. 1182 przedstawiamy spoinę III z rysunku 1180, na którą działa ukośnie napór $D$ (w t), oznaczony w rys. przez III, a zna-

Rys. 1181.




Rys. 1182.




ny nam z wielkości promienia III rysunku 1181. Grubość sklepienia $d$ dzielimy na trzy równe części punktami rdzennymi $o$ i $u$. Prostopadłą z punktu $o$ na napór $D$ nazwiemy $\eta_0$, a takąż pionową z punku $u$ oznaczymy przez $\eta_u$. Jeżeli wszystkie te długości wyrazimy w m, to otrzymamy naprężenia skrajne w spoinie w t/m² ze wzorów:

$$k_0 = \frac{6\,D\eta_u}{d^2}, \quad \text{oraz} \quad k_u = \frac{6\,D\eta_0}{d^2}.$$

Obydwa naprężenia skrajne $k_0$ i $k_u$ będą ciśnieniami, dopóki $\eta_0$ i $\eta_u$ pozostaną dodatne, t. j. skierowane z $o$, wzgl. $u$ w stronę środka spoiny, a więc gdy napór $D$ leży między punktami $o$ i $u$, czyli wśród rdzenia przekroju. Jeżeli napór $D$ wysunie się ze rdzenia, np. poniżej punktu $u$, to $\eta_u$ stanie się odjemnem, a więc i $k_0$ wypadnie odjemne, czyli byłoby ono ciągnieniem. W tym przypadku wzory powyższe zatrzymują swą ważność jedynie pod warunkiem, że tworzywo sklepienia może znosić bezpiecznie i ciągnienie $k_0$, jakie wypadło z obliczenia. W sklepieniach murowanych zaniedbujemy zazwyczaj jednakże wytrzymałość muru na ciągnienie, a naten-

czas napór $D$, leżący poza rdzeniem przekroju, spowoduje ciśnienie skrajne $k$, określone wzorem:

$$k = \frac{2\,D\cos\alpha}{3\,\xi},$$

w którym $\xi$ oznacza odległość punktu naporowego w spoinie od jej krawędzi, znoszącej owo naprężenie skrajne, $\alpha$ zaś kąt, jaki tworzy kierunek $D$ z prostopadłą do spoiny. Kąt ten $\alpha$ powinien być mniejszy od kąta tarcia się muru po murze w spokoju, a więc $\operatorname{tg}\alpha \leqq \mu_0$ (p. T. I str. 215 i nast.), wartość zaś $\mu_0$ nie przekracza zazwyczaj 0,7. Gdyby kąt $\alpha$ był większy nastąpiłoby ślizganie w spoinie.

## 6. Analityczne obliczenie naporowej.

Punkt naporowy w spoinie określiliśmy powyżej pod 1. jako punkt, przez który przechodzi napór, t. j. wynikowa sił zewnętrznych, działających z jednej strony na daną spoinę. Moment tych sił względem punktu naporowego musi się zatem równać zeru. Pod wpływem obciążenia pionowego i pionowych odporów wezgłownych powstawałby w dowolnym punkcie naporowym $m$ moment $M_m$, równy momentowi gnącemu, jakiemu podlegałaby w tymże przekroju pionowym (pod punktem $m$) jednakowo obciążona belka o rozpiętości $l$, jeżeli $l$ oznacza poziomy odstęp obydwóch wezgłownych punktów naporowych. W łuku lub sklepieniu ten moment gnący staje się zerem, gdyż unicestwia go drugi, równo wielki, lecz odwrotnie skierowany moment, wynikający z rozporu $H$, t. j. z poziomej składowej odporu wezgłownego. Jeżeli naporowy punkt $m$ wznosi się o $y_m$ ponad poziom lewego, wezgłownego punktu naporowego, to moment rozporu $H$, względem tegoż punktu $m$, będzie: $Hy_m$. Otrzymamy zatem równanie:

$$M_m = Hy_m, \text{ czyli:}$$

$$y_m = \frac{M_m}{H},$$

określające nam wielkość rzędnych linii naporowej.

Podobnie jak w sposobie wykreślnym musimy założyć, że dla sklepienia (lub łuku), jako ustroju trzykrotnie statycznie niewyznaczalnego, mamy z góry dane trzy warunki dodatkowe, np. położenie trzech punktów naporowej, t. j. zwornikowego i obydwóch wezgłownych.

Dla obciążenia symetrycznego trzy te punkty obieramy w środkach spoin, a natenczas w zwykłem sklepieniu obydwa wezgłowne punkty naporowe leżeć będą w tym samym poziomie, a wartości momentów $M_m$ będą dokładnie takie same, jak wartości momentów gnących w belce o rozpiętości $l$, a końcami **swobodnie** na podporach wspartej. Wielkość rozporu $H$ w tym przypadku otrzymamy z warunku, że znany moment $M'$ w środku belki ma być równy momentowi rozporu $H$ względem zwornikowego punktu naporowe-

go, który niechaj leży o $f$ ponad poziomem wezgłownych punktów naporowych, a otrzymamy związek:

$$M' = H \cdot f, \text{ czyli:}$$

$$H = \frac{M'}{f}.$$

Wprowadzając tę wartość we wzór ogólny $y_m = M_m : H$, otrzymamy:

$$y_m = f \cdot \frac{M_m}{M'},$$

w którym $f$ jest strzałką środkowej linii sklepienia, $M_m$ momentem, gnącym belkę swobodnie wspartą, o rozpiętości $l$ tejże linii pośrodkowej, a obciążoną tak samo jak sklepienie; $M'$ wreszcie jest takimże momentem w środku belki.

Jeżeli jednak obciążenie sklepienia jest niesymetryczne, np. jednostronne, jak w rys. 1180, to owe trzy zasadnicze punkty naporowe, odsuną się ze środka spoin o $e_1$, $e$, wzgl. $e_2$, a odsuwy te możemy oznaczyć ze wzorów podanych powyżej pod 4. Prawy wezgłowny punkt naporowy $b$ (rys. 1180) niechaj leży o $\xi$ ponad poziomem lewego takiegoż punktu $a$, wspornikowy zaś punkt naporowy $c$ niechaj znów leży o $f$ ponad tymże poziomem. Rozpór $H$, działający w $b$, powoduje dodatkowy moment $M_h$ względem punktu $a$, mianowicie:

$$M_h = H \cdot \xi.$$

Tę samą wielkość będzie miał też moment rozporu $H$, działającego w $a$, względem punktu $b$. Wskutek tego momentu $H\xi$ wezgłowne odpory pionowe nie będą takie same jak w swobodnie podpartej belce zastępczej, lecz jak w takiejże belce o dodatkowym **momencie osadzenia** $M_h = H\xi$. Z uwzględnieniem tej różnicy możemy i w tym przypadku stosować wzór powyżej wyprowadzony:

$$y_m = f \cdot \frac{M_m}{M'},$$

w którym rzędne $y_m$ i strzałkę $f$ liczymy od poziomu niższego (lewego), wezgłownego punktu naporowego ($a$), a momenty $M_m$ i $M'$ podług belki zastępczej, podlegającej nietylko takiemu samemu obciążeniu jak sklepienie, lecz i momentowi osadzenia $H\xi$.

Sposób w końcu opisany stosuje się z całą ścisłością i do sklepień wspiętych, t. j. takich, których same wezgłowia już nie leżą w jednym poziomie. Wielkość $\xi$ będzie natenczas posiadała wartość stosunkowo większą, lecz odsuwy $e$, $e_1$ i $e_2$ trzech zasadniczych punktów naporowych nie można oznaczać bezpośrednio ze wzorów podanych pod 4., a wypada je ocenić, po przeprowadzeniu obliczenia zaś stosownie poprawić.

## β. Obliczenie sklepień z uwzględnieniem ich sprężystości *).

### Uwagi ogólne.

Rozpoczynamy od zamierzonego zarysu sklepienia; sprowadzamy obciążenia $g$ i $^1/_2\,p$ do obciążenia tworzywem muru, a to podług wskazówek podanych pod 2. na str. 736; wkreślamy naporową przez środki spoin wezgłownych i zwornikowych, poczem poprawiamy zarys sklepienia tak, aby jego linia pośrodkowa zlała się z naporową. Jeżeli te niezbędne poprawki są względnie małe, to zadawalamy się tym pierwszym wynikiem, w przeciwnym zaś razie powtarzamy wykreślenie naporowej dla sklepienia o poprawionym zarysie, który poprawiamy powtórnie podług nowej naporowej. Jako wynik otrzymamy zarys sklepienia, którego linia pośrodkowa zlewa się prawie dokładnie z naporową, przełożoną przez środki spoin wezgłownych i zwornikowej. Dopiero dla tego sklepienia wyznaczamy istotną naporową w założeniu, że sklepienie jest stale osadzone we wezgłowiach, w którym to przypadku ważne będą poniższe trzy wzory zasadnicze dla dowolnego przekroju w sprężystych prętach zakrzywionych:

$$\int \frac{M\,ds}{EJ} = 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \text{I.}$$

$$\int \frac{M y\,ds}{EJ} - \int \frac{N\,dx}{EF} = 0 \quad \ldots\ldots\ldots \quad \text{II.}$$

$$\int \frac{M x\,ds}{EJ} + \int \frac{N\,dy}{EJ} = 0 \quad \ldots\ldots\ldots \quad \text{III.}$$

We wzorach tych oznacza:

$x$ i $y$ spółrzędne zakrzywionej osi pręta w układzie prostokątnym,
$s$ długość zakrzywionej osi pręta,
$F$ pole badanego przekroju pręta,
$J$ moment bezwładności tegoż przekroju,
$N$ siłę działającą prostopadle na dany przekrój,
$M$ moment gnący w danym przekroju,
$E$ spółczynnik sprężystości tworzywa pręta.

Podług tych wzorów obliczamy sklepienie dla dwóch sposobów obciążenia, a mianowicie:

$\alpha$) sklepienie obciążone wagą własną $g$, oraz połową obciążenia ruchomego $p$, rozłożonego równomiernie na rzut poziomy sklepienia; a więc ogółem obciążenie będzie $g + {}^1/_2\,p$;

$\beta$) sklepienie obciążone tylko na jednej połówce pełnem obciążeniem ruchomem $p$.

Obliczenia poniżej podane stosują się tylko do łuków bezprzegubowych, trzykrotnie statycznie nie wyznaczalnych, z którego to

*) Zeitschr. f. Bauwes. 1896, H. Müller-Breslau, Teorya sprężystości sklepień kolebkowatych o linii pośrodkowej, zlewającej się z naporową.

też powodu posiłkujemy się dodatkowo trzema powyższemi równaniami odkształceń sprężystych.

**1. Sklepienie obciążone symetrycznie.** Właściwem zadaniem obliczenia jest oznaczenie wielkości i położenia rozporu $H_n$ w spoinie zwornikowej, któryby czynił zadość powyższym trzem równaniom odkształceń sprężystych.

Oprócz znakowań powyżej już podanych oznaczymy przez:

$H$ rozpór sklepienia dla naporowej, zlewającej się z linią pośrodkową sklepienia,

$H_n$ rozpór istotnej, t. j. dla naporowej, czyniącej zadość warunkom sprężystości,

$\Delta H = H - H_n$, różnicę tych rozporów,

$\varphi$ kąt badanej spoiny z pionem,

$N$ napór prostopadły na tę spoinę, dla naporowej pośrodkowej,

$N_n$ takiż napór istotny, t. j. dla istotnej naporowej, odpowiadającej warunkom sprężystości,

Uwaga. Siły, cisnące na daną spoinę, rozkładamy na napory $N$, wzgl. $N_n$, prostopadłe do spoiny, a więc pochylone względem poziomu o kąt $\varphi$ i na siły tnące w spoinie; odkształcający zaś skutek tych sił tnących zaniedbujemy.

$F_c$ pewną dowolną, stałą wartość zmiennego pola $F$ przekrojów (spoin),

$J_c$ pewną, dowolną stałą wartość zmiennego momentu bezwładności $J$ przekrojów (spoin).

Nadto zastosujemy podstawienia:

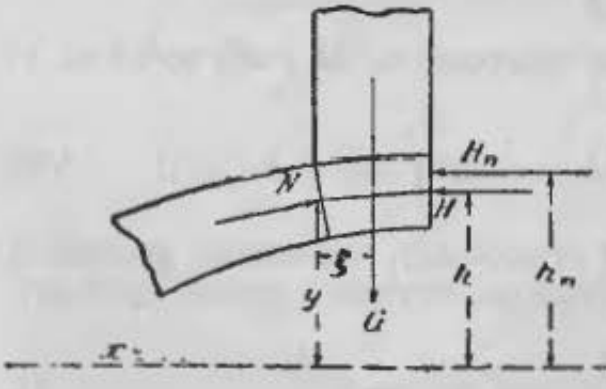
$$dw = ds\frac{J_c}{J}, \text{ oraz } dw' = ds\frac{F_c}{F}.$$

Dogodnem będzie obranie poziomej osi odciętych $x$ w takiem położeniu, aby:

$$\int y\,dw = 0.$$

Z powodu symetryczności obciążenia, siła wynikowa, cisnąca

Rys. 1183.




Rys. 1184.

w spoinie zwornikowej, będzie pozioma, a więc równa $H$, wzgl. $H_n$. Odległości tych rozporów $H$, wzgl. $H_n$, od obranej osi odciętych $x$ oznaczymy przez $h$, wzgl. $h_n$, odległość środka spoiny badanej od tejże osi przez $y$ (p. rys. 1183), a wagę części sklepienia między spoiną badaną i zwornikową, wraz z obciążeniem tej części oznaczymy przez $G$, wreszcie odległość siły $G$ od środka spoiny badanej przez $\xi$.

Podług rys. 1183 będzie:

$$M = H_n (h_n - y) - G\xi, \text{ oraz}$$

$$0 = H(h - y) - G\xi, \text{ różnica tych równań będzie:}$$

$$M = H_n h_n - Hh + (H - H_n)\, y, \text{ czyli}$$

$$M = H_n h_n - Hh + \Delta H y \quad \ldots\ldots\ldots \text{IV.}$$

Wzór I przekształcamy na:

$$\int \frac{M\,ds}{EJ} = 0; \qquad \int M\,ds\,\frac{J_c}{J} = \int M\,dw = 0,$$

poczem w równanie to podstawiamy wartość z IV:

$$\int M\,dw = \Delta H \int y dw + (H_n h_n - Hh) \int dw = 0.$$

A że oś odciętych $x$ obraliśmy tak, aby $\int y dw = 0$, więc:

$$H_n h_n = Hh \quad \ldots\ldots\ldots \text{V.}$$

Wartość tę wprowadzamy we wzór IV, a otrzymamy:

$$M = \Delta H y \quad \ldots\ldots\ldots \text{VI.}$$

Podług rys. 1184 będzie:

$$N_n = H_n \cos\varphi + G \sin\varphi, \text{ podobnie też:}$$

$$N = H \cos\varphi + G \sin\varphi.$$

Odejmując pierwszy z tych wzorów od drugiego, otrzymamy:

$$N - N_n = \Delta H \cos\varphi.$$

W równanie to podstawiamy wartość $N = H \sec\varphi$, a otrzymamy:

$$N_n = H \sec\varphi - \Delta H \cos\varphi. \quad \ldots\ldots \text{VII.}$$

Ogólny wzór II ważny jest dla naporu $N$ z uwzględnieniem odkształceń, a więc dla naporu, który obecnie oznaczyliśmy przez $N_n$. Podstawiwszy tę wartość, przekształcamy wzór II:

$$\int \frac{My\,ds}{EJ} - \int \frac{N_n\,dx}{EF} = 0 = \int M y\,ds\,\frac{J_c}{J} - \frac{J_c}{F_c} \int N_n\,ds \cos\varphi\,\frac{F_c}{F},$$

czyli:

$$\int M y\,dw - \frac{J_c}{F_c} \cdot \int N_n \cos\varphi\,dw' = 0.$$

W równanie to wprowadzamy wartości na $M$ i $N_n$ ze wzoru VI i VII, a otrzymamy:

$$\frac{F_c}{J_c}\,\Delta H \int y^2 dw - H \int dw' + \Delta H \int \cos^2\varphi\,dw' = 0 \quad . \quad \text{VIII.}$$

Jeżeli przekrój sklepienia jest prostokątny, o zmiennej grubości $\delta$, a przez $\delta_c$ oznaczymy pewną określoną wartość z pośród tych grubości, to:

$$dw = ds\left(\frac{\delta_c}{\delta}\right)^3, \text{ oraz } dw' = ds\,\frac{\delta_c}{\delta} \quad \ldots\ldots \text{IX.}$$

Natenczas możemy równanie VIII wyrazić krótko:

$$\Delta H = \mu H \quad \ldots\ldots\ldots \text{X,}$$

jeżeli przez $\mu$ oznaczymy wartość:

$$\mu = \frac{\int dw'}{\frac{12}{\delta_c^2}\int y^2 dw + \int dw' \cos^2\varphi} \quad \ldots \quad \text{XI.}$$

**2. Sklepienie obciążone symetrycznie wagą własną $g$, oraz obciążeniem ruchomem $^1/_2 p$, rozłożonem równomiernie w planie.** Pośrodkowa linia sklepienia ma znów taki kształt, że zlewa się z naporową.

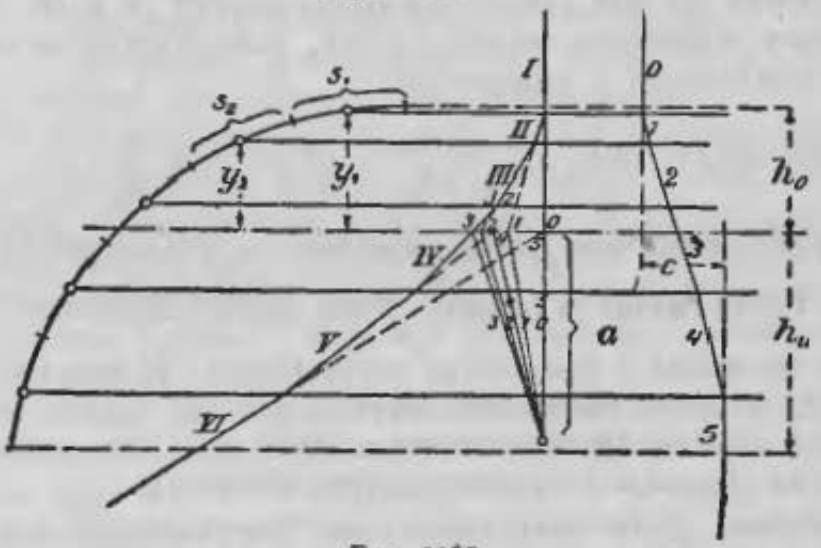
### 1. Położenie osi odciętych $x$.

Oś odciętych $x$ ma otrzymać położenie takie, aby się dopełniał warunek: $\int y dw = 0$. Dogodniejszym będzie sposób wykreślny, dla którego zamiast różniczek $dw$, wzgl. $ds$, brać będziemy do obliczenia małe cząstki określone $s_1$, $s_2$ ... linii pośrodkowej, oraz przynależne im wartości:

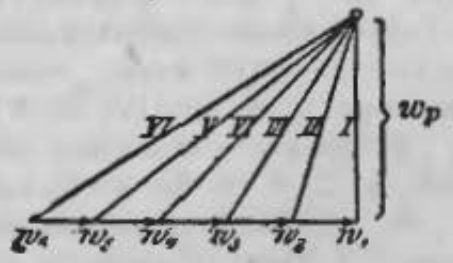
$$w_1 = s_1 \left(\frac{\delta_c}{\delta_1}\right)^3; \quad w_2 = s_2 \left(\frac{\delta_c}{\delta_2}\right)^3 \ldots,$$

przyczem $\delta_1\, \delta_2 \ldots$ będą średniemi grubościami cząstek, na jakie podzieliliśmy sklepienie, dzieląc jego linię pośrodkową na cząstki $s_1\, s_2 \ldots$

Rys. 1185.




Rys. 1186.




W rys. 1185 linię pośrodkową połówki sklepienia podzieliliśmy na 5 cząstek $s_1$, $s_2$ ..., a przez środek każdej z tych cząstek przekłada-

my siły poziome (równoległe do szukanej osi $x$), odpowiadające wielkościom $w_1$, $w_2 \ldots$, które w rys. 1186 składamy we wielobok sił i z dowolnego bieguna, o odległości $w_p$ kreślimy promienie I, II, III, IV, V, VI. Równolegle do tych promieni wkreślamy między siły $w_1$, $w_2 \ldots$ w rys. 1185 wielobok sznurowy, którego boki skrajne I i VI przecinają się w punkcie 0, leżącym na szukanej osi $x$.

## 2. Obliczenie różnicy rozporów $\Delta H$.

$$\Delta H = H - H_n = \mu H.$$

Wartość rozporu $H$ obliczamy w sposób podany na str. 741, podług wzoru:

$$H = \frac{M'}{f},$$

a wartość $\mu$ podług poprzednio podanego wzoru XI obliczymy najdogodniej wykreślnie, zatrzymując w rys. 1185 podział poprzednio (pod 1) omówiony. Zgodnie z wzorami IX będzie:

$$w_1 = s_1 \left(\frac{\delta_c}{\delta_1}\right)^3; \quad w_2 = s_2 \left(\frac{\delta_c}{\delta_2}\right)^3; \ldots$$

$$w_1' = s_1 \left(\frac{\delta_c}{\delta_1}\right); \quad w_2' = s_2 \left(\frac{\delta_c}{\delta_2}\right); \ldots$$

a $\varphi$ we wzorze XI jest kątem zawartym między $N$ i $H$.

Określamy wykreślnie wartości całek, wchodzących w skład wzoru XI na wielkość $\mu$, a mianowicie:

a) $$\int dw' = \Sigma w' = \delta_c \left(\frac{s_1}{\delta_1} + \frac{s_2}{\delta_2} + \frac{s_3}{\delta_3} + \frac{s_4}{\delta_4} + \frac{s_5}{\delta_5}\right),$$

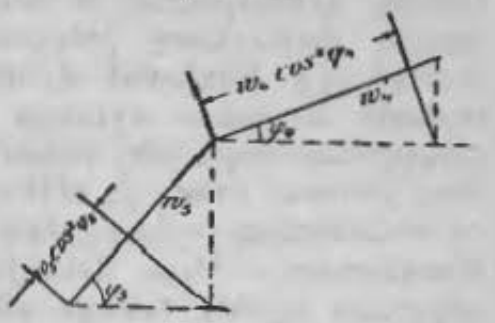
jest to proste mnożenie stałej wartości $\delta_c$ przez znane stosunki $\frac{s_1}{\delta_1}$, $\frac{s_2}{\delta_2} \ldots$ i sumowanie wyników, które łatwo uskutecznić znanymi sposobami mnożenia i sumowania wykreślnego. W przypadku szczególnym, gdy grubość sklepienia wzrasta podług funkcyi prostolinijnej, i gdy $\delta_c$ będzie średnią wartością tych grubości, natenczas $\Sigma w'$ będzie równa długości linii pośrodkowej sklepienia.

b) $\int y^2 dw = \Sigma y^2 w$ jest momentem bezwładności mas $w_1$, $w_2$, $w_3$, $w_4$, $w_5$ względem osi $x$, jeżeli wielkości $w_1$, $w_2 \ldots$ uważać będziemy za masy. Taki moment bezwładności wykreślamy znanym sposobem, uważając w rys. 1185 kresy, odcięte na osi $x$ przez boki wieloboku sznurowego I, II, III, IV, V, VI, jako siły, tworzące nowy wielobok sił, w którym z dowolnej odległości biegunowej $a$ kreślimy promienie 0, 1, 2, 3, 4, 5, a równolegle do nich wkreślamy między siły $w_1$, $w_2 \ldots$ drugi wielobok sznurowy 0 1 2 3 4 5, którego boki skrajne 0 i 5 są równoległe i leżą w odstępie wzajemnym $c$. Szukana wartość będzie:

$$\int y^2 dw = \Sigma y^2 w = w_p a c.$$

c) $\int dw' \cos^2\varphi = \Sigma w' \cos^2\varphi$. Poszczególne wyrazy tej sumy oznaczamy w sposób podany w rys. 1187, a mianowicie: Kresy $w_1' = s_1 \frac{\delta_c}{\delta_1}$, $w_2' = s_2 \frac{\delta_c}{\delta_2} \ldots$, znane z wykreślenia pod a), zestawiamy ze sobą we wielobok, kreśląc każdą z tych kres z jej przynależną, znaną pochyłością $\varphi$ względem poziomu, np. $w_4'$ pod kątem $\varphi_4$, $w_5'$ pod kątem $\varphi_5$. Z wierzchołków tego wieloboku kreślimy pionowe i poziome linie pomocnicze tak, że każda z owych kres będzie przeciwprostokątnią przynależnego trójkąta. Z wierzchołków każdego takiego trójkąta kreślimy prostopadłe na przynależne przeciwprostokątnie, na których otrzymamy w ten sposób kresy szukane, np. $w_4' \cos^2\varphi_4$, $w_5' \cos^2\varphi_5$, a suma tych wyników przedstawia wartość całki szukanej.

Rys. 1187.



Trzy wyniki wykreśleń z pod a), b) i c) wprowadzamy we wzór XI, a otrzymamy wartość $\mu$, z niej zaś wartość:

$$\Delta H = \mu H.$$

Ze znanej wartości $\Delta H$ i znanych odległości $h_0$, wzgl. $h_u$ (rys. 1185) środków spoiny zwornikowej, wzgl. wezgłownej, od osi $x$, określamy momenty gnące dla środków tychże spoin, a mianowicie:

dla spoiny zwornikowej: $M_z = h_0 \Delta H$,
dla spoiny wezgłownej: $M_w = h_u \Delta H$.
dla dowolnej zaś spoiny będzie: $M_x = y \Delta H$.

Jeżeli w wykreśleniach powyższych pośrodkową linię sklepienia podzielimy nie na dowolne, lecz na równe cząstki $s_1 = s_2 = s_3 \ldots = s'$, to uprościmy sobie znacznie wykreślenie, albowiem natenczas ułamek (podług wzoru XI), określający wartość $\mu$, będzie w liczniku i mianowniku miał wyrazy, posiadające mnożnik $s'$, przez który możemy natenczas podzielić licznik i mianownik, upraszczając w ten sposób cały ułamek.

Gdy sklepienie jest mało wysmukłe, a więc gdy wszystkie kąty $\varphi$ są bardzo małe, natenczas wyniki wykreślenia stają się mniej dokładne, dla tego też w takich przypadkach zaleca się wszystkie wysokości powiększyć w pewnym stałym stosunku, mnożąc je przez dowolną liczbę stałą $n$.

3. **Wpływ zmienności przekroju** sklepienia, a raczej jego grubości $\delta$, na wyniki ostateczne jest na ogół niezbyt znaczny. Uprościmy sobie nadzwyczaj wszelkie wykreślenia, zakładając, zamiast owej zmiennej grubości $\delta$, stałą grubość $\delta_c$, wartości średniej między grubościami w zworniku i u wezgłowia. W takim razie otrzymamy znacznie prostsze wartości na poszczególne $w$, wzgl. $w'$, a mianowicie: $w_1 = w_1' = s_1$; $w_2 = w_2' = s_2$; ....

A jeżeli nadto linię pośrodkową sklepienia podzielimy na równe cząstki $s_1 = s_2 \ldots = s'$, to otrzymamy jeszcze dalsze uproszczenia, a mianowicie: $w_1 = w_2 = \ldots w_1' = w_2' = \ldots s_1 = s_2 = \ldots s'$.

### 3. Sklepienie obciążone na jednej tylko połówce obciążeniem ruchomem $p$, rozłożonem równomiernie w planie.

Nie uwzględniamy wpływu wagi własnej $g$ sklepienia, jako rozłożonej symetrycznie, a więc uwzględnionej już pod 2., gdzie jednakże doliczyliśmy jednocześnie i połowę obciążenia ruchomego, a więc $^1/_2 p$. Ponieważ wynik ostateczny zamierzamy otrzymać przez dodanie do siebie wyników z pod 2. i wyników obliczenia poniższego, więc dogodniej będzie, zamiast sklepienia, obciążonego na jednej połówce całem $p$, obliczyć sklepienie, obciążone w lewej połówce obciążeniem $+ ^1/_2 p$, działającem w dół, w prawej połówce zaś obciążeniem $- ^1/_2 p$, działającem w górę (p. rys. 1188). Składając natenczas wyniki takiego obliczenia z wynikami z pod 2. otrzymamy wyniki dla obciążeń:

$$\text{lewej połówki: } (g + {}^1/_2 p) + {}^1/_2 p = g + p,$$
$$\text{a prawej połówki: } (g + {}^1/_2 p) - {}^1/_2 p = g,$$

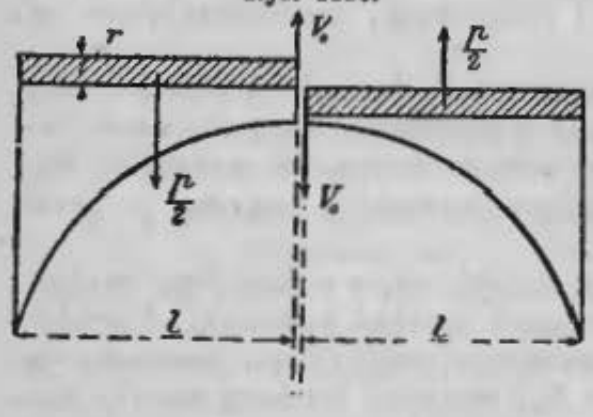
czyli ogółem pożądane obciążenie jednostronne.

### 1. Oznaczenie pionowej siły tnącej $V_0$ w zworniku.

Rozpór $H$ będzie zerem, ponieważ obciążenie jest rozłożone symetrycznie, lecz odwrotnie skierowane. Cząstka obciążenia $p/_2\, dx$ na lewej połówce, działając sama na sklepienie, powodowałaby wprawdzie pewien rozpór $dH$, lecz symetryczna do niej cząstka obciążenia po prawej stronie, jako jej równa, lecz odwrotnie skierowana, spowoduje rozpór $-dH$. Rozpór, spowodowany przez obydwie te cząstki obciążenia, będzie zatem $dH - dH = 0$. A że każde takie dwie symetryczne cząstki obciążenia dają rozpór 0, więc i rozpór pod całem obciążeniem będzie równy 0.

To samo rozumowanie, zastosowane do momentu gnącego w spoinie zwornikowej, doprowadzi nas do wniosku, że i ten moment musi być zerem.

Rys. 1188.




Jeżeli wobec tych warunków pomyślimy sobie dane sklepienie, o rozpiętości $2\,l$, jako rozcięte spoiną zwornikową na dwie połówki (p. rys. 1188), to dla zachowania równowagi w każdej z połówek starczy dodanie siły pionowej $V_0$, która działa w spoinie rozciętej, a mianowicie będąc skierowana u lewej połówki w górę, u prawej w dół.

Zbadamy jedną z połówek np. lewą, biorąc początek odciętych w spoinie zwornikowej. Moment gnący w dowolnym przekroju, odległym o $x$ od zwornika, będzie:

$$M'_x = V_0 x - {}^1/_2 p \frac{x^2}{2} \quad \ldots\ldots\ldots \text{XII.}$$

Wartość tę wprowadzamy we wzór III na odkształcenia sprężyste, zaniedbując w nim jednak odkształcenia, spowodowane przez siły prostopadłe do przekroju, a więc zaniedbując napór $N$, co można uznać za tem bardziej dozwolone, ponieważ rozpór jest zerem, a otrzymamy:

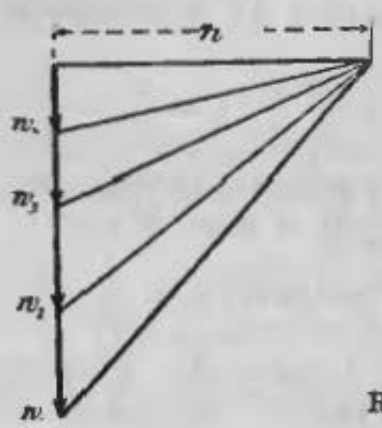
$$\int M'_x x \frac{ds}{EJ} = 0 \quad \ldots\ldots\ldots \quad \text{XIII.}$$

Dla dogodności podstawimy jeszcze $\frac{ds}{EJ} = dw$, a otrzymamy:

$$\int M'_x x\, dw = V_0 \int x^2 dw - \frac{p}{4} \int x^3 dw = 0, \text{ czyli}$$

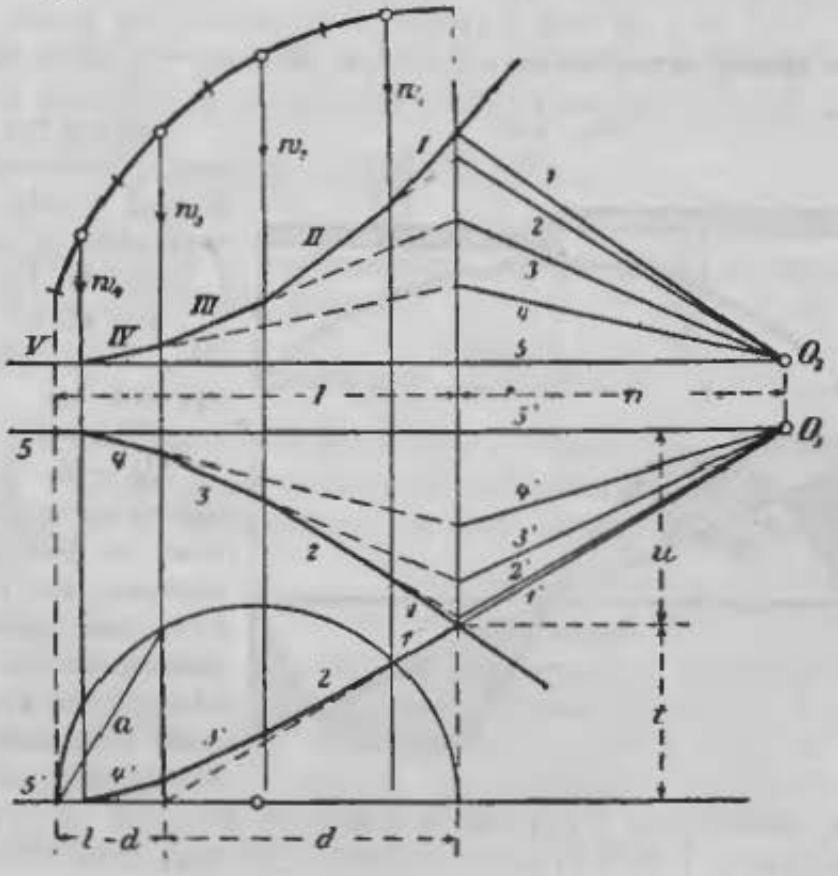
$$V_0 = \frac{p}{4} \cdot \frac{\int x^3 dw}{\int x^2 dw} \quad \ldots\ldots\ldots \quad \text{XIV.}$$

Rys. 1189.



Całki: $\int x^3 dw$, oraz $\int x^2 dw$ najdogodniej oznaczyć wykreślnie w sposób podobny jak powyżej na str. 746, a więc zastępując te całki sumami: $\Sigma x^3 w$, oraz $\Sigma x^2 w$. Sposób wykreślenia tego podajemy w rys. 1189 i 1190, a wyniki tego wykreślenia:

Rys. 1190.



$$\int x^3 dw = \Sigma x^3 w = tn^3,$$
$$\int x^2 dw = \Sigma x^2 w = un^2,$$

wprowadzamy we wzór XIV, otrzymując:

$$V_0 = \frac{p}{4} \cdot \frac{nt}{u}.$$

A że podług rys. 1190 mamy $d : n = t : u$, więc $\frac{nt}{u} = d$, co podstawiamy we wzór powyższy, dochodząc w ten sposób do wyniku ostatecznego:

$$V_0 = \frac{p}{4} d \quad \ldots \ldots \ldots \quad \text{XV.}$$

## 2. Oznaczenie momentu gnącego $M_x$.

Otrzymaną powyżej wartość z wzoru XV wprowadzamy we wzór XII, a otrzymamy:

$$M'_x = \frac{p}{4} xd - \frac{p}{4} x^2 = \frac{p}{4} x(d-x) = \frac{pl^2}{4} \frac{x}{l} \left(1 - \frac{x}{l}\right) - \frac{px}{4l}(l-d)l, \quad \text{XVI}$$

a więc wzór na różnicę rzędnych paraboli i prostej podł. rys. 1191.

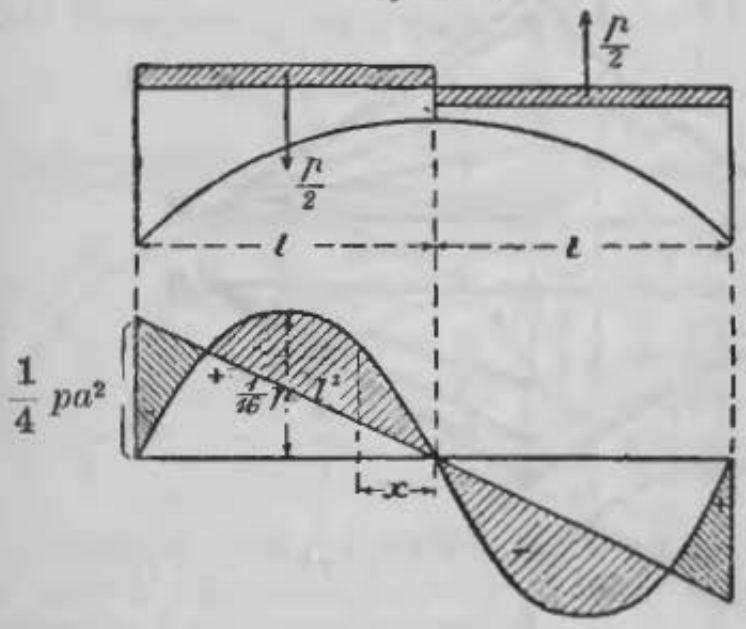
1) Dla spoiny zwornikowej: $x = 0$, a więc $M'_z = 0$.

2) Dla spoiny w połowie lewej połówki: $x = \frac{l}{2}$, a

$$M'_s = {}^1/_8 pld - \frac{1}{16} pl^2 = \frac{1}{16} pl^2 - \frac{1}{2} \cdot \frac{pl}{4} (l-d).$$

3) Dla spoiny wezgłownej: $x = l$, a $M'_w = -\frac{pl}{4} (l-d)$.

Rys. 1191.




Podług rys. 1190 możemy, zataczając półkole nad $l$ jako średnicą, wykreślić $a^2 = l(l-d)$ i wartość tę podstawić w powyższy wzór na $M'_w$, który się natenczas uprości do:

$$M'_w = -{}^1/_4 pa^2.$$

W rys. 1191 przedstawiamy wykres momentów, w którym zakreskowano ich pola. Wykres nad połówką lewą składa się: 1) z paraboli, której wierzchołek leży nad środkiem połówki, wzniesiony o ${}^1/_{16} pl^2$ ponad linią zasadniczą wykresu, a parabola przecina ją przy zworniku i wezgłowiu, i 2) z prostej, przecinającej linię zasadniczą w punk-

cie zwornikowym, a odcinającej na pionie względnym kresę $^1/_4 pa^2$. Dla połówki prawej otrzymamy taką samą parabolę i linię prostą, lecz odwrotnie skierowane. Momenty odmierzamy od owej pochyłej linii prostej, po pionach, do paraboli, a dodatnimi będą momenty odmierzane od tej pochyłej w górę, odjemnymi zaś odmierzane w dół, co też zaznaczono w wykresie przez $+$, wzgl. $-$.

### 4. Określenie naprężeń i ich przebiegu.

Nasamprzód łączymy wyniki otrzymane powyżej pod **2.** i **3.**, dla badanej spoiny, dodając je do siebie, a otrzymamy moment $M_x$ dla najniebezpieczniejszego, t. j. jednostronnego obciążenia:

$$M_x = \Delta Hy + M'_x \quad \ldots\ldots\ldots \text{XVII},$$

nadto znamy napór $N_n$, działający na spoinę, jako obliczony pod **1.**

**1. Naprężenia skrajne** w badanej spoinie określamy wzorem ogólnie ważnym:

$$\sigma_x = \frac{N_n}{\delta} \pm \frac{6 M_x}{\delta^2},$$

w którym możemy jeszcze dla uproszczenia podstawić $N_n = H \sec \varphi$, zaniedbując różnicę między $N_n$ i $N$, a natenczas otrzymamy:

$$\sigma_x = \frac{H \sec \varphi}{\delta} \pm \frac{6 M_x}{\delta^2} \quad \ldots\ldots \text{XVIII}.$$

We wzorze tym znak $+$ dotyczy krawędzi grzbietowej, znak $-$ zaś podniebiennej, pod warunkiem, że momenty $M_x$ wprowadzimy do wzoru z właściwymi im znakami dodatnymi, wzgl. odjemnymi, jakie się okażą we wynikach obliczeń z pod **2.** i **3.**

Znając obydwie wartości $\sigma_1$ i $\sigma_2$ naprężeń skrajnych w spoinie badanej, o grubości $\delta$, a długości jednostkowej, możemy wyrazić:

$$\text{napór } N = \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2} \delta.$$

Odległość $\eta_1$ punktu naporowego od krawędzi, w której panuje naprężenie $\sigma_1$, wyrazi się wzorem:

$$\eta_1 = \frac{\sigma_1 + 2\sigma_2}{3(\sigma_1 + \sigma_2)} \delta. \quad \ldots\ldots\ldots \text{XIX}.$$

Jeżeli jedno z naprężeń wypadnie odjemne, to, zaniedbując wytrzymałość na ciągnienie tworzywa sklepieniowego, otrzymamy naprężenie skrajne $\sigma$ większe niż powyżej obliczone, mianowicie:

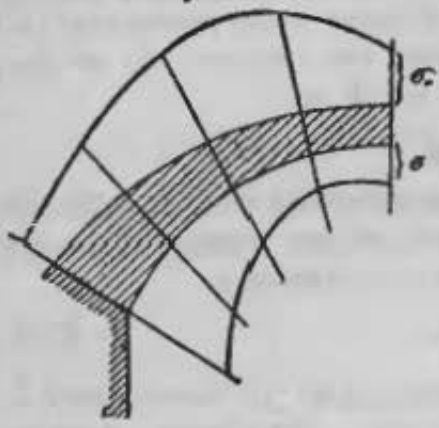
$$\sigma = \frac{(\sigma_1 + \sigma_2)^2}{\sigma_1 + 2\sigma_2}, \quad \ldots\ldots\ldots \text{XX},$$

a to w przypadku, gdy $\sigma_2$ stało się odjemnem; w przeciwnym zaś razie, a więc gdyby $\sigma_1$ było odjemne, mianownik byłby: $2\sigma_1 + \sigma_2$.

Przykład. Obliczenie dało wyniki: $\sigma_1 = 5$ kg/cm², a $\sigma_2 = -2$ kg/cm² (ciągnienia). Zaniedbując wytrzymałość na ciągnienie, otrzymamy ciśnienie skrajne: $\sigma = \frac{(5-2)^2}{5-4} = 9$ kg/cm².

Oznaczywszy naprężenia skrajne $\sigma_1$ i $\sigma_2$ dla każdej spoiny, możemy zestawić je bardzo przejrzyście we wykres podług rys. 1192, w którym przekrój właściwego sklepienia zakreskowano. Przedłużamy linie spoin w obydwie strony i odcinamy na nich obliczone naprężenia skrajne, mianowicie od podniebienia ku środkowi odcinamy naprężenia, pojawiające się w krawędziach podniebiennych, a linia łącząca końce tych kres odciętych będzie wykresową naprężeń podniebiennych. W sposób podobny odcinamy od grzbietu na zewnątrz naprężenia w krawędziach grzbietowych, a linia, łącząca końce tych kres odciętych, będzie wykresową naprężeń grzbietowych.

Rys. 1192.



2. **Naporową** możemy wyznaczyć w sposób dwojaki:

a) Podług wzoru XIX: ze znanych naprężeń skrajnych obliczamy w każdej spoinie odstęp $\eta_1$ punktu naporowego od krawędzi, w której panuje naprężenie $\sigma_1$. Otrzymany tak szereg punktów naporowych określa nam przebieg linii naporowej. Albo też oznaczamy w sposób tu podany punkty naporowe tylko w spoinach wezgłownych i zwornikowej, a znając nadto rozpór $H$ i siłę $V$, wykreślamy naporową, przechodzącą przez zwornikowy punkt naporowy: przejście jej przez znane również naporowe punkty wezgłowne będzie sprawdzianem prawidłowości wykreślenia.

b) Dla sklepienia symetrycznie obciążonego mamy wzór ogólny: $M_x = \Delta Hy$ (p. str. 744 wzór VI). Jeżeli się przytem punkt naporowy odsunął od środka spoiny o $e$, to pod wpływem naporu $N_n$ powstać musi moment tej samej wielkości; a że $N_n = H_n \sec \varphi$, więc otrzymamy równanie:

$$M_x = \Delta Hy = N_n e = H_n e \sec \varphi.$$

A że nadto $\Delta H = H - H_n$, czyli $H_n = H - \Delta H$, więc otrzymamy:

$$\Delta Hy = (H - \Delta H)\, e \sec \varphi, \text{ czyli}$$

$$e = \frac{\Delta Hy}{H - \Delta H} \cos \varphi.$$

Podstawiając jeszcze wartość $\Delta H = \mu H$, podług wzoru X, otrzymamy wartość na $e$ w dowolnej spoinie:

$$e = \frac{\mu}{1 - \mu} \cdot y \cos \varphi \quad \ldots\ldots\ldots \text{XXI.}$$

Oznaczając $h_0$ i $h_u$, np. podł. rys. 1185, otrzymamy:

$$\text{w spoinie zwornikowej } e_0 = \frac{\mu}{1 - \mu} \cdot h_0,$$

$$\text{a w spoinie wezgłownej } e_1 = -\frac{\mu}{1 - \mu} \cdot h_u \cos \varphi_1.$$

Dopóki $y$ jest dodatne, t. j. dopóki środek spoiny leży ponad osią odciętych $x$, punkt naporowy odsuwa się od środka spoiny ku grzbietowi, gdyż $e$ podł. wzoru XXI będzie dodatne. Gdy jednak $y$ staje się odjemnem, czyli gdy środek spoiny leży pod osią odciętych, wzór XXI daje wartość odjemną na $e$, to znaczy, że punkt naporowy przesuwa się ku podniebieniu.

We wzorach powyższych $\mu$ ma wartość określoną wzorem XI, a sposób oznaczenia tej wartości podano na str. 746 i 747. Dla sklepień niewysmukłych, o parabolicznej linii pośrodkowej ze strzałką $f$, a o grubości średniej $\delta_c$, można liczyć w przybliżeniu:

$$\mu = \frac{1}{\frac{16}{15}\left(\frac{f}{\delta_c}\right)^2 + 1}, \quad \text{a} \quad \frac{\mu}{1-\mu} = \frac{15}{16}\left(\frac{\delta_c}{f}\right)^2,$$

przyczem jednakże oś odciętych musi leżeć na $^2/_3$ wysokości strzałki, czyli będzie:

$$h_0 = {}^1/_3 f, \text{ a } h_u = {}^2/_3 f.$$

Winkler podaje dla sklepień niewysmukłych wzory ogólne na odsunięcie się punktu naporowego od środka spoiny, a mianowicie:

$$\text{w spoinie zwornikowej: } e_0 = \frac{5}{16}\frac{\delta_c^2}{f},$$

$$\text{a w spoinach wezgłownych: } e_1 = -2\, e_0 \cos\varphi_1 .$$

## c. Mury wezgłowne sklepienia.

Oznaczymy (podł. rys. 1193), w kg na metr długości sklepienia, przez:

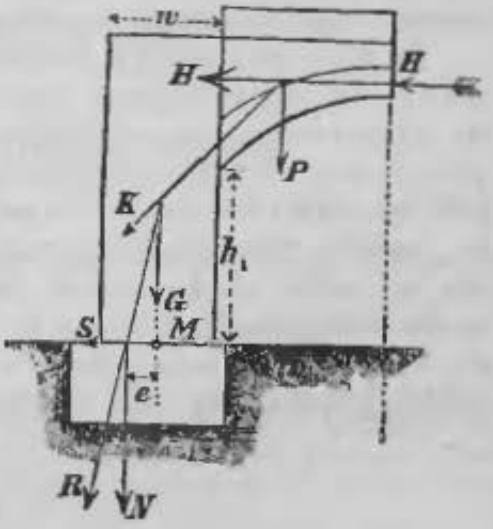
$K$ napór sklepienia na wezgłowie,
$G$ wagę muru wezgłownego,
$R$ wynikową sił $K$ i $G$,

a rozłożywszy wynikową $R$ na dwie składowe: $N$ prostopadłą do spoiny nadposadowej, oraz $S$ równoległą do tejże spoiny, otrzymamy warunek, zapobiegający przesuwaniu się muru wezgłownego po swej posadzie, a mianowicie:

$$S \leqq 0{,}7\, N.$$

We wzorze tym liczba 0,7 jest spółczynnikiem tarcia w spoinie nadposadowej.

Rys. 1193.




Ciśnienie skrajne $k$ w tejże spoinie obliczamy ze znanego nacisku $N$, ze szerokości $w$ spoiny, oraz ze znanego odsuwu $e$ punktu naporowego od środka spoiny, podług wzorów (por. T. 1 str. 406):

a) gdy $e < \frac{w}{6}$ , . . . . . $k = \frac{N}{w}\left(1 + \frac{6e}{w}\right)$ kg/m²,

b) gdy $e > \frac{w}{6}$ , . . . . . $k = \frac{2N}{3(0{,}5w - e)}$ kg/m².

W sposób zupełnie podobny oznaczamy i ciśnienia posady na grunt, składając uprzednio wynikową $R$ z wagą tejże posady. O ciśnieniach bezpiecznych na różne rodzaje gruntu p. str. 150.

Do obliczenia ciśnień skrajnych tak w spoinie nadposadowej, jak i w podposadowej, wypada obciążenie na sklepieniu rozłożyć w taki sposób, aby owe ciśnienia stały się największościami, a nastąpi to zazwyczaj wówczas, gdy ćwiartkę sklepienia, przyległą do badanego muru wezgłownego, jakoteż i sam ten mur, pozostawimy bez obciążenia ruchomego, obciążając natomiast pozostałe trzy ćwiartki sklepienia pełnem obciążeniem ruchomem.

Gdy mur wezgłowny jest zasypany ziemią, należałoby rozróżniać trzy przypadki:

1) Napór ziemi spółdziała korzystnie na stateczność muru wezgłownego, przesuwając punkty naporowe w spoinach nad i podposadowej ku środkowi spoin, a nawet poza ich środek, lecz nie tak daleko, iżby ciśnienia skrajne stały się większe od ciśnień, jakie się pojawiają w przypadku, gdyby parcie ziemi nie spółdziałało. W takich okolicznościach najbezpieczniej będzie, nie uwzględniać wcale parcia ziemi, aby zapewnić stateczność i wytrzymałość muru wezgłownego nawet wtenczas, gdy w jakimbądź celu usuniemy ziemię z poza tego muru.

2) Napór ziemi jest tak wielki, że powoduje zwiększenia ciśnień skrajnych, względnie do obliczonych bez uwzględnienia owego naporu, a stanie się to zazwyczaj wówczas, gdy pod wpływem naporu ziemi punkt naporowy w spoinach nad- i podposadowej przesunie się daleko poza środek spoiny. W takim przypadku uwzględnienie naporu ziemi jest konieczne.

3) Mur wezgłowny, w stosunku do naporu sklepienia, jest tak wątły, że nawet czynny napór ziemi nie przesunie dostatecznie punktu naporowego ku środkowi w spoinie nadposadowej, wzgl. podposadowej. W takim przypadku poleganie na korzystnem spółdziałaniu, już nie tylko czynnego naporu ziemi, lecz nawet biernego jej odporu, byłoby ponajczęściej połączone z wielkiem niebezpieczeństwem dla budowli. Jednakże w okolicznościach właściwych można wyjątkowo korzystać i z odporu ziemi, np. gdy mur wezgłowny opiera się swą tylną powierzchnią o niewzruszony jeszcze grunt dziewiczy, wielkiej spoistości, np. o skałę. (O parciu ziemi p. str. 726 i nast.).

# V. USTROJE ŻELAZNO-BETONOWE *).

**Przepisy, dotyczące ustrojów żelazno-betonowych w budynkach,** wydane przez prusk. ministra rob. publ. w d. 16 maja 1904 r.

Streszczenie **).

## A. Waga własna.

1. Wagę jednego m³ betonu, wraz z wkładkami żelaznemi, należy liczyć po 2400 kg, licząc zaś inną wagę, należy wykazać, że jest ona zgodna z rzeczywistą.

2. Do wagi części dźwigających stropu trzeba dodać wagę podłogi, posadzki i t. p. podług znanych ich wag jednostkowych.

## B. Oznaczenie sił zewnętrznych.

1. W ustrojach, podlegających gięciu, trzeba obliczać momenty gnące i odpory podpór w sposób odpowiadający danemu ustrojowi, a więc uważając go bądź to za belkę jednoprzęsłową, swobodnie podpartą, bądź też za belkę wieloprzęsłową.

2. Za rozpiętość liczy się: w płytach jednoprzęsłowych, swobodnie podpartych, prześwit między podporami, zwiększony o grubość płyty, a w płytach wieloprzęsłowych istotne odstępy między środkami podpór.

3. O ile momentów gnących belkę wieloprzęsłową nie oznaczymy przez ścisłe obliczenie, albo doświadczalnie, wypada liczyć moment w pośrodku poszczególnego jej przęsła jako równy $^4/_5$ tego momentu, jakiby powstał w tymże przęśle, gdyby się płyta wspierała końcami swobodnie.

4. Ta sama zasada stosuje się i do belek przekroju zwykłego, i do płyt użebrowanych lub drążonych, wreszcie i do siestrzanów, z tem jednak zastrzeżeniem, że możemy wprowadzać do obliczenia moment osadzenia końców tylko wtenczas, gdy go istotnie i zaufnie wytworzymy przez zastosowanie właściwych środków dodatkowych. Za rozpiętość ***) liczymy natenczas prześwit, powiększony o długość jednej podpory.

5. Jako przekrój nośny płyt użebrowanych lub drążonych można do żebra, względnie środnika, doliczać pasek płyty, lecz szerokości nie większej niż $^1/_3$ długości ****) płyty.

6. Słupy należy obliczać i na naciski mimoosiowe, mogące się pojawić z powodu niesymetrycznego obciążenia przęseł, spoczywających na słupie.

## C. Oznaczenie sił wewnętrznych.

1. Stosunek spółczynników sprężystości żelaza i betonu wypada liczyć jak 15 : 1, o ile się nie wykaże stosunku odmiennego.

2. Naprężenia w przekroju ciała, podlegającego gięciu, należy obliczać w założeniu, że wydłużenia poszczególnych włókien pozostają w prostym stosunku do ich odległości od osi obojętnej, oraz że wkładki żelazne przejmują na siebie całą siłę rozciągającą.

---

*) O obliczeniach ustrojów żelazno-betonowych por. liczne rozprawy prof. M. Thulliego w Przeglądzie Techn., np. rocznik 1896, 1898, 1899 i następne, zwłaszcza też wyczerpującą rozprawę: „Przyczyny złamania belek żelazno-betonowych prostych“ Przegląd Techn., 1906, str. 97 i dalsze. Wreszcie: „Nowe doświadczenia ze słupami żelaznobetonowymi we Lwowie“, Przegl. Techn., 1907 str. 247 i dalsze.

**) Podł. Zeitschr. f. Bauw. 1904, str. 253 i n.; tłumaczenie całości przepisów podał Przegląd Techn. 1906, str. 300 i nast.

***) Oryginał przepisów nie określa, czy należy rozumieć rozpiętość jednego przęsła, czy też całkowitą rozpiętość wszystkich przęseł.

****) Oryginał przepisów jest tu nie jasny.

3. Jeżeli kształt danej części ustroju sam przez się nie uwydatnia bezpieczeństwa na siły tnące, to trzeba siły te obliczyć szczegółowo, a przenieść je na stosowne wkładki żelazne, o ile sam ustrój pierwotny nie zawiera już w sobie części, któreby mogły zaufnie przejąć owe siły.

4. Wkładkom żelaznym wypadałoby wedle możności nadawać taki kształt, któryby sam przez się uniemożliwiał ich przesunięcie się w betonie; w przeciwnym zaś razie należy wykazać obliczeniem, że ich przyczepność jest dostateczna.

5. Gdy długość słupa (lub podpory) przekracza 18-krotną wartość mniejszego z jego wymiarów poprzecznych, trzeba już sprawdzać jego wytrzymałość na wyboczenie. Odstępy między wiązłami poprzecznemi, mającemi zapewnić niezmienność wzajemnego położenia prętów wkładki, muszą być nie większe od 30-krotnej średnicy owych prętów.

6. Wytrzymałość na wyboczenie należy obliczać podług wzorów Euler'a.

## D. Naprężenia dozwolone.

1. W częściach wystawionych na gięcie, beton niema podlegać ciśnieniom wyższym niż $^1/_5$ swej wytrzymałości na zgniecenie, a ciągnienie lub ciśnienie we wkładkach żelaznych niema przekraczać 1200 kg/cm².

Granic powyższych nie mają przekraczać naprężenia, obliczone na zasadzie obciążeń poniższych:

a) W ustrojach, podlegających nieznacznym tylko wstrząśnieniom, jako to w stropach domów mieszkalnych, pod biurami i sklepami, liczy się istotna waga własna i rzeczywiste obciążenie użytkowe.

b) W ustrojach, podlegających znaczniejszym wstrząśnieniom, jako to w stropach pod salami zebrań, pod tańcowniami, pod składami i w fabrykach, liczy się istotna waga własna, a obciążenie użytkowe z powiększeniem dosięgającem 50%.

c) W ustrojach, podlegających silnym uderzeniom, jako to w stropach pod bramami, przejazdami i dziedzińcami, liczy się istotna waga własna, a obciążenie ruchome, z powiększeniem dosięgającem 100%.

2. Ciśnienie na beton w słupach i podporach niema przekraczać $^1/_{10}$ wytrzymałości na zgniecenie, a obliczenie wkładek żelaznych w częściach, mogących podlegać wyboczeniu, powinno wykazać przynajmniej 5-krotne ich bezpieczeństwo.

3. Naprężenie tnące w betonie niema przekraczać 4,5 kg/cm², a w przypadku gdy dowiedzionem będzie, że mający się stosować beton posiada względnie wyższą wytrzymałość na cięcie, należy zapewnić przynajmniej 5-krotne bezpieczeństwo.

4. Naprężenie rozczepne, przeciwdziałające przyczepności betonu do żelaza, niema przekraczać granic cięcia dozwolonego w betonie.

---

# VI. MOSTY ŻELAZNE *).

O obliczaniu i obciążeniach mostów p. str. 637 i nast.

## A. Część ogólna.

1. **Most składa się** z dwóch zasadniczo różnych części, a mianowicie: z filarów, wzgl. przyczółków, wraz z posadami, i z dźwigarów wraz z pomostem, które w mostach sklepionych przekształcają się na sklepienie z nasypem.

---

*) Literatura: M. Thullie, Podręcznik teoryi mostów, Lwów 1889, oraz roczniki lwowskiego „Czasopisma technicznego“ i warszawskiego „Przeglądu technicznego“.

Tworzywo może być w całym moście jednakowe, np. drzewo lub żelazo na filary i dźwigary, mur na filary i sklepienia i t. p., albo też rozmaite, a natenczas filary i przyczółki bywają ponajczęściej murowane, dźwigary zaś żelazne lub drewniane. Wyjątkowo tylko będą naodwrót filary żelazne, a na nich sklepienia z muru, jak to wykonano, np. na dworcu frankfurckim, w 18-tu mostach pod tory kolejowe nad tunelami dla podróżnych, tłómoków i przesyłek pocztowych.

2. **Wybór miejsca** pod mosty na rzekach zależy przeważnie od jakości gruntu i właściwości przyborów wody. Należałoby wedle możności wyszukać miejsce o możliwie dobrym gruncie budowlanym, a zarazem takie, w którem zacieśnienie rzeki przez filary mostowe najmniej będzie szkodliwe. Wypada zatem unikać miejsc, w których się mogą tworzyć zatory lodowe, a z dwóch miejsc o brzegach nizkich, względnie wyniosłych, należy dać pierwszeństwo miejscowości z brzegami wyniosłymi.

3. **Pochyłość podłużna** pomostu mostowego nie powinnaby przekraczać stosunków poniższych:

| w mostach: | kolejowych | drogowych | dla pieszych |
|---|---|---|---|
| na równinach . . . . | 1 : 200 | 1 : 40 | 1 : 12 |
| w podgórzu . . . . . | 1 : 100 | 1 : 30 | |
| w górach . . . . . | 1 : 40 | 1 : 20 | |

Pochyłość jezdni na mostach zależy także i od rodzaju jej powierzchni, zwłaszcza od stopnia jej ślizgości, a poniżej zestawiamy kilka stosunków skrajnych, których nie należy przekraczać:

bruk asfaltowy. . . . . 1 : 70,
bruk z kostek drewnianych (w Berlinie). . . 1 : 40,
„ „ „ (w Paryżu) . . . 1 : 20,
jezdnia z tłucznia (szabru) . . . . . 1 : 20.

Na mostach drogowych, ze względu na łatwiejsze odwodnienie i na lepszy wygląd, zaleca się zastąpienie pomostu zupełnie poziomego pomostem, wznoszącym się łagodnie od obydwóch końców ku środkowi, np. ze wzniesieniem 1 : 200.

Jezdni wypada nadać **spadki poprzeczne**, mianowicie:

dla bruku kamiennego . . . . . 1 : 40 do 1 : 30,
„ jezdni z tłucznia (szabru) . . . 1 : 24 „ 1 : 15,
a chodnikom . . . . . 1 : 100 „ 1 : 50.

4. **Wysokość ustrojową** pomostu mierzymy od wierzchu szyn, względnie od powierzchni jezdni w pośrodku, do spodu najniżej sięgającego dźwigara (głównego, poprzecznicy, wzgl. podłużnicy) z doliczeniem nakówków nitowych i ugięcia się mostu pod obciążeniem. Wysokość ta w sklepionych mostach drogowych o rozpiętości do 22 m, będzie przynajmniej 0,85 m, a w takichże mostach kolejowych 1 m. Natomiast w żelaznych mostach kolejowych wystarczą mniejsze wysokości ustrojowe, mianowicie: 0,65 m, gdy podkłady poprzeczne spoczywają wprost na podłużnicach, a 0,75 m, gdy

spoczywają na podtorzu żwirowem, którego grubość pod pokładem w takich razach można zmniejszyć do 10 cm, przyczem grubość całego podtorza aż do wierzchu żelaznych podkładów podłużnych mogłaby nie przekraczać 18 cm. Pod jezdnią mostów drogowych wypada liczyć przynajmniej grubości poniższe:

| | |
|---|---|
| pokład asfaltowy . . . . . | 4 cm, |
| pokład z kostek granitowych, pod wozy ciężkie | 16 cm, |
| pokład z brukowców drobnych, wprost na betonie, pod wozy lekkie . . . . . | 8 cm, |
| pokład z kostek drewnianych . . . . . | 12 cm, |
| warstwa betonu pod nie . . . . . | 8 cm, |
| jezdnia z tłucznia (szabru) . . . . . | 15 cm. |

5. Prześwitna **wysokość przejazdu** pod mostami niema być mniejsza niż:

4,85 m od wierzchu szyn kolei średniotorowych, a mianowicie 4,8 m na obrysie i 5 cm luzu dodatkowego;
4,5 do 7 m nad ulicami i drogami, po których chodzą tramwaje;
3,8 m nad drogami wiejskiemi.

Żegluga natomiast wymaga poniższych wysokości prześwitnych, mierzonych od powierzchni wody:

na statki o pojemności 400 t: 3,2 m ponad najwyższe przybory, a 3,5 m ponad zwykły wysoki poziom wody;
na statki o pojemności 600 t: 4,4 do 4,5 m;
na statki morskie: 42 m.

Pozatem poduszki dźwigarów, wzgl. wezgłowia sklepień, powinnyby się wznosić przynajmniej 0,5 m ponad przybory najwyższe, by ich nie narażać na uderzenia kry.

6. **Ilość przęseł i ich przeloty** zależą od rodzaju drogi, przechodzącej pod mostem. W mostach nadulicznych prześwit między przyczółkami powinienby się równać szerokości ulicy, a podział na przęsła przystosować do podziału ulicy na jezdnie, chodniki, aleje i t. p. W odstępie 0,5 m od kraju chodnika można już, w razie konieczności, stawiać na nim słupy. Mosty nad drogami wiejskiemi powinnyby otrzymać przelot równający się pełnej szerokości drogi. Przęsła nad torami kolejowymi otrzymują przeloty przystosowane do szerokości obrysia torowego, z pozostawieniem jeszcze pewnego luzu na zapas. Nad kanałami most może wprawdzie zwężać szerokość kanału, lecz przelot mostu powinien być dostateczny na wymijanie się dwóch statków, z pozostawieniem 0,5 do 1 m luzu, oraz na przeprowadzenie pod mostem drogi, wzgl. ścieżki holowniczej.

Podział przęseł i ich przeloty na rzekach pozostają w zależności nietylko od względów na żeglugę, lecz przedewszystkiem od ilości wody, jaką rzeka odprowadza w czasie przyborów, od kry i od ogólnych właściwości danej rzeki. Dla żeglugi na większych rzekach, zwłaszcza gdy nurt jej się zakrzywia, pożądanem jest chociażby jedno przęsło o rozpiętości przynajmniej 50 m i tak ukształtowane, aby ze zbliżającego się statku mieć widok niezacieśniony

na dalszy nurt rzeki poza mostem. Filar pośrodkowy na rzekach 50 do 70 m szerokich stanowi poważną przeszkodę dla swobodnego spływania kry. Przeloty przęseł i całkowity przekrój przepływu pod mostem obieramy zazwyczaj nie mniejsze od zastosowanych w najbliższym moście leżącym poniżej; a gdy nowy most leży w blizkości już istniejącego, natenczas wypadałoby i pod względem podziału na przęsła przystosować się wedle możności do mostu już istniejącego.

Zwężenie przekroju rzecznego przez filary mostowe powoduje pewien podpór wody, niezbędny na przyspieszenie prędkości wody, pod mostem przepływającej. Jeżeli przez $v$ oznaczymy prędkość wody powyżej mostu, a przez $v_1$ prędkość wody pod mostem, to podpór $h$ będzie:

$$h = \frac{v_1^2 - v^2}{2g}.$$

Prędkość $v_1$ nie powinna przekraczać granicy, przy której woda mogłaby wymywać dno rzeki, unosząc ze sobą ziarnka piasku lub żwiru, których wielkość i waga warunkują ową granicę. Jeżeli przez $t$ oznaczymy średnią głębokość w niezacieśnionym przekroju rzeki, a przez $H = \frac{v^2}{2g}$ wysokość prędkości w tymże przekroju, to suma przelotów mostowych $b$ określa się wzorem:

$$b = \frac{\text{największa objętość wody przepływającej}}{\mu \sqrt{2g} \left\{ {}^2/_3 \left[ \sqrt{(h+H)^3} - \sqrt{H^3} \right] + t \sqrt{h+H} \right\}} \quad *)$$

Spółczynnik $\mu$ we wzorze powyższym otrzymuje wartości:

a) Dla małych przelotów, podług Navier'a:

$\mu = 0{,}95$, gdy naczółki mają w planie przekrój półkolisty lub ostrołukowy;

$\mu = 0{,}90$, gdy naczółek jest rozwartokątny;

$\mu = 0{,}80$, gdy przednia powierzchnia naczółka jest zupełnie płaska;

$\mu = 0{,}70$, gdy nadto wezgłowia sklepienne leżą już pod wodą.

b) Dla przelotu 100 m podaje Sonne wartość $\mu = 0{,}97$, gdy $v = 0{,}8$ m/sek., a $t = 3$ m.

Najmniejszy koszt budowy mostu otrzymamy w przybliżeniu, gdy całkowitą jego długość podzielimy na takie przęsła, dla których koszt poszczególnego filara z posadą równał kosztowi przynależnego przęsła dźwigarów z pomostem, wzgl. sklepienia z nadsypem, lecz bez pokładu pomostowego, którego koszt pozostaje niezależnym od zmian rozpiętości poszczególnych przęseł.

### 7. Wymiary kilku większych mostów:

| Nazwa mostu | Przelot w m | Strzałka mostów łukowych |
|---|---|---|
| Betonowy most trójprzegubowy pod Munderkingen | 50 | 1 : 10 |
| Most sklepiony z ciosów pod Waszyngtonem. . | 69,46 | 1 : 3,75 |

*) Podług Handb. d. Ingen. Wissensch. III, 1, str. 549.

| Nazwa mostu | Przelot w m | Strzałka mostów łukowych |
|---|---|---|
| Drewniany most łukowy pod Wettingen . . . | 120 | |
| Żelazny most łukowy, drogowy pod Bonn. . . | 187,9 | |
| Dwutorowy most żelazny, łukowy pod Müngsten. | 170 | 1 : 2,5 |
| Żelazny most łukowy, dwuprzegubowy nad Niagarą | 256,03 | 1 : 5,6 |
| Most Williamsburg w Nowym Jorku. . . . . | 487,6 | |
| Wspornikowy most Mirabeau w Paryżu. . . . | 99,34 | 1 : 16,05 |
| Trójprzegubowy, żelazny most łukowy Aleksandra w Paryżu . . . . . | 107,50 | 1 : 17,12 |
| Wspornikowy most nad zatoką Firth of Forth . | 521,20 | |

## B. Podpory mostowe (filary i przyczółki).

(O murach p. str. 157 i nast., o kamieniach str. 78 i nast., o zaprawach i betonie str. 87 i nast ).

1. **Posadowienie.** Oprócz sposobów, podanych na str. 149 i nast., a których wybór ułatwia zestawienie, podane na str. 151, stosują w nowszych czasach jeszcze między innemi beton ubijany, a mianowicie bądź to ubijany w warstwie posadowej, bądź też ubity uprzednio w postaci pali żelazno-betonowych, które zabijamy w sposób podobny jak pale drewniane. Pale betonowe, jako nie podlegające gniciu lub butwieniu, mają nad drewnianymi tę wyższość, że możemy je zabijać i w grunta suche lub wilgotne, podczas gdy pale drewniane muszą całkowicie i stale leżeć pod najniższym poziomem wód gruntowych.

Jeżeli z betonu ubijamy bezpośrednio warstwę posady, to należy uprzednio osuszyć grunt na czas tej roboty, aby wydobywająca się woda gruntowa nie wypłukiwała zaprawy z betonu jeszcze nie skrzepniętego. Gdy chodzi o posadowienie przyczółków, można nieraz osuszenia tego dokonać, osączając grunt z wody, którą zbieramy natenczas w głębokich studniach, a usuwamy ją z nich pompami *). Gdy grunt nie posiada dostatecznej nośności, można ją powiększyć przez uprzednie stłaczanie gruntu, np. przez wybijanie głębokich jam pionowych, za pomocą ciężkiej, od spodu stożkowatej baby, spuszczanej na kafarze z wielkiej wysokości. Jamy te, dość gęsto rozmieszczone pod posadą, wypełniamy następnie betonem, który również ubijamy kafarem. W ten sposób wytwarzamy niejako szeregi grubych pali betonowych, a na nich i na leżącej między nimi warstwie stłoczonego gruntu możemy oprzeć właściwą posadę, wytworzoną, np. z warstwy betonu ubijanego.

2. **Filary i przyczółki** murujemy z cegły, z kamienia łomowego, z ciosów, wreszcie stosujemy ciosy tylko na oblicowanie, zwłaszcza

*) Zeitschr. d. Bauv. 1898, str. 78. Brettschneider: Wykonanie budowli kanalizacyjnych w Charlottenburgu.

naczółków, murując resztę z materyału tańszego. Zaprawę stosujemy wyłącznie prawie tylko hydrauliczną, przeważnie z cementu portlandskiego. Budujemy też filary i przyczółki z betonu ubijanego, nieraz licowanego klinkierem lub ciosami, albo też z żelazo-betonu. Ciosy podpoduszkowe bywają ponajczęściej z granitu, w każdym razie powinny one być z kamienia trwałego i wytrzymałego, gdyż naciski poduszek na te ciosy: 45 do 70 kg/cm², uważają się zazwyczaj jeszcze za dostatecznie bezpieczne.

Filary mostowe, a wyjątkowo chyba tylko i przyczółki, bywają często żelazne, a mianowicie:

α) Szereg pali żelaznych lub żeliwnych wśrubowanych lub zabijanych w grunt, tworzy bezpośrednio jarzmo filaru mostowego.

β) Na posadzie murowanej stawiamy szereg słupów żelaznych lub żeliwnych, łączymy je ze sobą nawzajem wykrzyżowaniem i wierzchnim oczepem, tworząc w ten sposób filar mostowy. Słupy takie mogą być dołem osadzone w posadzie, przeważnie jednak spoczywają one przegibnie na swych poduszkach. Ustrój ten znajduje szerokie zastosowanie w mostach nad drogami i ulicami.

γ) Filary z kratowia przestrzennego stosujemy przeważnie do mostów większej rozpiętości i znacznej wysokości filarów. Posady podfilarowe wyprowadzamy natenczas z muru aż ponad najwyższy poziom wód wezbranych, a na tych posadach ustawiamy dopiero filary żelazne. Filary te możemy osadzić w posadzie, a w takim razie zwężają się one zazwyczaj ku górze. Częściej jednak podpieramy owe filary przegubowo na poduszkach przyposadowych, wspierając również przegubowo i dźwigary mostowe na filarach, a filary takie miewają zazwyczaj największą grubość w środku swej wysokości, zwężając się od tego punktu ku obydwu końcom.

Podług Winkler'a najkorzystniejszy stosunek rozpiętości mostowej $l$ do wysokości $h$ filara z kratowia przestrzennego będzie:

$l : h = 0{,}8$ dla filarów przegubowych, a
$l : h = 1$ dla filarów dołem osadzonych (bezprzegubowych).

## C. Tworzywa i ich obróbka.

### 1. Tworzywa.

a) Mury (p. str. 157 i nast., oraz 78 i nast., wreszcie 87 i nast.).

b) Drzewo (p. str. 105 i nast.).

c) **Żelazo** (p. str. 17 i nast.). W mostownictwie stosują obecnie prawie wyłącznie tylko walcowane żelazo zlewne uszczerzone sposobem Thomas'a, albo zasadowym sposobem Siemens'a Martin'a. Żelazo mostowe powinno czynić zadość wymaganiom przepisów, podanych na str. 51 i nast. (w Niemczech), wzgl. na str. 57 i nast. (w Rosyi).

Przy projektowaniu przekrojów poszczególnych prętów dźwigarowych i t. p. należy dobierać wedle możności kształtowniki tak, aby, zapewniając bezpieczną wytrzymałość, otrzymać możliwie małą wagę poszczególnego pręta. Ponieważ jednak pewne przekroje kształtowników, niezwykła ich długość, a podobnie i niezwykłe wy-

miary blach, podlegają nadwyżkom cen, w kuźnicach wyrabiających ów towar, więc, chcąc budować możliwie oszczędnie, należałoby w ustrojach i zeskładach mostowych wedle możności unikać wyrobów, obciążanych taką nadwyżką ceny. Niekiedy jednak kształtownik lub blacha, podlegające takiej nadwyżce ceny, mogą okazać się w istocie tańszemi, a to np. przez zaoszczędzenie spoin i szwów nitowych i złączonych z nimi kosztów nitowania, przez zmniejszenie ogólnej wagi żelaza zużytego i t. p. Niezależnie od tej, niekiedy możliwej oszczędności, wypada wyroby obłożone nadwyżką stosować nawet wtedy, gdy się przez to zwiększą koszta ogólne, o ile w zamian otrzymamy ustrój, lepiej celowi swemu odpowiadający. Przy projektowaniu zeskładów żelaznych należy zatem bacznie sprawdzać owe nadwyżki podług cennika kuźnicy, mającej dostarczać żelazo. Sprawdzanie ułatwia nam ta okoliczność, że większość poważniejszych kuźnic tego samego kraju obciąża zazwyczaj te same gatunki i wymiary swych wyrobów jednakowo ustalonemi nadwyżkami.

2. **Nity** p. T. I str. 437 i nast., zwłaszcza str. 444 i nast. **Śruby** p. T. I str. 425 i nast.

Naprężenie w nitach wypada sprawdzić przedewszystkiem w miejscach poniżej wyszczególnionych: a) w nakładkach złącz pasowych, b) w przyłączu do podwęźla w końcach każdego pręta, c) w przyłączach poprzecznic i podłużnic, d) w blachownicach zaś należy sprawdzić nicenie: w złączach środnika, w przyłączeniu się pasów do środnika (podziałkę) i w taśmach pasowych (z uwzględnieniem ich długości obliczonej i rzeczywistej).

3. **Obróbka poszczególnych części.** Zadry walcownicze należy usunąć z prętów i blach, które powinny otrzymać kształt ściśle dostosowany do projektowanego, a mianowicie taki, aby powierzchnie, mające się ze sobą stykać, przylegały dokładnie do siebie już przed znitowaniem, a więc aby nity nie potrzebowały ich doginać. W złączach prętów końce obydwóch, łączonych ze sobą części pręta, powinny storcami swemi ściśle do siebie dolegać. Miejsca zagięć w częściach wygiętych powinny być bez rys i o przekroju nieuszczuplonym.

4. **Dziurowanie części składowych.**

Przebijać dziury na nity lub śruby można jedynie w blachach i podwęźlach ze żelaza zlipnego, oraz w częściach drugorzędnego znaczenia, np. w blachach pomostowych; wszystkie inne dziury należy wiercić. Jeżeli dziury nie wiercimy odrazu poprzez wszystkie części, które nit lub śruba ma złączyć, a więc gdy wiercimy je oddzielnie w każdej części składowej, to wypada powiercić dziury o mniejszej średnicy, i dopiero po złożeniu przynależnych części na siebie, poszerzyć łącznie dziury rozwiertnikiem, lecz nie pilnikiem okrągłym. Na krawędziach dziur nie powinno być najmniejszych nawet rysów, a zadry z nich należy starannie usunąć i dziurę wyczyścić przed wsadzeniem w nią nita lub śruby.

5. **Czyszczenie części zeskładów żelaznych** p. str. 69.

6. **Ochrona części żelaznych** od rdzewienia p. str. 67 i nast.

# D. Pomost.

## a. Pomosty pod koleje średniotorowe.

Szerokość pomostów podolnych, jednotorowych, ma być przynajmniej 4,1 m. Podług nowych przepisów Związku kol. niem. po bokach obrysia torowego ma jednakże z każdej strony pozostawać swobodna przestrzeń 0,2 m szeroka.

1. **Tor bez podkładów** układamy w ten sposób, że pod każdą szyną leży podłużnica, a na niej w odstępach co 0,6 m podkładki lano-stalowe, poprzez które przytwierdzamy szynę bezpośrednio do podłużnicy za pośrednictwem zacistek. Między podkładkę a wierzch podłużnicy zaleca się podłożenie płytek pilśniowych, które łagodzą uderzenia, a przy grubości 2 cm znoszą bezpiecznie ciśnienia do 25 kg/cm².

2. **Tor na drewnianych podkładach poprzecznych,** leżących bezpośrednio na podłużnicach, układamy w dwojaki sposób: albo podkłady leżą gęsto, jeden dotykiem do drugiego, a natenczas tworzą one zarazem i pokład pomostu; albo też podkłady leżą w odstępach wzajemnych nie ponad 0,7 m, a natenczas na śródtorzu i obustronnych przytorzach pokrywamy je pokładem z bali 5 do 8 cm grubych. Podkłady w końcu wspomniane przytwierdzają się do podłużnic za pośrednictwem obustronnych kawałków kątownika nierównoramiennego (120 · 80 · 10 mm), przynitowanych krótszem ramieniem do wierzchu podłużnicy, a przez dłuższe ich ramiona, obejmujące podkład, i poprzez niego przeciągamy śrubę 20 do 26 mm średnicy.

Podkłady te można bezpiecznie naprężać gięciem do 75 kg/cm², a przy odstępach podkładów nie ponad 0,7 m możemy natenczas, przy wzajemnym odstępie podłużnic:

160 162 164 168 171 175 174 178 183 193 204 213 cm,

układać podkłady o przekroju:

$^{16}/_{16}$ $^{16}/_{18}$ $^{16}/_{18}$ $^{18}/_{20}$ $^{18}/_{22}$ $^{18}/_{24}$ $^{20}/_{22}$ $^{20}/_{24}$ $^{20}/_{26}$ $^{22}/_{28}$ $^{24}/_{30}$ $^{28}/_{30}$ cm.

Najwłaściwszym będzie wzajemny odstęp podłużnic 170 do 180 cm, a ze względu na możliwe wykolejenie się na moście, układamy te 3,5 m długie podkłady niesymetrycznie, a mianowicie naprzemiannie dotykiem to do prawego, to do lewego dźwigara głównego. Bezpieczniej jednak zawsze będzie układać, podkłady zupełnie gęsto, t. j. przylegające nawzajem do siebie.

Najdoskonalszym, aczkolwiek najdroższym jest ustrój z podsypką w podtorzu, opisany poniżej pod 5.

3. **Podłużnice podtorowe** najdogodniej wytworzyć z dwuteowników o wysokości 240 do 550 mm, o ile ich rozpiętość nie przekracza 5,5 m. W celu ułatwienia obliczeń tych podłużnic podajemy tablicę momentów gnących i niezbędnych momentów wytrzymałości, obliczoną na zasadzie szeregu ciężarów, przepisanego dla kolei pruskich a podanego na str. 643, przyczem momenty wytrzymałości obliczono w założeniu naprężenia bezpiecznego 750 kg/cm². Przyrostki $\frac{\Delta M}{\Delta \lambda}$ i $\frac{\Delta W}{\Delta \lambda}$ ułatwiają oznaczenie momentów dla rozpiętości pośred-

nich między podanemi w tablicy. Momenty w tablicy obliczono z uwzględnieniem wagi własnej podłużnic i pokładu, która to waga zwiększa się nieco wraz z szerokością pomostu. Wartości w tablicy podano dla szerokości pomostu, 4,9 m, a zmniejszenie tej szerokości o każde 0,1 m zmniejszyłoby momenty o 0,25 do 0,7‰, a to zależnie od rozpiętości podłużnic. Zmniejszenie to jest atoli tak znikome, że można je zaniedbać.

**Momenty: gnące $M$ i wytrzymałości $W$ w podłużnicy pod pomostem 4,9 m szerokim.**

| Rozpiętość $\lambda$ cm | Największy moment gnący, spowodowany: wagą własną tm | pociągiem tm | Całkowity moment gnący $M$ tm | $\frac{\Delta M}{\Delta \lambda}$ | Niezbędny moment wytrzymałości $W$ cm³ | $\frac{\Delta W}{\Delta \lambda}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **100** | 0,0510 | 2,50 | **2,5510** | | **340** | |
| | | | | 0,0258 | | 3,45 |
| 120 | 0,0677 | 3,00 | 3,0677 | | 409 | |
| | | | | 0,0269 | | 3,6 |
| 140 | 0,1057 | 3,50 | 3,6057 | | 481 | |
| | | | | 0,0263 | | 3,5 |
| 160 | 0,1306 | 4,00 | 4,1306 | | 551 | |
| | | | | 0,0263 | | 3,5 |
| 180 | 0,1571 | 4,50 | 4,6571 | | 621 | |
| | | | | 0,0279 | | 3,7 |
| **200** | 0,2158 | 5,00 | **5,216** | | **695** | |
| | | | | 0,0267 | | 3,55 |
| 220 | 0,249 | 5,50 | 5,749 | | 766 | |
| | | | | 0,0270 | | 3,65 |
| 240 | 0,289 | 6,00 | 6,289 | | 839 | |
| | | | | 0,0311 | | 4,1 |
| 260 | 0,328 | 6,582 | 6,910 | | 921 | |
| | | | | 0,0505 | | 6,75 |
| 280 | 0,415 | 7,505 | 7,920 | | 1056 | |
| | | | | 0,0494 | | 6,6 |
| **300** | 0,470 | 8,438 | **8,908** | | **1188** | |
| | | | | 0,0510 | | 6,65 |
| 320 | 0,531 | 9,379 | 9,910 | | 1321 | |
| | | | | 0,0524 | | 7,0 |
| 340 | 0,631 | 10,327 | 10,958 | | 1461 | |
| | | | | 0,0625 | | 7,65 |
| 360 | 0,708 | 11,400 | 12,108 | | 1614 | |
| | | | | 0,0755 | | 10,1 |
| 380 | 0,793 | 12,825 | 13,618 | | 1816 | |
| | | | | 0,0775 | | 10,3 |
| **400** | 0,917 | 14,250 | **15,167** | | **2022** | |
| | | | | 0,0763 | | 10,2 |
| 450 | 1,170 | 17,813 | 18,983 | | 2531 | |
| | | | | 0,0786 | | 10,5 |
| **500** | 1,540 | 21,375 | **22,915** | | **3055** | |
| | | | | 0,0781 | | 10,4 |
| 550 | 1,880 | 24,938 | 26,818 | | 3576 | |
| | | | | 0,0790 | | 10,5 |
| **600** | 2,270 | 28,500 | **30,770** | | **4103** | |
| | | | | 0,0830 | | 11,1 |
| 650 | 2,641 | 32,280 | 34,921 | | 4656 | |
| | | | | 0,0991 | | 13,2 |
| **700** | 3,147 | 36,730 | **39,877** | | **5317** | |
| | | | | 0,1111 | | 14,8 |
| **800** | 4,237 | 46.750 | **50,987** | | **6798** | |

4. **Poprzecznice** bywają albo walcowanymi dwuteownikami, albo blachownicami o wysokości równej $^1/_7$ do $^1/_{10}$ rozpiętości poprzecznicy, a wyjątkowo tylko kratownicami. Jednolita belka walcowana zaleca się nawet w tym przypadku, gdy jej waga wypadnie nieco większą od belki nitowanej. Cena bowiem blachownic na jednostkę wagi bywa około 40% wyższa niż belek walcowanych, a cena kratownic jeszcze wyższa.

## Tablice nacisków $A$ na poprzecznicę.

| Odstępy poprzecznic $\lambda$ cm | Nacisk $A$ spowodowany: wagą własną t | pociągiem t | wagą własną i pociągiem t | $\frac{\Delta A}{\Delta \lambda}$ t/m | Odstępy poprzecznic $\lambda$ cm | Nacisk $A$ spowodowany: wagą własną t | pociągiem t | wagą własną i pociągiem t | $\frac{\Delta A}{\Delta \lambda}$ t/m |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Pomost 3,6 m szeroki** | | | | | **Pomost 4,9 m szeroki** | | | | |
| **100** | **0,490** | **10,000** | **10,49** | 0,003 | **200** | **1,171** | **14,250** | **15,42** | 0,070 |
| 110 | 0,524 | 10,000 | 10,52 | 0,003 | 210 | 1,194 | 14,929 | 16,12 | 0,064 |
| 120 | 0,545 | 10,000 | 10,55 | 0,001 | 220 | 1,219 | 15,545 | 16,76 | 0,060 |
| 130 | 0,564 | 10,000 | 10,56 | 0,011 | 230 | 1,253 | 16,109 | 17,36 | 0,055 |
| 140 | 0,670 | 10,000 | 10,67 | 0,002 | 240 | 1,283 | 16,625 | 17,91 | 0,050 |
| 150 | 0,692 | 10,000 | 10,69 | 0,071 | 250 | 1,306 | 17,100 | 18,41 | 0,045 |
| 160 | 0,714 | 10,688 | 11,40 | 0,109 | 260 | 1,328 | 17,538 | 18,86 | 0,057 |
| 170 | 0,755 | 11,735 | 12,49 | 0,095 | 270 | 1,488 | 17,945 | 19,43 | 0,040 |
| 180 | 0,775 | 12,667 | 13,44 | 0,087 | 280 | 1,512 | 18,321 | 19,83 | 0,039 |
| 190 | 0,806 | 13,500 | 14,31 | 0,088 | 290 | 1,549 | 18,672 | 20,22 | 0,037 |
| **200** | **0,935** | **14,250** | **15,19** | 0,069 | **300** | **1,585** | **19,000** | **20,59** | 0,034 |
| 210 | 0,954 | 14,929 | 15,88 | 0,064 | 310 | 1,622 | 19,306 | 20,93 | 0,033 |
| 220 | 0,972 | 15,545 | 16,52 | 0,061 | 320 | 1,661 | 19,594 | 21,26 | 0,040 |
| 230 | 1,021 | 16,109 | 17,13 | 0,054 | 330 | 1,797 | 19,864 | 21,66 | 0,028 |
| 240 | 1,048 | 16,625 | 17,67 | 0,050 | 340 | 1,820 | 20,118 | 21,94 | 0,057 |
| 250 | 1,068 | 17,100 | 18,17 | 0,046 | 350 | 1,867 | 20,643 | 22,51 | 0,066 |
| 260 | 1,087 | 17,538 | 18,63 | 0,053 | 360 | 1,915 | 21,250 | 23,17 | 0,062 |
| 270 | 1,217 | 17,945 | 19,16 | 0,040 | 370 | 1,967 | 21,824 | 23,79 | 0,060 |
| 280 | 1,237 | 18,321 | 19,56 | 0,040 | 380 | 2,021 | 22,368 | 24,39 | 0,055 |
| 290 | 1,292 | 18,672 | 19,96 | 0,036 | 390 | 2,055 | 22,885 | 24,94 | 0,063 |
| **300** | **1,323** | **19,000** | **20,32** | 0,034 | **400** | **2,193** | **23,375** | **25,57** | 0,052 |
| 310 | 1,358 | 19,306 | 20,66 | 0,033 | 410 | 2,244 | 23,841 | 26,09 | 0,050 |
| 320 | 1,392 | 19,594 | 20,99 | 0,038 | 420 | 2,299 | 24,286 | 26,59 | 0,047 |
| 330 | 1,503 | 19,864 | 21,37 | 0,027 | 430 | 2,355 | 24,709 | 27,06 | 0,046 |
| 340 | 1,525 | 20,118 | 21,64 | 0,057 | 440 | 2,408 | 25,114 | 27,52 | 0,044 |
| 350 | 1,567 | 20,643 | 22,21 | 0,067 | 450 | 2,461 | 25,500 | 27,96 | 0,051 |
| 360 | 1,627 | 21,250 | 22,88 | 0,063 | 460 | 2,601 | 25,869 | 28,47 | 0,042 |
| 370 | 1,690 | 21,824 | 23,51 | 0,060 | 470 | 2,664 | 26,223 | 28,89 | 0,041 |
| 380 | 1,746 | 22,368 | 24,11 | 0,055 | 480 | 2,737 | 26,563 | 29,30 | 0,039 |
| 390 | 1,772 | 22,885 | 24,66 | 0,060 | 490 | 2,798 | 26,888 | 29,69 | 0,036 |
| **400** | **1,884** | **23,375** | **25,26** | 0,051 | **500** | **2,850** | **27,200** | **30,05** | 0,033 |
| 410 | 1,930 | 23,841 | 25,77 | 0,049 | 510 | 2,883 | 27,500 | 30,38 | 0,032 |
| 420 | 1,977 | 24,286 | 26,26 | 0,047 | 520 | 2,915 | 27,789 | 30,70 | 0,035 |
| 430 | 2,023 | 24,709 | 26,73 | 0,045 | 530 | 2,987 | 28,066 | 31,05 | 0,034 |
| 440 | 2,070 | 25,114 | 27,18 | 0,044 | 540 | 3,056 | 28,333 | 31,39 | 0,033 |
| 450 | 2,116 | 25,500 | 27,62 | 0,048 | 550 | 3,129 | 28,591 | 31,72 | 0,029 |
| 460 | 2,230 | 25,869 | 28,10 | 0,041 | 560 | 3,174 | 28,839 | 32,01 | 0,029 |
| 470 | 2,289 | 26,223 | 28,51 | 0,040 | 570 | 3,218 | 29,079 | 32,30 | 0,027 |
| 480 | 2,349 | 26,563 | 28,91 | 0,039 | 580 | 3,255 | 29,311 | 32,57 | 0,032 |
| 490 | 2,408 | 26,888 | 29,30 | 0,037 | 590 | 3,353 | 29,534 | 32,89 | 0,030 |
| **500** | **2,467** | **27,200** | **29,67** | | **600** | **3,438** | **29,750** | **33,19** | |

W powyższych tablicach na str. 765 podajemy wartości największych nacisków $A$ na poprzecznicę w punktach, w których się do niej przyłączają podłużnice, a to w założeniu szeregu ciężarów, przepisanego dla kolei pruskich, a podanego na str. 643. Znając te nacisk $A$, obliczymy z łatwością momenty gnące w poprzecznicy.

5. **Tor na podsypce** układa się na mostach w celu przytłumienia turkotu pociągów, co jest niezbędnem nad ulicami miejskiemi, lecz prócz tego ustrój taki posiada zaletę jednolitości toru na moście i na szlaku pozamostowym. Ponad ulicami miejskiemi należy nadto odprowadzić wodę deszczową z mostu w taki sposób, aby nie kapała na przechodniów.

Podkłady poprzeczne mają być nie krótsze niż 2,7 m, a poza ich końcami powinna jeszcze leżeć podsypka szerokości przynajmniej po 15 cm. Wysokość poprzecznych podkładów żelaznych ma być nie mniejsza niż 8 cm, a grubość podsypki pod pokładami nigdzie nie mniejsza niż 10 cm. Podsypka spoczywa zazwyczaj na pokładzie z płyt nieckowatych (p. str. 42), 6,5 do 8 mm grubych, o bokach nie ponad 2 m, przy strzałce $^1/_{12}$. Obliczenia wytrzymałości płyt będą tu ponajczęściej zbyteczne, gdyż długoletnie doświadczenie sprawdziło już stosowność powyżej podanych wymiarów. Podsypka podtorza wspiera się po bokach na pionowych lub pochyłych ściankach z blachy płaskiej lub sklepieniastej. Zmniejszenie wymiarów przekroju podtorza do granic możliwych zaleca się przedewszystkiem w celu zmniejszenia wagi podsypki, obciążającej most. Pozostała część pomostu pokrywa się zazwyczaj blachą karbowaną, która jednak nie zaleca się, gdyż nietylko nie tłumi dźwięku, lecz sama go nawet wydaje przy wstrząśnieniach. Lepiej zatem zastąpić ją pokładem z pomostowników, albo z blachy falowanej lub sklepieniastej, na którym układa się warstwa betonu, pokryta asfaltem. Wodę deszczową z tych części najdogodniej odprowadzać wprost do podtorza, które i bez tego musi otrzymać należyte odwodnienie. Jeżeli jednak między chodnikami a torem leżą dźwigary główne, a na ich wspornikach chodniki, to wodę z nich odprowadzamy oddzielnie do rynien podłużnych, mieszczących się powyżej lub poniżej pokładu żelaznego. Samo podtorze odwadniamy w ten sposób, że w środku wklęsłości płyty nieckowatej wiercimy dziurę 3 cm średnicy, a wodę z niej ściekającą chwytamy w rynny podłużne lub poprzeczne, ułożone pod każdym szeregiem owych dziur.

By się obyć bez takich rynien, zwłaszcza w mostach nad ulicami miejskiemi, zastąpiono w kilku przypadkach, na mostach nie ponad 30 m długich, płyty nieckowate blachami płaskiemi, 8 mm grubemi, o rozpiętości 0,85 m, ułożonemi ze spadkiem 1 : 100, od środka mostu ku obydwom przyczółkom.

Pokład z blach płaskich lub płyt nieckowatych pod każdym torem spoczywa na pięciu, względnie trzech podłużnicach, wspartych poprzecznicami w taki sposób, aby wierzch poprzecznicy nie wzniósł się ponad poziom wierzchu podłużnic, a więc aby umożliwić ułożenie pokładu bez wyginania blach. Gdy brzeg pokładu tego ma się wspierać bezpośrednio na pasie dźwigara głównego, po-

siadającym nałożone taśmy, natenczas zaleca się, jedną z tych taśm poszerzyć o 60 do 80 mm i do tego występu taśmy przynitować blachy pokładowe (nitami 16 mm średnicy) w pełnej niezależności od znitowania samego pasa dźwigarowego. Jeżeli wzajemny odstęp poprzecznic przekracza 2 m, to zaleca się wstawienie poprzecznic dodatkowych między podłużnice, dla lepszego wsparcia pokładu pomostowego.

6. **Przyłącza dwuteowników walcowanych** (podłużnic i poprzecznic), mających się końcami wspierać o ścianki pionowe, np. o środniki blachownic, wytwarzamy najdogodniej w sposób następujący: Do środnika blachownicy nitujemy kątownik pionowy przez całą jej wysokość, a z końca dwuteownika wycinamy połówki jego pasów z jednej strony tak, aby jego środnik mógł przylegać do odstającego ramienia owego kątownika. Po drugiej stronie dwuteownika nie wycinamy pasów, lecz przykładamy niższy kątownik pionowy, leżący między tymi pasami niewyciętymi. I ten kątownik nitujemy do środnika blachownicy, a poprzez odstające ramiona obydwóch kątowników i przez objęty nimi środnik dwuteownika zabijamy nity przyłączne.

Gdy pomost leży dołem, przyłączamy poprzecznice do dźwigara głównego, usztywniając to przyłącze przez dodatkowe wysztywnienia narożne, zazwyczaj wymiarów tak wielkich, na jakie tylko pozwala obrysie torowe. Jeżeli poprzecznica jest blachownicą, to wspomniane wysztywnienie jej przyłącza wytworzymy najdogodniej, poszerzając płytę środnikową w końcu blachownicy w dół, aż do spodu dźwigara głównego, do którego przyłączamy tak poszerzoną płytę środnikową, podczas gdy kątowniki dolnego pasa poprzecznicy wyginamy ku dołowi. Otrzymamy w ten sposób blachownicę, której wysokość jest w końcach powiększona i której pasy dochodzą aż do dźwigara głównego, zazwyczaj jednakże z nim się nie łączą, gdyż starczy przyłączenie samej, poszerzonej płyty środnikowej. Przyłącza poprzecznic dwuteownikowych wysztywniamy przez przynitowanie trójkątnego wspornika do ich końca i do dźwigara głównego. Przyłącza nieusztywnione, nawet przegubowe, zalecają się dopiero przy rozpiętościach przęseł mostowych ponad 100 m. Bez względu na rodzaj przyłącza zakładamy do obliczenia wytrzymałości, że rozpiętość poprzecznicy równa się wzajemnemu odstępowi osi dźwigarów głównych.

Gdy pomost leży górą, oprócz podobnego połączenia sztywnego poprzecznic, wskazanem będzie dodatkowe podparcie ich środka prętami wiązania poprzecznego.

## b. Mosty drogowe.

### 1. Szerokość pomostu.

α) **Szerokość jezdni**, zwłaszcza na mostach krótszych, może być mniejsza niż pozostałej drogi, wzgl. ulicy, gdyż niepotrzeba liczyć na to, aby się na moście wozy zatrzymywały u chodników. Na dro-

gach mniej ważnych starczy szerokość jezdni mostowej, obliczona na dwa szeregi wozów, na drogach i ulicach ważniejszych liczymy ją na trzy szeregi, a gdy przez most przechodzą tory tramwajowe, należy poza szerokością, zajętą przez tabor tramwajowy, liczyć jeszcze przynajmniej na dwa szeregi wozów. Tory tramwajowe najdogodniej prowadzić po bokach jezdni, nieopodal chodników. Szerokość wagonu tramwajowego nie przekracza zazwyczaj 2 m i jest prawie niezależna od szerokości toru. Największą szerokość wozów wraz z ładunkiem ustalają zazwyczaj przepisy policyjne, a to w zależności od zwyczajów danej okolicy. Szerokość ta wyjątkowo tylko przekracza 2,5 m. Między szeregami wozów należy liczyć jeszcze pewien odstęp zapasowy (0,35 do 0,5 m), zależny od zręczności w powożeniu, która bywa większa we wielkich miastach, aniżeli w miasteczkach lub na wsi. Gdy powierzchnia jezdni jest gładka, odstępy owe muszą być większe niż na bruku szorstkim. Ponadto wypada uwzględnić jeszcze boczne przechylanie się wozu skutkiem poprzecznych spadków jezdni, oraz boczny wysięg ładunku poza obrzeże jezdni, gdy wóz kołami swemi dotyka już owego obrzeża. Trzeba na to liczyć łącznie dodatek przynajmniej 0,3 m, a wskazanem byłoby, określać w każdym poszczególnym wypadku wielkość tego dodatku podług rzeczywistych szerokości ładunku i kolei kół wozowych, oraz podług istotnego spadku poprzecznego jezdni.

Średnio można liczyć szerokość jezdni w prześwicie między jej obrzeżami: na dwa szeregi wozów 4,75 do 5 m, na trzy szeregi 7 do 7,2 m, na cztery szeregi 9,85 do 10,5 m. Na jezdniach dolnych ich obrzeża muszą leżeć w takiem oddaleniu od dźwigarów głównych, aby o nie nie zaczepiał ładunek wozu, którego koła dotykają już obrzeży jezdni. Na jezdniach górnych wypada poszerzyć stosownie chodniki.

$\beta$) **Szerokość chodników** powinnaby być nie mniejsza niż 1,25 m, a szerokość 3 m można naogół uznać już za dostatnią. Pod chodnikami mostów ulicznych prowadzimy zazwyczaj rury wodociągowe, gazowe i poczty pneumatycznej, oraz przewody elektryczne, z których jednakże przewody prądów wątłych należałoby oddzielić zaufnie od przewodów o prądach wielkich, a te znów w danym razie układać w ten sposób, aby prąd wysokiego napięcia nie mógł przedostać się do przewodów nizkiego napięcia, nawet w razie poważniejszych uszkodzeń. Zasadniczo zaś trzeba pod pomostem unikać wszelkich swobodnych przestrzeni nieprzewietrzanych, gdyż mogące się w nich zebrać gazy wzbuchliwe groziłyby poważnem niebezpieczeństwem.

**Szerokości kilku mostów wykonanych.**

| Nazwa mostu | Szerokość: jezdni | chodników | całkowita |
|---|---|---|---|
| Most Aleksandra w Paryżu . . . . . | 20,0 | 2×10,0 | 40,0 |
| Nowy wiadukt w Warszawie . . . . . | 16,0 | 2×4,0 | 24,0 |
| Nowy most na Wiśle w Warszawie. . . | 15,0 | 2×3,2 | 21,4 |
| Most Ebert'a w Berlinie . . . . . | 11,0 | 2×3,3 | 17,6 |
| Londonbridge w Londynie . . . . . | 11,03 | 2×2,74 | 16,51 |

## 2. Jezdnia na mostach drogowych i jej podparcie.

Wprawdzie bruk granitowy wymaga najmniejszych kosztów utrzymania, mimo to, w celu zmniejszenia szkodliwych dla mostu wstrząśnień, lepszą będzie możliwie równa powierzchnia jezdni, a więc np. pokład z bali lub asfaltu.

1. **Pokład z bali** bywa albo podwójny, albo pojedyńczy, a natenczas bale 6 do 8 cm grube, leżące w poprzek jezdni, powinny się wspierać na tak gęsto rozłożonych podłużnicach (drewnianych), aby, po zjeżdżeniu się bala, koła wozów nie przełamywały się przez niego.

2. **Jezdnia z tłucznia,** nasypanego w grubości 15 cm, z silnym spadkiem poprzecznym, spoczywa na pokładzie z żelaznych płyt nieckowatych, których wklęsłości wypełniono betonem, a na tak wyrównanej powierzchni ułożono warstwę pilśni asfaltowej, tektolitu lub t. p. Oprócz tego, ze wszech miar zalecania godnego ustroju stosują na podparcie warstwy tłucznia jeszcze i pokłady z bali; ustrój taki nie jest jednak trwały, gdyż bale podlegają tu łatwo gniciu.

3. **Bruk drewniany lub kamienny** spoczywa na warstwie betonu, w najcieńszem miejscu 8 cm grubej, wspartej pokładem żelaznych płyt nieckowatych. Bruk nie spoczywa jednakże bezpośrednio na tej warstwie betonu, lecz przedziela się od niej warstewką pośrednią, a mianowicie ze żwirku, 2 cm grubą pod bruk kamienny, a z zaprawy cementowej pod bruk drewniany *). Kostki na bruk drewniany powinny być przynajmniej 13 cm wysokie, przy 8 cm grubości, a 20 do 25 cm długości. Nadaje się na nie drzewo sosnowe, lecz z warunkiem, aby było drobnosłoiste, czyli z drzew powoli rosnących; sośnina, wyrosła w klimacie zimnym (Szwecya, Finlandya, Archangielsk), będzie najwłaściwsza. Nieodzowne warunki trwałości bruku drewnianego są: zalanie cementem spoin około 6 mm szerokich; zwiększenie spadku poprzecznego na skrajnych pasach bocznych jezdni, 1 do 1,5 m szerokich; wypełnienie gliną spoiny między jezdnią a pobrzeżem chodników; wreszcie częste posypywanie powierzchni drobnym żwirkiem, powstałym ze skał twardych, zwłaszcza żwirkiem porfirowym. Żwirek ten pod naciskiem kół wciska się między słoje drzewa, utwardzając powierzchnię jezdni, co się znakomicie przyczynia do jej trwałości. 1 $m^3$ takiego żwirku rocznie starczy na posypywanie 250 $m^2$ bruku.

4. **Pokład z asfaltu stłaczanego**, 4 do 8 cm gruby, ułożony na (opisanej już powyżej pod 3.) warstwie betonu, daje jezdnię o powierzchni gładkiej, a trwałą i względnie niedrogą.

Pokład z płyt nieckowatych pod warstwę betonową układa się w sposób zupełnie podobny jak na mostach kolejowych (p. str. 766), jednakże odprowadzanie wody deszczowej z wklęsłości płyt staje się zbytecznem. Mimo to dobrze będzie, pozostawić dziury w najniższym punkcie tych płyt, ułatwi to bowiem wysychanie warstwy be-

*) Zeits. d. Bauv., 1891 str. 443, H. Freese, Bruk drewniany w Paryżu. Wzorując się na ustroju bruków paryskich, ułożono w 1892 r. bruk drewniany na moście Lutra w Berlinie. Bruk ten przetrwał 13 lat.

tonowej. Zamiast z płyt nieckowatych można pokład ten wytworzyć równie dobrze z pomostowników, zyskując nawet niekiedy przez to na wadze. Pomostowniki takie układamy w poprzek jezdni na podłużnicach, a możemy je obliczać jako belki wieloprzęsłowe, albo uprościć sobie to obliczenie, uważając każde przęsło tej belki za belkę jednym końcem osadzoną, drugim zaś swobodnie się wspierającą.

Nacisk koła wozowego, o szerokości $b$ obręczy, poprzez warstwę tłucznia, o grubości $h$, rozkłada się w przybliżeniu równomiernie na powierzchnię kręgu, o średnicy $d = b + 2h$, a jeżeli pod tłuczniem leży jeszcze warstwa betonu, to można liczyć $d = b + 2{,}7\,h$. Gdy nad tłuczniem lub żwirem leży bruk, natenczas $b$ oznaczać będzie szerokość poszczególnego brukowca.

### c. Mosty dla pieszych.

Mosty takie powinny umożliwiać nietylko przechodzenie pieszych, ale i przeprowadzanie takich wozideł, które ciągnie lub popycha jedna osoba, np. wózków dziecięcych, bicykli, taczek i t. p. Spadki na tych mostach nie powinny być zbyt strome, a mianowicie: pokład z asfaltu nie ponad 1 : 20; pokład z bali nie ponad 1 : 12; a bruk z drobnych kamyczków, tak zwany mozaikowy, nie ponad 1 : 10, wyjątkowo chyba 1 : 8. Schodów należałoby tu wedle możności zupełnie unikać, a gdy okażą się już nieodzownymi, trzebaby ograniczać się przynajmniej do możliwie małej liczby ich stopni, obierając nadto wygodny stosunek stromości. Zaleca się np. układ następujący: stromość ogólna 1 : 4, a więc 25 cm na każdy metr; głębokość stopnia 1 m, lecz jego powierzchnia nie pozioma, a pochylona w stosunku 1 : 10, skutkiem czego wysokość stopnia z przodu zmniejszy się o 10 cm, czyli z 25 na 15 cm. Deski lub bale na chodnikach najlepiej układać w kierunku poprzecznym, pozostawiając mały luz między niemi i skrawężając ich górne krawędzie.

## E. Dźwigary główne żelaznych mostów belkowych.

### a. Rodzaje i liczba dźwigarów głównych.

Stosować będziemy oznaczenia poniższe:

$l$ rozpiętość dźwigara,

$\lambda$ długość pola, wzgl. odstęp osi poprzecznic,

$h$ wysokość dźwigara, a mianowicie mierzona wraz ze skrajnemi taśmami pasowemi w blachownicach, lecz między osiami pasów w kratownicach.

1. Gdy $l < 15$ m, zalecają się belki o pełnych środnikach, a więc: kształtowniki jednolite, blachownice, skrzynkownice i t. p.

2. Dla $l = 15$ do 22 m, należy sprawdzić, czy blachownica, czy też kratownica będzie tańsza.

3. Gdy $l > 22$ m, kratownica będzie zawsze najtańsza.

4. Gdy $l > 30$ m, natenczas na kolejowe mosty dwutorowe wypada najtaniej (pomijając koszt filarów) most podwójny, t. j. o czterech dźwi-

garach głównych, po dwa na każdy tor, lecz tylko do pewnej granicy, gdyż dla bardzo wielkich rozpiętości, ze względu na sztywność ustroju (parcie wiatru, wyboczenie prętów ściskanych), most dwudźwigarowy będzie odpowiedniejszy.

Sąsiednie dźwigary główne dwóch takich, obok siebie leżących mostów jednotorowych powinny leżeć w pewnym odstępie od siebie (przynajmniej 0,5 m), a to w celu umożliwienia dostępu dla obzoru i naprawy. Ponieważ mosty takie zajmują więcej szerokości, więc zaleca się niekiedy ustrój trójdźwigarowy, t. j. z dźwigarem środkowym, dwa razy większej nośności niż dźwigary boczne.

Gdy odstęp między dźwigarami będzie mniejszy niż $l/_{14}$, natenczas naprężenia dodatkowe od parcia wiatru i wahań bocznych wzrosną niepomiernie: dlatego też należałoby unikać mostów zbyt wązkich.

### b. Blachownice.

Por. rozdział II działu niniejszego, str. 673 i nast.

### c. Kratownice w obydwóch końcach swobodnie podparte.

#### 1. Geometryczny układ kratownic.

W poniższem zestawieniu (str. 774 i nast.) geometrycznych układów kratownicowych, najczęstsze znajdujących zastosowanie, podano zarazem wskazówki, dotyczące najwłaściwszej wysokości dźwigara, ilości jego pól i najodpowiedniejszych przekrojów na poszczególne jego pręty. Z uwzględnieniem warunków miejscowych dobieramy układ stosowny i wysokość kratownicy w pośrodku, wreszcie liczbę pól, które zazwyczaj bywają sobie równe. Dane te określają nam zarys całej sieci prętów kratownicowych, których długości należy **obliczyć**, a nie odmierzać z rysunku.

Jak już wspomnieliśmy, dzielimy zazwyczaj kratownicę na pola równe, a odstępujemy od tej zasady tylko w razie konieczności. Jeżeli np. oś mostu tworzy z osią filarów kąt $\alpha$, a wzajemny odstęp dźwigarów oznaczymy przez $a$, to, chcąc w dźwigarach mieć słupce naprzeciwne, t. j. tak położone, aby łączące je poprzecznice były prostopadłe do osi mostu, otrzymamy długość pola końcowego $\lambda' = a \operatorname{ctg} \alpha$. Gdy kąt $\alpha$ jest względnie mały, długość $\lambda'$ może stać się tak wielką, że wypadnie rozdzielić ją na mniejsze części krótszemi poprzecznicami, wspierającemi się jednym końcem na kratownicy, drugim zaś na filarze. Pozostałą część długości kratownicy, po potrąceniu wartości $\lambda'$, dzielimy na równe pola o długości $\lambda$. Gdy most leży w szlaku zakrzywionym, albo gdy na moście tor się rozszczepia, należałoby raczej zwiększyć wzajemny odstęp kratownic, a układać je równolegle do siebie, by uniknąć zawiłych ustrojów, zwłaszcza połączeń między kratownicami nierównoległemi.

#### 2. Przekroje prętów kratownicowych.

Dokonawszy obliczenia statycznego kratownicy (p. str. 683 i nast.) zgodnie z ustalonym jej zarysem i z założonemi obciążeniami, przy-

stępujemy do oznaczenia przekrojów prętów poszczególnych kratownicy, biorąc za podstawę siły w nich działające, których wielkość znamy już z obliczenia statycznego. Stosownie do granic, w jakich waha się siła w danym pręcie wskutek zmian obciążenia (zwłaszcza ruchomego, oraz parcia wiatru), dobieramy odpowiednią wielkość przekroju, np. podług wzorów i wskazówek, podanych na str. 342 i nast. tomu I.

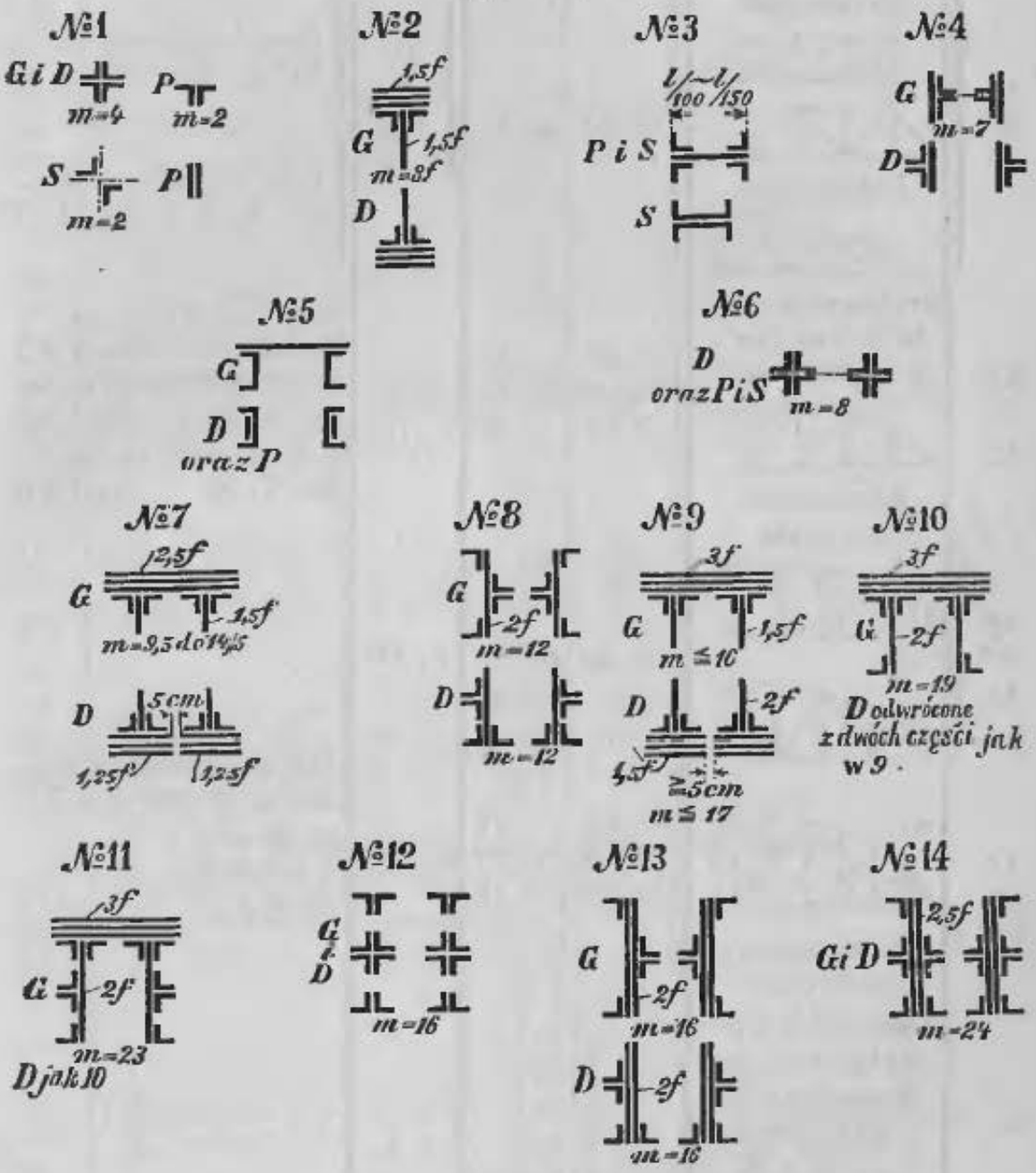
W prętach rozciąganych za przekrój użyteczny uważamy pole przekroju po potrąceniu dziur na nity. W prętach ściskanych, jako użyteczny, liczymy cały przekrój, a więc wraz z dziurami, wypełnionemi przez nity, jednakże dziury wypełnione nie nitami, lecz np. śrubami i t. p., należy potrącać. Nadto wypada sprawdzić, czy dobrany przekrój pręta ściskanego przedstawia dostateczne bezpieczeństwo na wyboczenie. Pod tym względem należałoby ukształtować przekrój tak, aby posiadał moment bezwładności, zabezpieczający od wyboczenia, lecz aby przytem nie zwiększyć pola przekroju, wystarczającego na zniesienie siły ściskającej. Zwiększenie takie, aczkolwiek wysoce niepożądane, może się jednak stać koniecznem w prętach bardzo długich, w których działają względnie małe siły ściskające: bez takiego bowiem powiększenia pola przekroju otrzymalibyśmy niekiedy nazbyt wątłe grubości kształtowników, z których zamierzamy wytworzyć pręt. W prętach, podlegających naprężeniom przemiennym, a więc raz ściskanych, drugi raz rozciąganych, należy sprawdzić, czy przekrój całkowity starczy na największą siłę ściskającą z pełnem bezpieczeństwem od wyboczenia, oraz czy przekrój z potrąceniem dziur zniesie bezpiecznie największą siłę rozciągającą, w założeniu naprężenia bezpiecznego, przystosowanego do pojawiających się w pręcie przemian siły w nim działającej.

Przy projektowaniu przekroju trzeba uważać na to, aby przyłącze danego pręta do podwęźla mogło otrzymać ustrój niezłożony, aby przytem oś ciężkości pręta leżała w płaszczyznie środka ciężkości całej kratownicy, wreszcie aby tak sam pręt, jak i jego przyłącze były dogodnie dostępne dla zabijania i sprawdzania nitów, oraz dla pomalowania wszystkich powierzchni, stykających się z atmosferą. Należałoby unikać luzów między składowemi częściami pręta, oraz wszelkich zagłębień, w które nie możemy dotrzeć pędzlem podczas malowania, lub w których może zbierać się woda. Jeżeli poważne powody skłonią nas do takiego ukształtowania przekroju pręta, że się podobne luzy lub zagłębienia wytworzą bądź to w samym pręcie, bądź też w jego przyłączu, to wypadałoby przynajmniej wszelkie takie luzy i zagłębienia wypełnić szczelnie wkładkami, a powstałe stąd zwiększenie kosztów zrównoważy się sowicie przez zwiększoną trwałość budowli. Przed przekrojami więcej rozdziałkowanymi zalecają się raczej przekroje bardziej skupione, a więc przekrój Nr. 9 (rys. 1194) będzie, przy jednakowej wielkości, lepszy od przekroju Nr. 12. Wogóle z dwóch przekrojów o jednakowem polu i o jednakowych momentach bezwładności lepszym będzie ten, który będzie posiadał obwód mniejszy, gdyż zmniejszenie powierzchni

zewnętrznych pręta zwiększa jego trwałość, a zmniejsza koszta utrzymania, zwłaszcza malowania.

Wszystkie pręty, łączące się w danym węźle, powinny swemi osiami ciężkości przechodzić przez punkt węzłowy, t. j. przez węzeł geometrycznego zarysu kratownicy. Środek ciężkości przekrojów ni-

Rys. 1194.

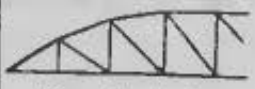
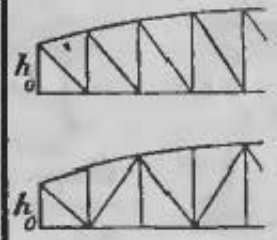
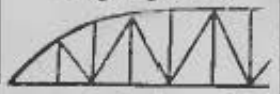



towych w przyłączu pręta do węzła (a również i w złączu prętowem) powinien leżeć na osi ciężkości tegoż pręta.

W rys. 1194 przedstawiamy napotykane najczęściej przekroje prętów kratownicowych, wyróżniając przeznaczenie poszczególnych przekrojów na pasy górne (*G*), wzgl. dolne (*D*), oraz na słupce (*S*) i pochylniki (*P*), przez dopisanie przy danym przekroju liter, poda-

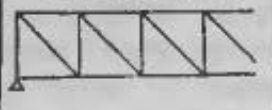
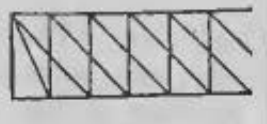
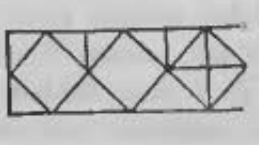
(dalszy ciąg str. 776).

## Zestawienie układu kratownic na mosty kolejowe.

| Na rozpiętości $l$ m | Układ kratownicy | Liczba $n$ pól przy rozpiętości $l$ w m | $n$ = | Wysokość $h$ kratownicy w pośrodku | № przekroju, podług rys. 1194, na: pasy: górny (G) i dolny (D) | słupce (S) i pochylniki (P) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **a. W mostach jednotorowych o pomoście dolnym.** | | | | | | |
| 18 do 40 | Trapeźnica | 18 do 40 | 11 | $l/8$ do $l/10$ | Gdy $l<30$ m, to: Nr. 1, 2. | Nr. 1, 3. |
| | Parabolnica | | | $l/8$ | Gdy $l>30$ m, to: Nr. 4, 5, 6. | Nr. 1, 3. |
| 25 do 55 | Kratownica układu Schwedler'a i elipsownica  | $l<40$<br>$l=40$ do 50<br>$l>50$ | 10<br>11<br>12 | $l/8$ | Gdy $l<30$ m, to: Nr. 2 *). Gdy $l=30$ do 40 m, to: Nr. 4, 5, 6. Gdy $l>40$ m, to: Nr. 7, 8. | Nr. 1,3,5. Nr. 1,3,5. Nr. 1,3,5. |
| | Parabolnica przycięta | | | | | |
| 25 do 55 |  | 25 do 55 | 10 do 12 | $l/8$ **) | | |
| 55 do 125 | **) Kratownica podwójna | $l<65$<br>$l=65$ do 70<br>$l>70$ | 16<br>17<br>18 | $l/7$ ***) | Jak w układzie Schwedler'a, a gdy $l>70$, to Nr. 7 z taśmami do 3 $f$ | |
| | Kratownica z pochylnikami naprzemianniechylnymi:  parabolnica lub równoleglica | $l=125$ | 12 | | | |

*) Wierzchnią taśmę można też zastąpić ceownikiem leżącym ⊔.
**) Słupiec końcowy możliwie jak najniższy.
***) Gdy wiatrowniki górne leżą na całej rozpiętości, natenczas słupce skrajne bywają przynajmniej 6 m wysokie.

Dalszy ciąg tablicy ze strony poprzedniej.

| Na rozpiętości $l$ m | Układ kratownicy | Liczba $n$ pól przy rozpiętości $l$ w m | $n$ = | Wysokość $h$ kratownicy w pośrodku | № przekroju, podług rys. 1194, na: pasy: górny (G) i dolny (D) | słupce (S) i pochyłniki (P) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **b. W mostach jednotorowych o pomoście górnym.** | | | | | | |
| 15 do 22 | Parabolnice | 15 do 22 | 10 | $l/8$ | Nr. 2 o $m=3{,}5$ do 5 z jedną taśmą | Nr. 1 |
| 20 do 40 | | $l<30$<br>$l>30$ | 9<br>10 | $l/8$ | | *) |
| 30 do 50 | | 30 do 50 | 10 do 16 | | Nr. 7. $G: m=7{,}5$ $D: m=9$ | Nr. 3 |
| 40 do 55 | Równoleglice  | $l<35$<br>$l>35$ do 45<br>$l<45$ | 10<br>11<br>12 | $l/9$ | Nr. 7, o $m=9$ do 14,5 | Nr. 1, 3 |
| 55 do 90 |  | $l<70$<br>$l>70$ | 13<br>18<br>19 | $l/8$ do $l/9$ | Nr. 7 | Nr. 3, 4 i 6, na $S$, a płaskowniki na $P$. |
| 55 do 90 |  | 55 do 90 | 18 do 22 | $l/8$ do $l/9$ | Nr. 7 | Nr. 3, 6 |
| **c. W mostach dwutorowych o pomoście dolnym.** | | | | | | |
| 30 do 55 | Trapeźnica lub układ Schwedler'a | $l<40$<br>$l>40$ do 45<br>$l>45$ | 10<br>11<br>12 | $l/8$ | Nr. 8, 9<br>Nr. 12<br>Nr. 10, 13 | Nr. 1, 3 |
| 55 do 90 | Parabolnica ścięta, podwójna | $l<65$<br>$l>65$ | 15 do 17<br>17 do 22 | $l/7$ | Nr. 10, 12, 13<br>Nr. 11, 14 | Nr. 3 |
| **d. W mostach dwutorowych o pomoście górnym.** | | | | | | |
| 30 do 40 | Parabolnica | 30 do 40 | 9 | $l/8$ | Nr. 7, lecz dla $G$ tylko 2 taśmy | Nr. 3 |

*) Kąt $a$ bywa średnio około 30°.

Dalszy ciąg tablicy ze strony poprzedniej.

| Na rozpiętości $l$ m | Układ kratownicy | Liczba $n$ pól przy rozpiętości $l$ w m | $n$ = | Wysokość $h$ kratownicy w pośrodku | № przekroju, podług rys. 1194, na: pasy: górny (G) i dolny (D) | słupce (S) pochyłniki (P) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 40 do 55 | Równoległica | 40 do 55 | 10 do 12 | $l/8$ | Nr. 7, dla $G$, $m = 14{,}5$ a dla $D$, $m=16$ | Nr. 3 |
| 55 do 125 | Równoległica podwójna, albo z pochyłnikami skrzyżowanymi | 55 do 65 | 16 | $l/8$ | Nr. 10 | Nr. 3 |
| | | 65 do 125 | 16 do 20 | $l/8$ | Nr. 11 | Nr. 3 |

**Uwaga.** Kratownice podwójne wychodzą z użycia w nowo-budujących się mostach

(Ciąg dalszy ze str. 773).

nych powyżej w nawiasach. Przy projektowaniu przekroju dogodnem ponajczęściej będzie, stosować jednakowe kątowniki składowe, o pewnym polu $f$ przekroju, a taśmy i środniki o takim samym przekroju lub o przekroju:

$$f,\ 1{,}5\,f,\ 2\,f,\ 2{,}5\,f,\ 3\,f.$$

W tem założeniu przy poszczególnych przekrojach rys. 1194 podano wartość $m$, określającą ile razy dany przekrój jest większy od przekroju $f$ kątownika zasadniczego. Przekroje, podane w rys. 1194, można zmieniać co do ich wielkości przez stosowanie rozmaitych kątowników w jednym i tym samym przekroju. Dalej można parę, wzgl. czwórkę kątowników, złączonych ze sobą środnikiem, zastąpić niekiedy jednolitym ceownikiem [, wzgl. dwuteownikiem I, a parę kątowników bez środnika teownikiem T, a to w celu zaoszczędzenia nitowań.

Przekroje jednośrodnikowe starczą zazwyczaj tylko przy rozpiętościach do 30 m, zwłaszcza na pasy ściskane, przy większych rozpiętościach stosujemy przekroje dwuśrodnikowe, a ze względu na możliwość wyboczenia w kierunku poziomym, odstęp tych środników bywa przynajmniej $0{,}007\,l$ do $0{,}01\,l$; nie mniejszą też powinna być i wysokość przekroju ściskanego.

W zestawieniu na str. 774 i nast. przy poszczególnych układach kratownic i dla rozmaitych rozpiętości podano w ostatniej rubryce numery najpodatniejszych przekrojów, a to podług rys. 1194.

## F. Poduszki kratownic mostowych.

Por. poduszki wiązarów dachowych str. 176 i nast., oraz poduszki blachownic str. 679 i nast.

### 1. Tworzywa.

Pod większe dźwigary stosujemy obecnie prawie wyłącznie poduszki lano stalowe, a żeliwne chyba tylko pod dźwigary małej roz-

piętości. Poduszka spoczywa na ciosie podpoduszkowym, przedzielona od niego bądź to podlaną warstwą cementu 10 mm grubą, bądź też warstwą z twardego ołowiu 3 do 6 mm grubą.

## 2. Układ.

Pod każdą kratownicą główną stawiamy w jednym końcu poduszkę wzdłuż nieprzesuwną, pod drugim zaś wzdłuż przesuwną. Pod węższymi mostami, np. jednotorowymi, wszystkie poduszki mogą być w poprzek nieprzesuwne. Pod mostami szerszymi, np. dwutorowymi, poduszki jednego dźwigara muszą być w poprzek przesuwne, poduszki zaś drugiego dźwigara, bez względu na szerokość mostu, muszą być w poprzek nieprzesuwne, aby na nie módz przenieść siły boczne, wynikające np. z parcia wiatru. Wszystkie poduszki kratownic znaczniejszej rozpiętości powinny nadto być przegibne, a więc dozwalać na swobodne pochylanie się osi dźwigarowej pod wpływem odkształceń.

Jeżeli oczekiwany przesuw oznaczymy przez $\Delta l$, to wypada poduszce zapewnić możność przesuwu dwa razy większego, a więc $2\,\Delta l$. Przesuw $\Delta l$ powstaje przez odkształcenie rozpiętości $l$, tak pod wpływem sił na most działających, jako też i pod wpływem zmian temperatury i połączonych z niemi zmian długości poszczególnych prętów kratownicy. Jeżeli przez $p$ oznaczymy długość danego pręta, przez $F$ jego przekrój, a przez $E$ spółczynnik sprężystości tworzywa, to pod wpływem poosiowej siły $S$, działającej na pręt, zmieni on swą długość o:

$$\Delta p' = \frac{Sp}{EF}.$$

Pod wpływem zmiany temperatury o $t^0$, gdy tworzywo ma spółczynnik rozszerzalności $\varepsilon$ na $1^0$ różnicy, pręt wydłuży się o:

$$\Delta p'' = \pm \varepsilon t p.$$

Całkowita zmiana długości pręta będzie zatem:

$$\Delta p = \Delta p' + \Delta p'' = \frac{Sp}{EF} \pm \varepsilon t p.$$

Dla kratownicy o prostym pasie w poziomie poduszek, składającym się ze szeregu prętów o długościach $p$, całkowity przesuw poduszki będzie zatem:

$$\Delta l = \Sigma \Delta p,$$

a poszczególne wartości $\Delta p$ obliczamy podług wzoru powyższego dla każdego z prętów tego prostego pasa poziomego.

Poduszki układamy na ciosach podpoduszkowych, nie zagłębiając ani poduszki w cios (chyba spodnie żebra płyty podstawowej, mające zastąpić przyciągi), ani też wierzchu ciosa pod powierzchnię muru, aby wierzch ten wznosił się ponad otaczający mur, a sama poduszka leżała zupełnie swobodnie i dostępnie.

DYREKCJA OKRĘGU KOLEI PAŃSTWOWYCH BIBLIOTEKA OKRĘGOWA W LUBLINIE

### 3. Poduszki płaskie.

Poduszki płaskie, a raczej lekko wypuklone, stosują się przeważnie pod mniejsze dźwigary, zwłaszcza pod blachownice; opisano je zatem w rozdziale, dotyczącym blachownic, p. str. 679.

Pod dźwigary mostowe, podlegające ciężarom ruchomym, a więc zmieniającym się ugięciom i połączonym z niemi pochyleniom osi dźwigarowej, czynna powierzchnia poduszki bywa zawsze lekko wypuklona, a poduszka nieprzesuwna, oprócz obrzeży bocznych (posiadanych i przez poduszkę przesuwną), ma jeszcze obrzeża poprzeczne, chociażby nie na całej szerokości, o które zapiera się płyta podnitowana pod dźwigar, spoczywająca na poduszce. Nawet mniejsze poduszki lepiej przytwierdzać do ciosów śrubami przyciągowemi, które można jednak dla takich małych poduszek zastąpić spodnim nadlewem krzyżowatym na płycie poduszkowej, wgłębiającym się w odpowiednie krzyżowate wyżłobienie ciosa.

### 4. Poduszki przegibne.

Pod dłuższe dźwigary stawiamy poduszki przegibne, których część wierzchnia, czyli siodło, jest pokrętna względnie do spodniej, t. j. do łożyska, mianowicie na czopie walcowatym (p. rys. 880 i 881 str. 177), w celu pośrodkowego podparcia dźwigarów, nawet po przegięciu się ich osi pod wpływem obciążenia. Przy większych szerokościach mostu, czop walcowaty zastępujemy niekiedy kulą.

Aby zmniejszyć opór tarcia podczas przegibania, należy dążyć do możliwego zmniejszenia promieni czopa walcowego, wzgl. kulistego, dobierając stosunkowo wielkie ciśnienia na jego powierzchnie, np. dla stali $k = 1{,}2$ do $1{,}5$ t/cm². Jeżeli przez $r$ oznaczymy ten promień w cm, przez $A$ odpór poduszki, wreszcie przez $b$ długość czopa w cm, to dla czopa walcowego otrzymamy wzór:

$$r = 0{,}8 \frac{A}{kb},$$

a dla czopa kulistego:

$$r = \sqrt{\frac{2A}{\pi k}},$$

w założeniu, że nacisk rozkłada się tylko na $^1/_4$ część powierzchni każdej półkuli.

Siodło poduszki przytwierdza się do spodu dźwigara, a siedzi ono na wierzchniej połówce czopa, który swą spodnią połówką spoczywa w łożysku, przytwierdzonem do ciosa podpoduszkowego, gdy poduszka jest nieprzesuwna, a spoczywającego na wałkach lub wahakach, gdy poduszka ma być wzdłuż przesuwna, na kulach wreszcie, gdy ma być przesuwna i wzdłuż i w poprzek. Wałki, wahaki lub kule wspierają swym wierzchem spód łożyska, a same toczą się spodniemi powierzchniami po wierzchu płyty podstawowej, przytwierdzonej do ciosa podpoduszkowego (p. rys. 882 i 883 str. 177). Tak

siodło, jak i łożysko nie obchwytuje całej przynależnej mu połówki czopa, a więc nie 180° jego obwodu, lecz o tyle mniej, aby siodło mogło się przegibnąć o kąt przegibu, nie dotknąwszy łożyska.

Siodło i łożysko możnaby wprawdzie odlewać w kształtach pełnych; zazwyczaj jednak w celu zaoszczędzenia tworzywa rozczłonkowujemy przynajmniej łożysko na łoże właściwe, obchwytujące połówkę czopa i na płytę podstawową, łącząc obydwie te części nawzajem ze sobą środnikiem i żebrami, które go wzmacniają. Każdą połówkę siodła, wzgl. łożyska, obliczamy jako belkę jednym końcem osadzoną, drugim swobodną, zakładając w odlewie stalowym ciągnienie bezpieczne 0,5 t/cm², a ciśnienie bezpieczne 1 t/cm², w odlewie żeliwnym zaś naprężenia dwa razy mniejsze. Ponieważ ciągnienie bezpieczne w odlewie żeliwnym, jak wiadomo, jest dwa razy mniejsze od ciśnienia bezpiecznego, należałoby zatem rozczłonkowanie siodła, wzgl. łożyska, uskutecznić w taki sposób, aby w przekroju niebezpiecznym oś obojętna leżała na $^1/_3$ wysokości, a mianowicie bliżej podstawy.

## 5. Wałki i wahaki.

Jak już powyżej pod 4. wspomniano, łożysko przesuwnej poduszki dźwigarów większych stawiamy na wałkach, a to w celu zmniejszenia oporu tarcia (przy przesuwaniu się końca dźwigarowego) przez zamianę tarcia przy ślizganiu na tarcie przy toczeniu się wałków, które to tarcie jest wiele razy mniejsze od tarcia przy ślizganiu. Gdy odpór poduszki jest nieznaczny, najdogodniej zastosować jeden tylko taki wałek, który natenczas może jednocześnie przejąć na siebie i czynność czopa przegubowego. Gdy jednakże odpór jest znaczniejszy, musimy łożysko stawiać na dwóch lub kilku wałkach, aby ciśnienie na powierzchnię poszczególnego wałka nie przekroczyło granic bezpiecznych. Im więcej wałków danej średnicy podstawić musimy pod łożysko, tem dłuższe będzie też ono. A że wraz z jego długością wzrastają w nim i momenty gnące, powinniśmy więc dążyć do skrócenia łożyska w miarę możności. Skrócenie takie możemy do pewnego stopnia osiągnąć przez pewne poszerzenie łożyska, a więc i podłużenie wałków, które je wspierają. Jednakże takie poszerzenie ma swe granice: gdy zatem łożyska dalej poszerzać już nie możemy, musimy zwiększyć liczbę wałków. Aby w takim przypadku, t. j. gdy liczba wałków i ich średnica jest znaczna, nie otrzymać łożyska zbyt długiego, przycinamy boki wałków, zostawiając na ich wierzchu i spodzie dostateczny obszar nieodciętej powierzchni walcowej, a mianowicie taki, aby przy największym nawet przesuwie krawędź tej powierzchni nie dotknęła jeszcze spodniej powierzchni łożyska, względnie wierzchniej powierzchni płyty podstawowej. Tego rodzaju po bokach przycięte wałki zwiemy wahakami. Dla bezpieczeństwa, t. j. aby poszczególny wahak nie mógł się przy toczeniu pokręcić więcej od pozostałych, łączymy cały szereg wahaków nawzajem ze sobą na każdym ich storcu dwiema listwami (górną i dolną) w ten sposób, że każdy wahak łączy się przegubowo z ową

listwą. Wszystkie zatem wahaki są nawzajem ze sobą spętane i muszą się przy toczeniu pochylać o jednakowe kąty. Aby przy pochylaniu wahak swą krawędzią nie zetknął się z boczną płaszczyzną sąsiedniego, wycinamy jeszcze z tych boków wahaka odcinki walcowe, podług powierzchni walcowej, spółosiowej z walcami wahaków sąsiednich, a o promieniu o tyle większym, aby w razie krańcowego pochylenia się całego szeregu, pozostał pewien luz między powierzchnią czynną danego wahaka, a powierzchnią wklęsłą wycięcia z boku wahaka sąsiedniego. Średnicę wahaków należy tak dostosować do największego przesuwu, aby pochylenie wahaków nie było nadmierne, a więc aby krawędź jednego wahaka nie wchodziła we wspomnianą powyżej wklęsłość boczną sąsiedniego, która ma na celu tylko zabezpieczenie dodatkowe przeciw wzajemnemu zaparciu się wahaków o siebie, na wypadek nadmiernego ich pochylenia. Aby przesuw wahaków nie przekroczył pewnych granic, ograniczamy przesuw listew bocznych, wiążących cały szereg wahaków. Każda para naprzeciwległych listw wiąże się ze sobą w każdym końcu zespórką. Między poszczególnymi wałkami lub wahakami danego szeregu zostawiamy luz przynajmniej 2 cm, aby umożliwić ich oczyszczanie. Do wahaków o średnicy $d$, z obrzeżami w końcach, listwy wiążące bywają z płaskowników lub kątowników 0,3 do 0,5 $d$ wysokich, a 0,15 $d$ grubych, złączonych w końcach zespórkami o średnicy 0,25 $d$. Szereg wałków nieprzyciętych wiążemy w sposób podobny, lecz zazwyczaj tylko jedną parą listw, w poziomie osi wałków.

Jeżeli przez $P$ oznaczymy nacisk w t na cm bieżący wałka lub wahaka, przez $E$ spółczynnik sprężystości tworzywa w t/cm², a przez $k$ naprężenie bezpieczne w t/cm², to średnica wałka w cm będzie:

$$d = 0{,}35 \frac{PE}{k}.$$

We wzorze powyższym, gdy poduszka wspiera się tylko na jednym wałku z doborowej stali lanej, można liczyć $k = 6$ do 7 t/cm². Dla szeregu wałków lub wahaków, z powodu nierównomiernego rozkładu całkowitego odporu na poszczególne wałki, zmniejszamy wartość $k$ na 5,25 do 4,5 t/cm², a w tym przypadku rozmiary wałków lub wahaków oznaczamy z równania:

$$n b d = 28 \text{ do } 40\, A,$$

w którem $n$ oznacza liczbę, $d$ średnicę w cm, $b$ długość w cm wałków, wzgl. wahaków, $A$ zaś całkowity odpór poduszki w t. Dane te dotyczą wyborowej stali lanej; stosując żeliwo, musimy znacznie zmniejszyć naprężenie $k$, a mianowicie do 4 t/cm², gdy poduszka ma tylko jeden wałek, a do 3 t/cm², w szeregu wałków lub wahaków, do którego też możemy stosować równanie:

$$n b d = 40 \text{ do } 56\, A.$$

Płyta podstawowa oblicza się na gięcie, a w każdym razie grubość jej powinna być przynajmniej 0,2 do 0,3 $d$. Podlewamy ją ce-

mentem lub ołowiem twardym i przytwierdzamy do ciosów tak samo, jak poduszki nieprzesuwne.

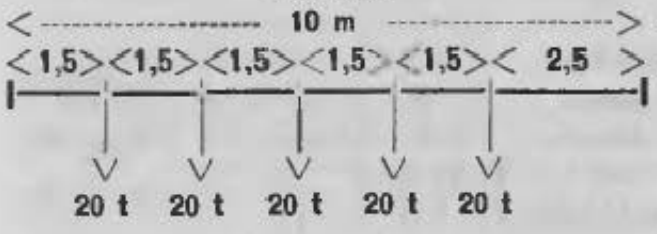
Przestrzeń między łożyskiem a płytą podstawową, czyli przestrzeń, zajętą przez wałki lub wahaki, osłaniamy oponą blaszaną, chroniącą od kurzu i t. p., a odejmowaną dla oczyszczania wałków, wzgl. wahaków. Oponę tę przytwierdzamy zazwyczaj do spodu łożyska, przesuwa się ona zatem wraz z niem.

---

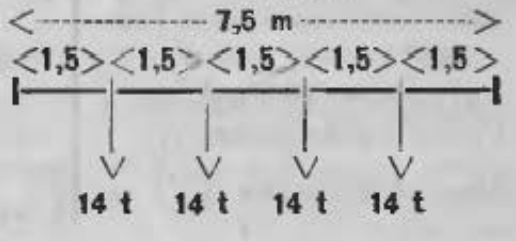
## Uzupełnienie do str. 650 i nast.

Po wydrukowaniu przepisów rosyjskich, dotyczących obciążenia i wytrzymałości mostów kolejowych (str. 650 i nast.), pojawiło się postanowienie Minist. kom. z d. 27 (14) lutego 1907, Nr. 19, które, począwszy od 14 (1) maja 1907, nakazuje stosować do obliczeń mostów pod kolejami pierwszorzędnemi pociągi, złożone wprawdzie w sposób podany na str. 650, lecz zestawione z parowozów, tendrów i wagonów o odmiennych rozstawach i naciskach osi, a mianowicie podług rys. 1194 a, b i c.

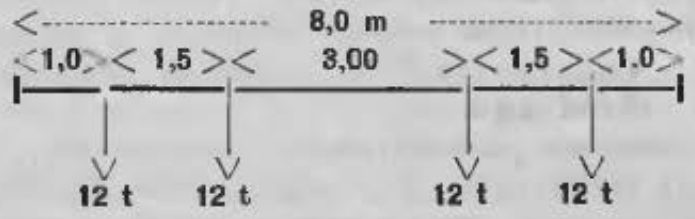
Rys. 1194 a.
Parowóz.




Rys. 1194 b.
Tender.




Rys. 1194 c.
Wagon.




Obciążenia zastępcze, podane na str. 651, oraz tablice sum $\Sigma P_n$ i $\Sigma M_n$, podane na str. 652 i 653, ulegają również zmianom; zmienionych tych obciążeń zastępczych i tablic owych sum nie podajemy, odsyłając pod tym względem do źródła poniżej wskazanego *).

*) Tablice pomocnicze do obliczania dźwigarów mostów kolejowych, St. Kozierski inż., Przegląd techniczny 1907, Nr. 27 i dalsze.

# DZIAŁ SZESNASTY.

# ELEKTROTECHNIKA.

## I. WSTĘP.

### A. Zasady ogólne *).

#### a. Jednostki elektryczne.

| Pojęcia | Jednostki elektryczne | Znakowania | Stosunek do jednostki bezwzględnej | Wymiary jednostki bezwzględnej c g s |
|---|---|---|---|---|
| Napięcie prądotwórcze**) (i napięcie wogóle) [$E$] | wolt | V | $10^8$ | $c^{1/2}g^{1/2}s^{-2}$ |
| Wielkość prądu [$J$] . . | amper | A | $10^{-1}$ | $c^{1/2}g^{1/2}s^{-1}$ |
| Opór [$R$]. . . . . | om | $\Omega$ | $10^9$ | $cs^{-1}$ |
| Ilość elektryczności (nabój) . . . . . | kulomb | Cb | $10^{-1}$ | $c^{1/2}g^{1/2}$ |
| Pojemność elektryczna . | farad | $\Phi$ | $10^{-9}$ | $c^{-1}s^2$ |
| Praca elektryczna [$A$] . | dżaul | J | $10^7$ | $c^2gs^{-2}$ |
| Moc elektryczna [$N$] . | wat = woltamper | W = VA | $10^7$ | $c^2gs^{-3}$ |

Podstawą układu **jednostek elektrycznych** jest **układ bezwzględny miar** centymetro-gramo-sekundowy, którego jednostkami zasadniczemi są: centymetr; masa jednego grama, t. j. jednego $cm^3$ wody przekroplonej, o temperaturze 4° C.; wreszcie sekunda. W skróceniu oznaczamy: **układ c g s.**

Wzajemny stosunek jednostki mocy mechanicznej, t. j. kgm/sek., i jednostki mocy elektrycznej, t. j. wata, równa się liczbie przyspieszenia ciężkości na ziemi, wyrażonego w $m/sek^2$, a więc liczbie 9,81, czyli 1 kgm/sek. = 9,81 wata, a 1 $MK$ = 75 kgm/sek. = 75 · 9,81 = = 736 watów.

---

*) C. Grawinkel i K. Strecker, Hülfsbuch für die Elektrotechnik, 6 wyd., Berlin 1900, u J. Springer'a.

**) O ile nazwa powyższa się przyjmie, możnaby oznaczać ją w skróceniu przez N. P. T. na wzór niemieckiego E. M. K.; skrócenia tego jednakże obecnie jeszcze nie wprowadzamy.

Dalsze jednostki elektryczne wyrażają się wzajemnie przez związki poniższe:

1 kulomb = 1 amper × sekunda = 1 ampero-sekunda;
1 farad = kulomb/wolt;
1 dżaul = 1 wat × sekunda = 1 wato-sekunda = 0,102 kgm;
1 wat = 1 wolt × amper = 1 wolto-amper = 1 dżaul/sek = $^1/_{736}$ $M$ = 0,102 kgm/sek.;
1 wato-godzina = 3600 dżaulów = (3600 : 9,81) kgm = 367 kgm.

Dalsze szczegóły w uwadze odsyłaczowej na str. 790.

Jednostki 1000 razy większe oznaczamy przez dodanie przybranki „kilo", 1000 razy mniejsze przez dodanie przybranki „mili". Jednostki milion razy większe, względnie milion razy mniejsze, oznaczamy przybrankami: „mega", wzgl. „mikro". Np. kilowat = $10^3$ watów; 1 miliwolt = $10^{-3}$ woltów; 1 megom = $10^6$ omów; 1 mikrowolt = = $10^{-6}$ woltów.

## Prawo niemieckie, dotyczące jednostek elektrycznych,

**§ 1.** Prawnemi jednostkami w pomiarach elektrycznych są: om, amper i wolt.

**§ 2.** Jednostką oporu elektrycznego, czyli oporostką prawną, jest **om**, a prawnym jego wzorcem jest opór słupa rtęciannego, przy temperaturze topniejącego lodu, a o stałym przekroju 1 mm² i długości 106,3 cm; słup taki zawiera w sobie 14.4521 g masy rtęci *).

**§ 3.** Jednostką wielkości prądu elektrycznego jest **amper**, a prawnym jego wzorcem jest spràd (prąd elektryczny stały), który, przechodząc przez roczyn azotann srebra we wodzie, wydziela z niego 0,001118 g srebra na sekundę.

**§ 4.** Jednostką napięcia prądotwórczego jest **wolt**, a prawnym jego wzorcem jest takie napięcie prądotwórcze, które w przewodniku o oporze jednego oma wytwarza prąd wielkości jednego ampera.

**§ 5.** Rada Związkowa ma prawo:

a) Określić warunki, w jakich powinno się odbywać wydzielanie srebra przy oznaczaniu ampera (p. § 3).

b) Naznaczyć jednostki na ilości elektryczności, na pracę i moc elektryczną, na pojemność i na wzniecenie elektryczne (indukcyę).

c) Naznaczyć ilości wielokrotne i ułamkowe jednostek (§ 1, 5 b) do ogólnego stosowania.

d) Określić, w jaki sposób mają się obliczać: wielkość prądu, napięcie prądotwórcze, praca i moc rozprądów (prądów przemiennych).

**§ 6.** Jeżeli wskazania **przyrządów pomiarowych** mają być podstawą do obliczeń wynagrodzenia za pracę elektryczną, zawodowo dostarczaną, to wskazania te powinny się wyrażać w jednostkach prawem przepisanych. Stosowanie przyrządów błędnie wskazujących jest zakazane. Dozwolone we wskazaniach przyrządu granice uchybień od prawdziwych określa Rada Związkowa, po porozumieniu się z państwowym Instytutem fizykalno-technicznym.

Rada Związkowa ma prawo określać, o ile prawidłowość takich przyrządów należy urzędownie poświadczać i sprawdzać ponownie.

**§ 7.** Państwowy Instytut fizykalno-techniczny ma wykonywać **wzorcowe oporce rtęciane oma**, oraz przechowować je w rozmaitych miejscowościach. Oporce wzorcowe, z metali stałych, służące do sprawdzań i poświadczeń, należy same sprawdzać przynajmniej raz do roku przez porównanie z wzorcem rtęcianym oma.

**§ 8.** Tenże Instytut ma się zająć wykonaniem i wydawaniem poświadczonych urzędownie oporców wzorcowych i wzorcowych stadeł (ogniw) galwanicznych

**§ 9.** Tenże Instytut sprawdza i poświadcza pomiarowe przyrządy elektryczne, lecz kanclerz Rzeszy może czynności te przekazać i innym urzędom. Wszelkie przyrządy, będące podstawą sprawdzania i poświadczania, powinny same być poświadczone przez państwowy Instytut fizykalno-techniczny.

*) Oporostka Siemens'a równa się oporowi słupa rtęci przy temperaturze topniejącego lodu, a o przekroju 1 mm² i długości 1 m; jest ona równa 0,9047 omów, a na odwrót 1 om = 1,063 oporostek Siemens'a.

§ 10. Tenże Instytut ma pilnować, aby na całym obszarze państwa sprawdzanie i poświadczanie pomiarowych przyrządów elektrycznych odbywało się podług zasad jednakowych. Do niego też należy nadzór nad całą czynnością sprawdzania w państwie i on też wydaje przepisy techniczne, dotyczące tego przedmiotu. W szczególności określa on, jakie rodzaje przyrządów podlegają sprawdzaniu i poświadczaniu, z jakiego mają być tworzywa, w jaki sposób mają być znaczone i jakie mają posiadać właściwości; nadto ustanawia on też przebieg sprawdzania i poświadczania, opłaty za te czynności, wreszcie znaki wyciskane na przyrządach, jako dowód poświadczenia.

§ 11. Przyrządy, poświadczone zgodnie z prawem niniejszem, mogą na całym obszarze państwa służyć za sprawdzian ilości elektrycznych.

§ 12. Kto, dostarczając zawodowo pracę elektryczną, przekracza przepisy § 6-go lub postanowienia, na mocy tegoż paragrafu wydane, podlega grzywnom do 100 marek, albo aresztowi do czterech tygodni. Niezależnie od tej kary, wyrok może postanowić zabranie (konfiskatę) przyrządów fałszywych lub z przepisami niezgodnych.

§ 13. Prawo niniejsze zyskuje moc obowiązującą z chwilą ogłoszenia, lecz przepisy §§ 6 i 12 dopiero z dniem 1 stycznia 1902 r.

## b. Magnetyzm.

**1. Biegun magnesu i jego natęż.** Siła (przyciągająca lub odpychająca), z jaką biegun magnetyczny o natężu $m_1$, pomyślany o wymiarach punktu, oddziaływa na drugi, podobny biegun o natężu $m_2$, wyraża się, na mocy prawa Coulomb'a, wzorem:

$$f = \frac{m_1 m_2}{l^2} = \left(\frac{m_1}{l} \times \frac{m_2}{l}\right).$$

Iloraz $\frac{m}{l}$ zwiemy **usiłem magnetycznym**; dotychczas zwano go siłą magnetomotoryczną, chociaż niema on wymiaru siły. Bieguny równorodne (np. dwa północne) odpychają się nawzajem, różnorodne (północny i południowy) przyciągają się natomiast. Natęż bieguna magnetycznego posiada wymiary: $c^{3/2} g^{1/2} s^{-1}$, t. j. pierwiastku z siły, pomnożonego przez długość, czyli wymiary usiłu magnetycznego, pomnożonego przez długość.

**2. Pole magnetyczne, szlaki magnetyczne i magnetostki.** Każde miejsce w przestrzeni, w którem na wprowadzony w nie biegun magnetyczny ($m$) oddziaływa pewna siła ($f$), przynależy do pola magnetycznego, a natężenie $H$ tego pola, w danem miejscu wyrazi się wzorem:

$$H = f : m.$$

**Natężenie pola** magnetycznego posiada wymiar: $c^{-1/2} g^{1/2} s^{-1}$, a więc wymiar natężu biegunowego, podzielonego przez powierzchnię, czyli wymiar usiłu magnetycznego, podzielonego przez długość. Miarą natężenia pola magnetycznego jest ilość **magnetostek**, dążących przez jednostkę (np. 1 $cm^2$) przekroju, prostopadłego do **szlaku magnetycznego** *). Szlak magnetyczny danego pola jest to linia,

*) Dotychczas i szlak magnetyczny i magnetostkę zwano jednym mianem „magnetyczna linia sił", co z konieczności prowadzi do nieporozumień: magnetostka jest bowiem jednostką natężu biegunowego, a szlak magnetyczny jest to droga, jakąby przebiegał dowolny, swobodny biegun magnetyczny w danem polu, pod wpływem tego natężenia pola: jest to więc niejako szlak, wyznaczany przez ruch owego bieguna, lub szlak, po którym kieruje się **dąż** (flux) natężenia pola.

po którejby się poruszał swobodny biegun magnetyczny, o wymiarach punktu, pod wpływem sił tegoż pola. Gdy biegun ten jest dodatny, ruch jego wskazuje nam zarazem dodatną dążność kierunku natężeń pola.

Gdy pole jest jednostajne, jego szlaki magnetyczne są snopem linii równoległych, a przez każdą jednostkę przekroju prostopadłego do szlaków dąży jednakowa ilość magnetostek. W polu takiem, o natężeniu stałem $H$ (a w żelazie o wzbudzeniu $B$, por. poniżej pod **3.**), na przekrój $q$ działa dąż magnetyczny $S$, wyrażający się ilością magnetostek, a mianowicie:

$$S = q \cdot H \text{ (dla żelaza } S = qB\text{) magnetostek.}$$

Dąż, objęty danym przekrojem, podobnie jak natęż bieguna, mierzy się ilością magnetostek i posiada ten sam wymiar, a więc powyżej już podany dla bieguna, t. j. $c^{3/2}g^{1/2}s^{-1}$.

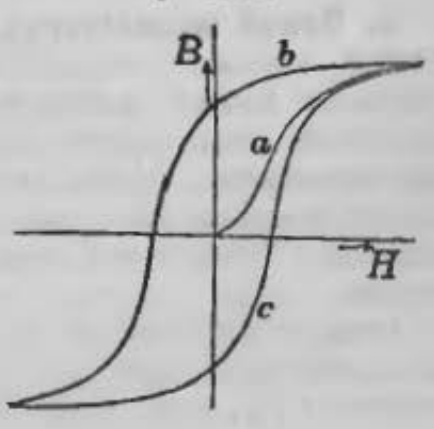
**3. Wzbudzanie magnetyzmu.** Jeżeli w pole magnetyczne, o natężeniu $H$, wprowadzimy kawałek żelaza, to staje się on magnesem, albowiem natężenie pola wzbudza w nim magnetyzm. Żelazo jest bardziej przenikalne dla dążów magnetycznych pola niż powietrze, i jeżeli przez $\mu$ oznaczymy spółczynnik tej przenikalności (względnie do $\mu_1 = 1$ dla powietrza), to wzbudzenie $B$, czyli natężenie w żelazie, będzie:

$$B = \mu H.$$

Spółczynnik $\mu$ dla żelaza nie posiada wartości stałej, jest on wogóle większy dla żelaza miękkiego niż dla twardego, a nadto dla każdego gatunku żelaza zmienia się on jeszcze w miarę, jak wzrasta wzbudzenie magnetyczne w żelazie. Wobec tej zmienności spółczynnika $\mu$ wzbudzenie $B$ będzie bardziej zawiłą funkcyą natężenia $H$, a wykresową tych wartości $B$ jako rzędnych, względem wartości $H$ jako odciętych, zwiemy wykresową lub krzywą wzbudzania, określoną wzorem: $B = f(H)$. W rys. 1195 przedstawiono taką wykresową.

**4. Uporność magnetyczna** (histereza) jest zjawiskiem, pojawiającem się podczas przemagnetyzowania żelaza (i innych ciał magnetycznych) na biegunowość odwrotną. Jeżeli kawałek żelaza zaczniemy wzbudzać, zwiększając natężenie pola powoli od 0 aż do $H_{max}$, to wzbudzenie $B$ w żelazie wzrastać będzie podług wykresowej $a$ (rys. 1195) od $B = 0$ do $B = B_{max}$. Jeżeli jednak następnie natężenie pola zmniejszać będziemy powrotnie od $H_{max}$ do 0 (i dalej aż do $H_{min} = -H_{max}$), to przebieg odmagnesowania przedstawi się nie wykresową $a$, lecz częścią wykresowej $b$, a cały przebieg przemagnesowania z + na — przedstawi się całą tą wykresową $b$. Przy ponownem przemagnetyzowaniu, przez powrotne zmienianie natężenia pola od $H_{min}$ do $H_{max}$, wykresową przebiegu wzbudzania będzie krzywa $c$. Obszar powierz-

Rys 1195.



chni, zawarty między wykresowemi $b$ i $c$, jest miarą pracy, straconej na jeden obieg przemagnetyzowania, a pochłoniętej przez uporność magnetyczną. Praca, w ten sposób pochłonięta skutkiem uporności magnetycznej, przejawia się w postaci ciepła, zagrzewającego żelazo wzbudzane. Im żelazo będzie miększe, tem mniejszą będzie ta strata pracy. Z doświadczeń wyprowadził Steinmetz na pracę $L$ przemagnetyzowywania, wyrażoną w watach, wzór:

$$L = \eta B^{1,6} K p 10^{-7},$$

w którym $B$ oznacza wzbudzenie w magnetostkach na cm², $K$ objętość danego ciała magnetycznego w cm³, $p$ ilość okresów pełnoobiegowych przemagnesowywania na sekundę, czyli ich częstotliwość, wreszcie $\eta$ spółczynnik oporności o wartościach:

w miękkiem żelazie kowalnem (zlewnem, albo zlipnem). . . . . $\eta = 0{,}0015$ do $0{,}0045$,
w stali wyżarzonej . . . . . $\eta = 0{,}004$ „ $0{,}012$,
„ „ utwardzonej . . . . . $\eta = 0{,}010$ „ $0{,}025$,
w żeliwie . . . . . $\eta = 0{,}012$ „ $0{,}016$,
w niklu . . . . . $\eta = 0{,}013$ „ $0{,}039$.

| $B$ | Wartości: $\eta B^{1,6}$, gdy | | | $B$ | Wartości: $\eta B^{1,6}$, gdy | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $\eta = 0{,}002$ | $\eta = 0{,}003$ | $\eta = 0{,}004$ | | $\eta = 0{,}002$ | $\eta = 0{,}003$ | $\eta = 0{,}004$ |
| 1000 | 126,2 | 189,3 | 252,4 | 10000 | 5024 | 7536 | 10048 |
| 2000 | 382,5 | 573,8 | 765,1 | 11000 | 5850 | 8775 | 11700 |
| 3000 | 731,8 | 1097,8 | 1463,7 | 12000 | 6725 | 10088 | 13451 |
| 4000 | 1160 | 1740 | 2320 | 13000 | 7644 | 11467 | 15289 |
| 5000 | 1657 | 2486 | 3314 | 14000 | 8607 | 12910 | 17213 |
| 6000 | 2219 | 3328 | 4437 | 15000 | 9611 | 14417 | 19222 |
| 7000 | 2839 | 4259 | 5678 | 16000 | 10657 | 15985 | 21314 |
| 8000 | 3515 | 5273 | 7031 | 17000 | 11742 | 17613 | 23484 |
| 9000 | 4244 | 6367 | 8489 | 18000 | 12867 | 19300 | 25733 |

**5. Obwód magnetyczny.** W zamkniętym obwodzie magnetycznym, wzdłuż szlaków magnetycznych pojawia się pewien **dąż** natężenia (flux), nie będący przepływem energii, nie przejawiający się wogóle jako ruch, lecz zdolny do nadania ruchu swobodnemu biegunowi magnetycznemu. Ogólna ilość magnetostek, dążących przez pole, pozostaje w zależności nietylko od usiłu magnetycznego $F$, ale i od kształtu i właściwości ciał, przez które przenikają szlaki magnetyczne.

Jeżeli obwód składa się z pewnej ilości działek różnorodnych, to dla dowolnej z nich, np. $n$-tej, o długości $l_n$, przekroju $q_n$ i przenikalności $\mu_n$, opór magnetyczny będzie:

$$R'_n = \frac{1}{\mu_n} \cdot \frac{l_n}{q_n} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 1)$$

Jeżeli między obydwu końcami tej działki, a więc na długości $l_n$, panuje usił magnetyczny $F_n$, to wywołuje on w przekrojach badanej działki dąż:

$$S_n = \frac{F_n}{R'_n} \quad \ldots \ldots \ldots \quad 2)$$

Z drugiej strony dla każdej takiej działki mamy związki:

$$B_n = \mu_n H_n, \text{ oraz } S_n = q_n B_n,$$

czyli: $$S_n = \mu_n q_n H_n \quad \ldots \ldots \ldots \quad 3)$$

Przez zrównanie wartości wzorów 2) i 3) i podstawienie wartości na $R'_n$, ze wzoru 1) otrzymamy:

$$F_n = S_n \cdot R'_n = \mu_n q_n \cdot H_n \cdot \frac{1}{\mu_n} \cdot \frac{l_n}{q_n} = H_n l_n \quad \ldots \quad 4)$$

Usił magnetyczny $F$ całego obwodu musi być równy sumie usiłów w poszczególnych działkach, podobnie i całkowity opór $Q'$ obwodu równy sumie oporów poszczególnych działek, podczas gdy dąż $S$ uważać można za jednakowy dla wszystkich przekrojów obwodu, rozumie się z zaniedbaniem magnetostek, dążących po szlakach, które się usmyknęły z obwodu. Mamy zatem:

$$F = \Sigma F_n = \Sigma H_n l_n,$$

$$R' = \Sigma R'_n = \Sigma \frac{1}{\mu_n} \cdot \frac{l_n}{q_n}, \text{ wreszcie:}$$

$$S = \frac{F_n}{R'_n} = \frac{F}{R'}.$$

**6. Nośność $P$ magnesu,** t. j. jego siła nośna, wyraża się wzorem:

$$P = \frac{B^2 q}{8\pi} \text{ dyn} = 0{,}0010194 \frac{B^2 q}{8\pi} = \frac{B^2 q}{24643} \text{ gramów} \sim \left(\frac{B}{5000}\right)^2 q \text{ kg}.$$

We wzorze tym $q$ oznacza przekrój czynny w $cm^2$ (przez który szlaki magnetyczne przenikają z magnesu w żelazo przyciągnięte), $B$ zaś wzbudzenie w tymże przekroju.

## c. Elektryczność.

Gdy pewna ilość elektryczności porusza się wzdłuż przewodu, zjawisko takie zwiemy ogólnie prądem elektrycznym. Prąd ten może płynąć w sposób ciągły, bez przerw i bez zmian kierunku (biegunowości), a natenczas jest on prądem ciągłym i nieprzemiennym, lecz nie koniecznie stałym co do swej wielkości, a zwać go będziemy krótko: **sprądem**. Sprąd co do swej wielkości może być stały lub zmienny, tworząc np. sprąd tętniący, a co do swej ciągłości może on być bez przerw, a więc sprądem zwykłym, albo też z przerwami, a więc sprądem przerywanym.

Gdy prąd elektryczny zmienia swą biegunowość naprzemiany z dodatnej na odjemną i na odwrót, jest on prądem przemiennym, który dla dogodności krócej zwać będziemy **rozprądem**. Rozprąd

może być jednofazowy, dwufazowy trójfazowy lub nawet wielofazowy, w zależności od ilości fal, nawzajem względem siebie co do czasu przesuniętych, z jakich się składa; wyszczególnione powyżej rodzaje rozprądu zwać będziemy krócej mianami: **jednoprąd, dwuprąd, trójprąd i wieloprąd.**

## 1. Prawa o sprądzie i jego rozgałęzieniach.

### 1. Prawo Ohm'a.

Jeżeli przez $E$ oznaczymy różnicę potencyałów w $V$ między końcami rozpatrywanej działki przewodu, przez $J$ wielkość sprądu w A, płynącego w tejże działce, wreszcie przez $R$ opór w $\Omega$, jaki przedstawia dana działka przepływowi prądu, to prawo Ohm'a wyrazi się wzorem:

$$E = JR, \text{ czyli } J = E : R.$$

### 2. Rozgałęzienia sprądu.

a) **Pierwsze prawo Kirchhoff'a.** W każdym punkcie rozgałęziania się sprądu, suma prądów dopływających równa się sumie prądów odpływających, czyli (z uwzględnieniem znaków):

$$\Sigma J = 0.$$

b) **Drugie prawo Kirchhoff'a.** W rozgałęziającej się sieci przewodów, na którą działa dowolna ilość napięć prądotwórczych, w każdym dowolnym obwodzie zamkniętym, suma napięć prądotwórczych równa się sumie iloczynów z oporu i wielkości sprądu w poszczególnych działkach tegoż obwodu, przyczem, dążność kierunków należy uwzględnić przez właściwe znaki (+ —), a prawo to wyraża się wzorem:

$$\Sigma E = \Sigma (JR).$$

c) **Sprądy w bocznicach.** Jeżeli między dwoma punktami (węzłami) mamy dowolną ilość przewodów, obocznie nawzajem do siebie ułożonych, a posiadających opory $r_1, r_2, r_3 \ldots$, to wielkości $i_1, i_2, i_3 \ldots$ sprądów w tychże przewodach określają się ze wiązków:

$$i_1 r_1 = i_2 r_2 = i_3 r_3 \ldots = E, \text{ oraz}$$
$$i_1 + i_2 + i_3 + \ldots = J.$$

Napięcie prądotwórcze $E$ jest bowiem jednakowe dla wszystkich bocznic, gdyż jest ono różnicą potencyałów obydwu punktów węzłowych, a podług pierwszego prawa Kirchhoff'a suma sprądów odpływających z węzła równa się sprądowi dopływającemu do niego. Pierwszemu z tych wzorów możemy też nadać postać:

$$i_1 : i_2 : i_3 \ldots = \frac{1}{r_1} : \frac{1}{r_2} : \frac{1}{r_3} \ldots$$

**Opór wynikowy** $R$ tego pęku przewodów, nawzajem obocznie względem siebie ułożonych, określamy z oporów poszczególnych przewodów podług wzoru:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} + \ldots,$$

który wyraża się prawem: przewodność pęku przewodów, łączących dwa punkty węzłowe, równa się sumie przewodności poszczególnych przewodów pęku, przyczem przez przewodność przewodu należy rozumieć odwrotną wartość jego oporu.

Ze związku powyższego dla dwóch przewodów, leżących obocznie względem siebie, otrzymamy:

$$R = \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2}.$$

## 2. Opór w przewodach.

Jeżeli przez $c$ oznaczymy opór właściwy tworzywa przewodowego, przy danej temperaturze, to przewód o długości $l$ metrów, a przekroju $q$ mm², posiadać będzie opór $R$, wyrażony w omach:

$$R = c\,\frac{l}{q}.$$

### Opór właściwy $c$ przewodników stałych i rtęci.

(przy temperaturze + 20°).

Uwaga. Oporem właściwym danego tworzywa zwiemy opór w omach przewodu z tego tworzywa, o długości 1 m, a przekroju 1 mm².

| Rodzaj tworzywa | $c$ | $\Delta c$ | Rodzaj tworzywa | $c$ | $\Delta c$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Antymon . | 0,5 | + 0,0041 | Ołów. . . | 0,22 | + 0,0041 |
| Bizmut . . | 1,2 | + 0,0037 | Platyna . . | 0,12—0,16 | + 0,0024 do 0,0035 |
| Cyna . . | 0,10 | + 0,0042 | | | |
| Cynk . . | 0,06 | + 0,0042 | Rtęć . . . | 0,95 | + 0,00091 |
| Glin . . . | 0,03—0,05 | + 0,0039 | Spiż nagliniony. . | 0,12 | + 0,001 |
| Konstantan. | 0,5 | — 0,00003 | | | |
| Manganin . | 0,42 | ± 0,00001 | Srebro . . | 0,016—0,018 | + 0,0034 do 0,0040 |
| Miedź . . | 0,017—0,018 | + 0,0037 | | | |
| Mosiądz. . | 0,07—0,08 | + 0,0015 | Stal . . . | 0,10—0,25 | + 0,0052 |
| Nowe srebro | 0,15—0,51 | + 0,0002 do + 0,0007 | Węgiel . . | 100—1000 | — 0,0003 do — 0,008 |
| Nikiel . . | 0,15 | + 0,0037 | Żelazo . . | 0,10—0,12 | + 0,0045 |
| Nikielin . . | 0,40—0,44 | 0,00022 | | | |

**Uwagi do tablicy powyższej.** Oprócz wartości oporu $c$, przy temperaturze + 20°, podano przyrostki $\Delta c$ tego oporu na każdy stopień zagrzania się. Gdy się temperatura obniża, wartość $\Delta c$ przybiera znak odwrotny. Przyrostek $\Delta c$, ściśle biorąc, nie jest ilością stałą, lecz zmienną w zależności od temperatury. Dla tego też wartości $\Delta c$, podane w tablicy, można stosować bez znaczniejszych niedokładności tylko w granicach od 0 do + 30°. W zwykłych obliczeniach przewodów miedzianych liczymy opór właściwy $^1/_{57}$, przez co uwzględniamy już i pewne ich zagrzewanie się. Przewody jednakże w prądnicach, prądnikach i t. p., z powodu ich silniejszego zagrzewania się, należy obliczać na opór właściwy $c = {}^1/_{50}$ do $^1/_{55}$.

Zarząd poczt i telegrafów niemieckich przy dostawach przewodów wymaga poniższych przewodności, wyrażonych w odsetkach przewodności miedzi czystej: w żelaznym drucie cynkowanym 13%, a w drucie spiżowym 94%, lecz w takimże drucie 1,5 mm średnicy tylko 70%. Zgodnie z tymi warunkami zestawiamy w tablicy poniższej dozwolony opór w omach na km druta:

| Grubość drutu . . . . . | 6 | 5 | 4,5 | 4 | 3 | 2 | 1,5 | mm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Żelazny drut cynkowany (do telegrafu) | 4,65 | 6,72 | 8,26 | 10,47 | 18,60 | . | . | Ω/km |
| Drut spiżowy (telefonowy) . . . . | 0,67 | 1,02 | 1,19 | 1,51 | 2,67 | 6,02 | 14,43 | Ω/km |

Tablicę oporów w drutach miedzianych podano w rozdziale VII działu niniejszego.

### Opór właściwy *c* rozwodnionego kwasu siarczanego.

| % $H_2SO_4$ w rozczynie na wagę | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| przy 18° C . . $c$ = | 4,8 | 2,6 | 1,9 | 1,5 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,5 | 1,9 | 2,7 | 4,7 | 9,9 |

W tablicy powyższej opór właściwy $c$ podano na 1 $cm^2$ przekroju i na 1 cm długości: w powyżej podany wzór na opór $R$ trzeba zatem długość $l$ podstawiać w **cm**, a przekrój $q$ w **$cm^2$**. Na każdy stopień podwyższenia temperatury rozczynu (lecz tylko w niewielkich odstępach od temperatury podanej, t. j. od 18°) opór zmniejsza się o 1,2 do 3,5%, a w rozczynach używanych do zasobników (akumulatorów) o 1,4%.

## 3. Prawo Joule'a (wymaw.: Dżaula).

Spręd o wielkości $J$ (w amperach), płynący w przewodzie lub innym przewodniku o oporze $R$ (w omach), przez $t$ (sekund) wytwarza ilość ciepła $Q$ (w cpł. gramowych), określoną wzorem poniższym:

$$Q = 0{,}239\, J^2 R t \text{ cpł. gramowych } *).$$

Na tem cieple polegają bardzo liczne zastosowania prądu elektrycznego, a więc np. żarzenie się żarówek, piece Moissan'a, wyrób karbidu, lutowanie i zlipianie elektryczne i t. p.

Zlipianie elektryczne sposobem **Thomson'a** zasadza się na przeprowadzaniu wielkich prądów o nizkiem napięciu przez miejsce przeznaczone do zlipienia. Jedną z części zlipianych łączymy z biegunem dodatnim, a drugą z odjemnym. Opór na styku tych części jest nieznaczny, przepuszcza on zatem prąd znacznej wielkości przez ów styk, który się zagrzewa i zlipia. Wadą tego sposobu jest znaczna wielkość prądu, wymagająca grubych przewodów. Najdogodniej będzie, otrzymywać taki prąd bardzo nizkiego napięcia z przetwornika, a więc stosować rozprąd.

Zlipianie elekryczne sposobem **Lagrange'a i Hoho** zasadza się na zastosowaniu małych prądów o wyższem napięciu (ponad 100 V), lecz koniecznie sprądów, gdyż niezbędnym tu jest i rozkład chemiczny przez prąd. Biegun dodatny stanowi płyta ołowiana, zanurzona w rozczyn potażu (węglanu potasowego). Z biegunem odjemnym łączymy obydwa kawałki żelaza, zanurzając w ów rozczyn ich powierzchnie, przeznaczone do zlipienia, na których osiadają pęcherzyki wodoru, wydzielające się z rozczynu skutkiem

---

*) 1 ciepłostka gramowa jest ilością ciepła, niezbędną do nagrzania jednego $g$ wody z 0° do 1°; jest ona zatem równa 0,001 ciepłostki zwykłej, stosowanej w technice, czyli ciepłostki kilogramowej. 1 dżaul = 1 wato-sekundzie = 1 woltampero-sekundzie = 1 woltokolumbowi = $\frac{1}{9{,}81}$ kgm = 0,102 kgm = $\frac{1}{9{,}81 \cdot 427}$ cpł. kilogramowych = $= \frac{1000}{9{,}81 \cdot 427}$ cpł. gram. = 0,2386 cpł. gram.

jego elektrolizy. Warstewka wodoru na styku żelaza z rozczynem przedstawia opór bardzo wielki, skutkiem którego wytwarza się tam wiele ciepła. Stykowe powierzchnie żelaza dochodzą do wysokiego żaru, a nadto oczyszczają się one od rdzy pod odtleniającym wpływem wodoru, co przyczynia się w wysokim stopniu do trwałości zlipienia. Wreszcie możemy z łatwością utwardzać miejsce zlipione, przerywając prąd przed wyjęciem zlipionego styku z rozczynu.

Do **lutowania** elektrycznego łączymy lutownik z biegunem odjemnym, a przedmiot lutowany z dodatnym. Przy lutowaniu elektrycznem lutownikiem jest zazwyczaj laska węglana.

Gdy przez przewód o oporze $R$ (w $\Omega$) przechodzi spràd o wielkości $J$ (w A) i gdy napięcie w przewodzie, czyli różnicę potencyałów między końcami przewodu, oznaczymy przez $E$ (w V, $E = JR$), natenczas **elektryczna praca** sprądu tego we wato-sekundach, czyli w dżaulach, wykonana przez t sekund, będzie:

$$A = EJt = J^2Rt;$$

a przejawi się ona w postaci **ciepła**, wytworzonego w ilości:

$$Q = 0{,}239\,EJt = 0{,}239\,J^2Rt \text{ cpł. gram.}$$

**Moc** elektryczna $N$ tegoż sprądu, czyli jego praca na sek., będzie w watach:

$$N = EJ = J^2R.$$

## 4. Prawo elektrolityczne Faraday'a.

Sprąd o wielkości $J$ (w A), przez $t$ jednostek czasu, wydziela z rozczynu elektrolitycznego $G$ gramów składnika chemicznego:

$$G = kaJt.$$

We wzorze tym $a$ oznacza równoważnik chemiczny, będący ilorazem ciężaru atomowego (względnie do $H = 1$), podzielonego przez wartościowość danego atomu (względnie do wartościowości wodoru). Np. glin jest trójwartościowym, a posiada ciężar atomowy 27, równoważnik jego jest zatem $a = 27 : 3 = 9$; ołów jest dwuwartościowy, ma ciężar atomowy 206,6, czyli $a = 206{,}4 : 2 = 103{,}2$ (por. tablicę poniższą). Spółczynnik $k$ wzoru powyższego zależy od jednostki, w jakiej wyrażamy czas $t$, a więc:

gdy $t$ w sek, $k = 0{,}000010386$, | gdy $t$ w min, $k = 0{,}0006232$,
gdy $t$ w godz., $k = 0{,}03739$.

| Pierwiastek chemiczny | Równoważnik $a$ | 1 kulomb wydziela mg | 1 amper wydziela na godz. g | Pierwiastek chemiczny | Równoważnik $a$ | 1 kulomb wydziela mg | 1 amper wydziela na godz. g |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cyna . . | 58,7 | 0,60966 | 2,1948 | Platyna . . | 97,2 | 1,00952 | 3,6343 |
| Cynk . . | 32,4 | 0,33651 | 1,2114 | Potas . . . | 39,0 | 0,40505 | 1,4582 |
| Glin . . . | 9,0 | 0,09347 | 0,3365 | Rtęć . . . | 99,9 | 1,03756 | 3,7352 |
| Magnez . . | 12,0 | 0,12463 | 0,4487 | Srebro . . | 107,7 | 1,11857 | 4,0269 |
| Miedź . . | 31,6 | 0,32820 | 1,1815 | Tlen . . . | 8,0 | 0,08309 | 0,2991 |
| Nikiel . . | 29,3 | 0,30431 | 1,0955 | Wodór . . | 1 | 0,01039 | 0,0374 |
| Ołów . . | 103,2 | 1,07184 | 3,8585 | Złoto . . . | 65,4 | 0,67924 | 2,4453 |

W obliczeniach **przebiegów elektrolitycznych** najbardziej wpływowym jest opór rozczynu elektrolizowanego, oraz **napięcie prądochłonne** $E$, niezbędne na rozkład elektrochemiczny, wreszcie objaw, znany pod nazwą polaryzacyi. Napięcie prądochłonne określa się wzorem:

$$E = 0{,}000043\ W = \frac{W}{23300}\ \text{wolt},$$

w którym $W$ oznacza cieplik chemiczny danego połączenia, wyrażony w cpł. gram., a sprowadzony do jednego gramowego równoważnika metalu, jaki się ma wydzielić z połączenia.

**Cieplikiem chemicznym** danego połączenia zwiemy tę ilość cpł. gram., jaka się wydziela (lub pochłania) podczas przebiegu łączenia się części składowych ze sobą, jednakże ilość ciepła, obliczoną nie na 1 g danego związku, lecz na taką ilość gramów metalu, wchodzącego w ów związek (lub pierwiastka go zastępującego), jaką jest liczba atomowego ciężaru metalu owego. Np. podług T. I str. 324 przy spalaniu 1 g C na $CO_2$ wytwarza się 8080 cpł. gram. W związku $CO_2$ składnikiem, zastępującym metal, jest C, a jego ciężar atomowy $C = 12$. Przy spalaniu 12 g C na $CO_2$ otrzymamy zatem $12 \cdot 8080 = 96\,960$ cpł. gram., i ta ilość ciepłostek jest cieplikiem chemicznym połączenia: $C + 2\,O = CO_2$.

## 5. Pojemność elektryczna i pojemniki (kondensatory) *).

1. Pojemnością $C$ pojemnika, t. j. zosobnionego ciała przewodzącego, zwiemy iloraz mieszczącej się na nim ilości $Q$ elektryczności, podzielonej przez różnicę potencyałów $E$ między pojemnikiem a otoczeniem (np. ziemią).

$$C = Q : E.$$

Gdy ta różnica potencyałów równa się jednostce napięcia (V), mieszcząca się natenczas na pojemniku ilość elektryczności przedstawia nam bezpośrednio jego pojemność. Jednostką pojemności (pojemnostką) jest farad p. str. 782. Pojemnością **pojemnika** (kondensatora), składającego się z dwóch przewodników, przedzielonych warstwą nieprzewodnika, będzie ilość elektryczności, mieszczącej się na pojemniku, podzielona przez napięcie, t. j. przez różnicę potencyałów między obydwoma przewodnikami.

2. Pojemność zależy nietylko od kształtu i rodzaju przewodników, lecz i od właściwości nieprzewodnika osobniącego, a raczej od jego **spółczynnika nieprzewodności** $k$. Jeżeli dany przewodnik, zosobniony powietrzem, ma pojemność $Q$, to przy innem zosobnieniu pojemność jego $Q_1$ będzie:

$$Q_1 = k\,Q.$$

Wartości spółczynnika nieprzewodności są: dla powietrza $k = 1$; dla gazów $k \backsim 1$; dla szkła $k = 6{,}6$ do $9{,}9$; dla kauczuku $k = 2{,}1$ do $2{,}7$ (gdy jest nasiarczony); dla miki $k = 5$.

3. Pojemność $C$ różnych pojemników. We wzorach poniższych, gdy wymiary liczyć będziemy w cm, należy podzielić wynik przez 900000, aby otrzymać pojemność $C$ w mikrofaradach.

---

*) K. Drewnowski: O zastosowaniu kondensatorów (pojemników) Mościckiego w elektrotechnice; Czasopismo techniczne (lwowskie), 1907, Nr. 8 i nast.

Kula: $c = kr$ (gdy $r =$ promień).

Walec: $c = kl : 2 ln \frac{l}{r}$ (gdy $l =$ długość, $r =$ promień).

Dwa walce równoległe, np. dwa przewody, w odstępie $d$:

$$C = kl : 2 ln \frac{d}{r} .$$

Walec pełny, o promieniu $r$, we wydrążonym walcu spółosiowym o promieniu $r_1$ drąży ($l =$ długość walcy):

$$C = kl : 2 ln \frac{r_1}{r} .$$

Dwie równoległe powierzchnie obszaru $O$ w odstępie $d$:

$$C = k O : 4 \pi d;$$

lub podług przybliżonego wzoru ogólnego:

$$C = \frac{k \times \text{powierzchnia}}{4 \pi \times \text{odstęp między powierzchniami}} .$$

4. Pojemność pojemników skojarzonych:

a) łączonych obocznie:

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + \ldots$$

b) łączonych posobnie (za sobą):

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \ldots$$

5. O działaniu pojemników w obwodach rozprądu p. rozdz. III. B.

## d. Elektromagnetyzm.

### 1. Pole magnetyczne, wzbudzone przez prąd.

Prąd, płynący w dowolnym przewodzie, wytwarza pole magnetyczne, którego kierunek określają prawa Ampere'a; p. str. 796. Prąd $J$, płynący przez przewód o długości różniczki $dl$, wytwarza w dowolnym punkcie w odległości $r$, natężenie pola, wyrażone w magnetostkach na cm²:

$$dH = J \sin \psi \, dl : r^2, \text{ czyli:}$$

$$H = \int \frac{J \sin \psi \, dl}{r^2} .$$

We wzorze tym $\psi$ oznacza kąt, zawarty między kierunkiem badanej cząstki przewodu a linią, łączącą tę cząstkę z owym punktem. Wartość całki pozostaje w zależności od kształtu osi przewodu.

a) Natężenie pola w środku zwoju kołowego, o promieniu $r$ będzie:

$$H = \frac{2 \pi J}{r} .$$

b) **Solenoid** (np. nawój zwojnicy galwanometru, i t. p.), który przy długości $l$ posiada $z$ zwojów, wytwarza w swem wnętrzu pole o natężeniu:

$$H = \frac{4\pi z J}{l},$$

a usił magnetyczny w temże polu (na mocy wzoru: $F = \Sigma H l$, ze str. 787) będzie:

$$F = 4\pi z J.$$

## 2. Wzniecanie (Indukcya).

1. Gdy cząstkę przewodu (o długości $dl$) poruszamy w polu magnetycznem (o natężeniu $H$) w ten sposób, że kierunek cząstki obwodu tworzy kąt $\alpha$ z kierunkiem dążu magnetycznego w polu, a prędkość $v$ ruchu cząstki tworzy kąt $\psi$ z płaszczyzną, przełożoną przez tęże cząstkę i przez kierunek dążu magnetycznego, natenczas napięcie prądotwórcze, **wzniecone** w owej cząstce przewodu, wyrazi się wzorem:

$$dE = Hv \sin\alpha \sin\psi\, dl.$$

Całkowite napięcie prądotwórcze, wzniecone w całym, poruszanym w ten sposób przewodzie, będzie:

$$E = \int Hv \sin\alpha \sin\psi\, dl.$$

Wartość $E$ staje się największością, gdy i kąt $\alpha$ i kąt $\psi$ będą kątami prostymi ($90^0$). Jeżeli więc prostolinijny przewód o długości $l$ porusza się w sposób co dopiero wskazany, to wzniecone w nim napięcie prądotwórcze, wyrażone w $V$ ($V = 10^8\, c^{1/2} g^{1/2} s^{-2}$), będzie:

$$E = Hvl \cdot 10^{-8},$$

z warunkiem, aby długość $l$ wyrazić w cm, a prędkość $v$ w cm/sek.

2. **Wzniecanie (indukcya) w prądnicach.** Jeżeli oznaczymy przez:

$S_a$ ilość magnetostek w dążu między biegunami prądnicy dwubiegunowej,

$z_a$ liczbę spółcześnie wzniecanych drutów nawoju twornikowego,

$n$ ilość obrotów na min.,

to otrzymamy **średnie napięcie prądotwórcze** w V:

$$E = 10^{-8} S_a z_a \frac{n}{60}.$$

Wzór powyższy zatrzymuje swą ważność i dla prądnic wielobiegunowych, dla których określa on jednakże napięcie prądotwórcze, wzniecone w poszczególnych zwójkach (działkach twornikowych), leżących między biegunami sąsiednimi. Jeżeli w takich prądnicach chcemy otrzymać napięcie wyższe, to musimy poszczególne te zwójki złączyć ze sobą posobnie, w przeciwnym razie, t. j. przy złączeniu obocznem, całkowite napięcie nie zwiększy się, będzie zatem równe napięciu, określonemu wzorem powyższym.

## 8. Samowzniecanie (samoindukcya).

1. Napięcie prądotwórcze w przewodzie powstaje nietylko przez poruszanie przewodu w polu magnetycznem, lecz powstaje ono i w przewodzie nieporuszającym się, a mianowicie pod wpływem zmian natężenia pola magnetycznego, czyli zmian ilości magnetostek w jego dążu. A że prąd o wielkości $J$, przepływający przez przewód, wytwarza pole magnetyczne o natężeniu, pozostającem w prostym stosunku do wielkości prądu, więc każda zmiana tej wielkości prądu powoduje stosowną zmianę natężenia pola, która to zmiana znów wznieca w tymże przewodzie pewne napięcie prądotwórcze $E$. Zjawisko to zwiemy samowzniecaniem, a określa się ono wzorem:

$$E = L\frac{dJ}{dt},$$

w którym $t$ oznacza czas (sek.), a $L$ **spółczynnik samowzniecenia,** niezależny od wielkości prądu, a zależny tylko od kształtu przewodu, p. poniżej pod 3.

2. Gdy wielkość prądu pierwotnego wzrasta, natenczas samowzniecone napięcie prądotwórcze przeciwdziała napięciu pierwotnemu, ma zatem dążność do powrotnego zmniejszenia takiego prądu, który się zwiększa. I naodwrót, gdy prąd pierwotny się zmniejsza, samowzniecone napięcie prądotwórcze będzie miało dążność do zwiększenia prądu pierwotnego.

O wpływie samowzniecania w obwodach rozprądów p. rozdz. III. B.

3. Wartości spółczynnika samowzniecania $L$. Wymiar spółczynnika $L$ jest długością, jednostka jego w układzie c g s równa się zatem 1 cm, a jednostka elektrotechniczna tegoż spółczynnika zwana „henry“, równa się $10^9$ cm.

Dla nawoju, nawiniętego $z$ zwojami na długość $l$ w cm, a obejmującego przekrój $q$ w cm$^2$, będzie:

$$L = [4\pi z^2 q : l]\,(10^{-9}\text{ henry}).$$

Dla dwóch przewodów równoległych, ułożonych w odstępie wzajemnym $d$ w cm, a na końcach ze sobą złączonych, o łącznej długości obwodu $l$ w cm, gdy przewody mają przekrój kołowy, o promieniu $r$ w cm, będzie:

$$L = l\,[0{,}5 + 2\,ln\,(d : r)]\,(10^{-9}\text{ henry}).$$

Jeżeli natomiast wyrazimy wzór powyższy w logarytmach dziesiętnych (Briggs'a), długość $l$ w km, to $L$ w **milihenry** będzie:

$$L' = l\left[0{,}05 + 0{,}4605\log\frac{d}{r}\right](10^{-3}\text{ henry}).$$

4. Dla dwóch obocznie ze sobą złączonych obwodów o oporach omicznych $r_1$ i $r_2$ i o spółczynnikach samowzniecenia $L_1$ i $L_2$, łączny spółczynnik samowzniecenia będzie:

$$L = \frac{r_2^2 L_1 + r_1^2 L_2}{(r_1 + r_2)^2}.$$

## e. Prawidła o kierunkowości i dążności.

**1.** Dodatną dążnością **szlaków magnetycznych** zwiemy tę, z jaką szlaki wychodzą z bieguna północnego na zewnątrz magnesu ku biegunowi południowemu, odjemną zaś tę, z jaką szlaki magnetyczne wychodzą z bieguna południowego na zewnątrz ku biegunowi północnemu.

Igła magnesowa, wprowadzona w polę magnetyczne zwraca się tak, że jej koniec dodatny, t. j. ten, który zazwyczaj kieruje się ku północy, wskazuje nam w polu magnetycznem dążność dodatną jego szlaków.

**2.** Jeżeli patrzymy na elektromagnes od strony jego bieguna południowego, to dodatnym zwiemy **prąd elektryczny**, okrążający go prawozwrotnie, t. j. zgodnie z obrotem wskazówek zegarowych.

Dodatnym biegunem przyrządu prądotwórczego zwiemy ten, z którego prąd dodatny dąży na zewnątrz.

Ze zwykłego stadła (ogniwa) galwanicznego prąd dodatny przechodzi przez obwód zewnętrzny od miedzi, wzgl. węgla, ku cynkowi.

**3.** Do oznaczania biegunowości przyrządów, pozostających pod prądem, służą różnego rodzaju papiery odbiegunowe. Zwilżonym paskiem takiego papieru łączymy końce drutów badanych: większość papierów odbiegunowych, będących w handlu, zabarwia się tylko przy biegunie odjemnym, papier zaś lakmusowy błękitnieje przy tym biegunie, a czerwienieje przy biegunie dodatnym.

Nie posiadając papieru odbiegunowego, radzimy sobie w ten sposób, że od obydwóch biegunów prowadzimy kawałki drutów miedzianych, których końce zanurzamy w szklankę z wodą: przy biegunie odjemnym uwydatni się wyraźnie wydzielanie gazu, t. j. wodoru, podczas gdy tlen, wydzielający się przy biegunie dodatnym, łączy się z miedzią chemicznie, skutkiem czego wydzielanie tlenu tu się nie ujawni pęcherzykami gazu. Przez zakwaszenie wody przyspieszamy tę działalność elektrolityczną.

Jeżeli zamiast drutów miedzianych zanurzymy w wodę zakwaszoną przyłączone do niej płytki ołowiane, to płytka na biegunie dodatnym zbrunatnieje po pewnym czasie.

Gdy dążność kierunku prądu mamy oznaczyć galwanoskopem, a prąd jest wyższego napięcia, natenczas, by nie spalić zwojnicy przyrządu, wypada wstawić w obwód stosowny oporzec, np. żarówkę, lecz można także oznaczyć dążność prądu w przewodzie przez to, w którą stronę odchyli się zbliżona do niego, swobodna igła magnesowa, a to podług praw Ampère'a.

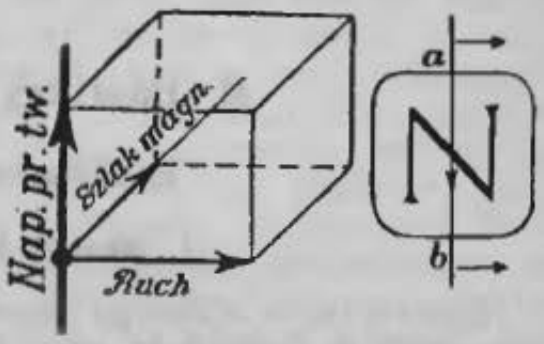
**4. Pływacze prawidło Ampère'a.** Jeżeli wystawimy sobie, że sami płyniemy w przewodniku z dążnością prądu dodatnego, głową naprzód, i że zwracamy się twarzą ku igle magnesowej, poza przewodem się mieszczącej, to jej biegun północny pod wpływem tego prądu odchyli się w lewo.

**5. Dążność prądów wznieconych**, a raczej ich napięcia prądotwórczego, wskazano w rys. 1196, jako zależną od dążności ruchu

przewodu poruszanego i od dodatnej dążności szlaków magnetycznych.

Zapamiętanie, w jaki sposób te poszczególne dążności zależą nawzajem od siebie, ułatwi nam prawidło poniższe: Wyobraźmy sobie, że w rys. 1197 pod papierem leży biegun północny, oznaczony literą N (nord), z którego zatem szlaki magnetyczne kierować się będą swą dążnością dodatną poprzez papier, ku patrzącemu. Jeżeli w powierzchni rysunku przesuwać będziemy przewód *ab* prostopadle do niego samego, to dążność wznieconego prądu dodatnego (w górę, czy w dół), zależna od dążności przesuwania przewodu (w lewo, czy w prawo), będzie taka sama, jaką ma ruch punktu przecięcia się przewodu przesuwanego z ukośną kreską w literze N. Gdy (jak w rys. 1197 wskazano strzałkami) przesuwamy przewód *ab* na prawo, jego punkt przecięcia z ukośną kreską litery N przesuwa się po niej ku dołowi, a zatem prąd dodatny, wzniecony w przewodzie *ab*, będzie miał również dążność z góry w dół.

Rys. 1196. Rys. 1197.




**6. Dążności sił.** Prądy w dwóch przewodach równoległych przyciągają się nawzajem, gdy mają dążności jednakowe, odpychają się natomiast, gdy ich dążności są odwrotne.

Dwa pola magnetyczne w tem samem miejscu usiłują, co do kierunku, dążności i położenia, zlać się ze sobą. A zatem pole, wytworzone przez prąd w obwodzie zamkniętym, znajdując się w obrębie wpływu drugiego pola magnetycznego, usiłuje zwrócić się i przesunąć w ten sposób, aby co do kierunku, dążności i położenia zlać się z owem drugiem polem magnetycznem. Usiłuje ono więc tak się ustawić, aby wśród jego obwodu dąż posiadał możliwie największą ilość magnetostek. Dwa prawa powyższe są znane pod nazwą **praw Ampère'a.**

Gdy w polu magnetycznem poruszamy przewód, wzniecając w nim prąd, to pole magnetyczne oddziaływa na ów przewód siłą, opierającą się ruchowi przewodu, a więc mającą dążność odwrotną względnie do ruchu przewodu *). Jeżeli jednak do takiego poruszającego się przewodu wprowadzimy z innego źródła napięcie prądotwórcze, o dążności odwrotnej względnie do wzniecanego, to zmniejszamy przez to opór pola, przeciwdziałający ruchowi przewodu: gdy obydwa te przeciwne napięcia będą sobie równe, a więc gdy się nawzajem zniosą, opór pola dla ruchu przewodu stanie się zerem; gdy wreszcie napięcie z owego innego źródła będzie większe od napięcia wzniecanego, natenczas siła pola magnetycznego zacznie spółdziałać ruchowi przewodu.

*) Na przezwyciężenie tego oporu, podczas przesuwania przewodu w polu magnetycznem, zużywamy pewną ilość pracy mechanicznej, która przeistacza się przytem na energię wznieconego prądu elektrycznego.

Jeżeli sprądnica główníkowa, mająca zasilać pewien obwód, otrzymywać będzie nadwrót z niego prąd w ten sposób, że spręd dodatny wchodzić będzie przez jej kraniec dodatny, to dążność jej obrotu stanie się odwrotną, a sprądnica pracować będzie jako sprądnik. Sprądnica bocznikowa w tym samym przypadku nie zmieni dążności swego obrotu. Dlatego też taka sprądnica bocznikowa, naprądniająca zasobniki, obraca się dalej w tym samym kierunku nawet w przypadku, gdy przemagające napięcie zasobników zacznie ją napędzać jako sprądnik.

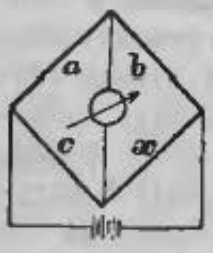
# B. Pomiary elektryczne.

## a. Mierzenie oporów.

### 1. Mostek Wheatstone'a.

Nieznany opór $x$ danego przewodnika mierzymy, zestawiając ów przewodnik w czworobok wraz z trzema oporcami o znanych oporach $a$, $b$, $c$ w sposób, w rys. 1198 przedstawiony, przyczem przynajmniej jeden z tych oporców musi dozwalać na zmiany wielkości swego oporu. Dwa przeciwległe wierzchołki czworoboku łączymy oddzielnym przewodem poprzez galwanometr przy pomiarach sprądem, względnie poprzez telefon przy pomiarach rozprądem lub innego rodzaju prądem zmiennym. Drugie dwa przeciwległe wierzchołki czworoboku łączymy ze sobą poprzez źródło prądu. Opór zmienny, np. w oporcu $a$, zmieniamy tak długo, dopóki nie zaniknie odchylenie igły galwanometru, względnie dźwięk w telefonie. Dla tej wartości oporu w $a$ mamy związek:

Rys. 1198.




$$x : c = b : a,$$

z którego obliczamy $x$ ze znanych $a$, $b$, $c$.

Dogodniej będzie zmieniać nie jeden, lecz dwa ze znanych oporów, np. $a$ i $b$. Na takiej zasadzie zmienności oporów polega też mostek Wheatstone'a w pierwotnym swoim ustroju. Oporzec $c$ posiada w nim opór niezmienny, oporce zaś $a$ i $b$ stanowią razem jeden drut rozpięty o stałym przekroju. Po drucie tym przesuwa się stycznik (kontakt), tworzący styk (kontakt) przewodu od galwanometru z owym drutem rozpiętym. Stycznik ten przesuwamy po drucie, dopóki nie zaniknie odchylenie igły galwanometru, względnie dźwięk w telefonie. Długości działek $a$ i $b$ drutu, wobec jego przekroju jednostajnego, dają nam bezpośrednio stosunek oporów tych działek, a że nadto znamy stałą wielkość oporu oporca $c$, więc ze związku powyższego otrzymamy:

$$x = \frac{b}{a} \cdot c .$$

Do pomiarów oporu wewnętrznego stadeł (ogniw) galwanicznych stosujemy rozprąd, by uniknąć błędów, spowodowanych polaryzacyą w stadle (ogniwie).

## 2. Oznaczenie oporu $x$ przez porównanie ze znanym oporem $w$, za pośrednictwem pomiaru ich napięć międzykrańcowych.

Łączymy posobnie w obwód zamknięty: źródło prądu, oporzec o znanym oporze $w$, przewodnik o nieznanym oporze $x$ i opornik, którym miarkujemy prąd tak, iżby się żadna część obwodu dostrzegalnie nie zagrzewała. Pożądanym jest jeszcze wyłącznik w obwodzie, aby prąd puszczać przez obwód tylko w chwili właściwego pomiaru. Napięcie $\xi$ (między krańcami przewodnika $x$) i napięcie $\omega$ (między krańcami oporca $w$) stoją ze sobą w prostym stosunku do oporów tychże części. Napięcia międzykrańcowe mierzymy galwanometrem, a mianowicie jego kątem odchylenia. W tym celu łączymy krańce badanego przewodnika $x$ z krańcami galwanometru zazwyczaj poprzez oporzec, chroniący od przepalenia galwanometru. Pomierzywszy odchylenie $\alpha$ galwanometru dla napięcia $\xi$ i odchylenie $\beta$ dla napięcia $\omega$, mamy związek:

$$\frac{x}{w} = \frac{\xi}{\omega} = \frac{\alpha}{\beta}, \text{ czyli } x = w\,\frac{\alpha}{\beta}.$$

Oprócz całkowitego oporu $x$ między krańcami danego przewodnika, np. nawoju, możemy w sposób powyżej wskazany, mierząc nietylko napięcie $\xi$ między jego krańcami, lecz i napięcia $\xi_1$, $\xi_2$... między każdymi dwoma dowolnymi punktami danego przewodnika oznaczyć opór każdej dowolnej działki tegoż przewodnika.

## 3. Mierzenie oporu zosobnienia (izolacyi) sieci przewodów w zładach domowych i t. p.

Do pomiaru oporów zosobnienia sieci należy stosować prąd o napięciu zbliżonem do tego, jakiem sieć ma pracować: wyniki pomiarów będą bowiem na ogół bardzo niejednakowe przy rozmaitych napięciach. Dogodnym w użyciu, a dostatecznie dokładnym do takich pomiarów będzie woltnik (wskaźnik napięcia) ustroju d'Arsonval'a, o możliwie wielkim oporze $w$. Źródło prądu łączymy krańcem dodatnym z ziemią, a krańcem odjemnym *) poprzez woltnik z tą połówką sieci (dodatną, wzgl. odjemną), której opór zosobnienia mamy pomierzyć. Jeżeli zaś chodzi o opór zosobnienia całej sieci, to łączymy nadto i obydwa jej przewody główne ze sobą. Odchylenie $\alpha$ wskazówki woltnika jest wynikiem prądu, przechodzącego przez zosobnienie sieci do ziemi. Następnie łączymy przewód główny z przewodem doziemiającym, a odchylenie $\alpha_1$ wskazówki woltnika w takiem połączeniu będzie miarą bezpośrednią międzykrańcowego napięcia źródła prądu, gdyż jego krańce łączą się natenczas

*) Opór zosobnienia, mierzony z bieguna odjemnego, jest mniejszy niż opór tego samego zosobnienia, mierzony z bieguna dodatnego. Stosujemy zatem biegun odjemny, jako mniej korzystny w swych wynikach.

poprzez woltnik ze sobą przewodem o względnie małym oporze. Opór zosobnienia otrzymamy zatem ze wzoru:

$$O = w\left(\frac{\alpha_1}{\alpha} - 1\right).$$

## b. Pomiary wielkości prądu.

Do mierzenia wielkości prądu służą przeważnie amperniki, t. j. wskaźniki, których wskazówka wskazuje na podziałce bezpośrednio ilość amperów, przepływających przez miernik. Ustrój amperników polega przeważnie na zasadzie, że natężenie pola magnetycznego, wzbudzonego przez daną zwojnicę, pozostaje w prostym stosunku do wielkości prądu przepływającego. Siły przyciągające, wzgl. odpychające lub pokręcające, takiego pola działają na kawałek żelaza, na magnes, albo na drugie pole podobne, a równoważymy je ponajczęściej działaniem sprężyn, których odkształcenie służy nam za miarę sił, wywieranych przez pole magnetyczne, a więc i za miarę wielkości prądu przepływającego. Najczęściej stawiamy ampernik w sam obwód, w którym wielkość prądu chcemy mierzyć, a natenczas cały prąd mierzony przepływa przez ampernik. Gdy jednak prąd, mający być mierzony, jest zbyt wielki, możemy wstawić ampernik w bocznicę obwodu głównego. Jeżeli natenczas będziemy mieli opory: $w_g$ w działce obwodu głównego między krańcami bocznicy, a raczej między punktami jej przyłączeń do obwodu głównego, oraz opór $w_b$ w przewodzie samej bocznicy łącznie z ampernikiem, i gdy ampernik wskazywać będzie przechodzący przezeń prąd o wielkości $J_b$, to prąd całkowity, płynący w obwodzie, t. j. suma prądu $J_b$ w bocznicy i prądu $J_g$ w obocznie leżącej działce obwodu głównego, będzie:

$$J = J_b + J_g = J_b\left(1 + \frac{w_b}{w_g}\right).$$

Do mierzenia rozprądów i wogóle prądów zmiennych należy stosować amperniki o zwojnicach bez rdzenia żelaznego, aby zmniejszyć wpływy samowzniecania. Wielkość prądu można też mierzyć na zasadzie stopnia zagrzania się przewodnika, biorąc za miarę prądu wydłużanie się przewodnika wskutek jego nagrzania, a takie przyrządy, aczkolwiek na ogół mniej dokładne, mierzą równie dobrze sprąd lub rozprąd, jak i wszelkiego rodzaju inne prądy zmienne; samowzniecanie bowiem pozostaje bez wpływu na ich wskazania.

Do mierzenia wielkich rozprądów możemy zamiast w bocznicę wstawić ampernik w obwód wtórny przetwornika (transformatora), przez którego nawój pierwotny przepuszczamy cały prąd obwodu głównego.

## c. Pomiary napięcia.

Do ściślejszych pomiarów napięcia stosujemy w pracowniach przeważnie sposób zrównoważania (kompensacyi) napięcia nieznanego znanem napięciem wzorcowych stadeł (ogniw) galwanicznych.

W zastosowaniach praktycznych mierzymy jednak napięcia prawie wyłącznie woltnikami. Ustrój ich różni się od ustroju amperników przedewszystkiem stosunkowo bardzo wielkim oporem zwojnic, składających się z wielkiej liczby zwojów cienkiego drutu. Wskazówki ich wskazują na podziałce bezpośrednio napięcie w woltach. Krańce woltnika łączymy z tymi punktami obwodu, między którymi zamierzamy mierzyć napięcie. Do uzwojenia czynnego w woltniku dostawiają posobnie często jeszcze oporce o wielkim oporze (np. w ustroju d'Arsonval'a), a dla rozprądów i dla wszelkiego rodzaju prądów zmiennych, oporzec ten powinien być swobodny od samowzniecania.

Napięcie rozprądów wysoko napiętych określamy często, mierząc obniżone napięcie w obwodzie wtórnym przetwornika.

Do mierzenia napięć wysokich (1000 V i wyżej) w danym obwodzie nadają się woltniki elektrostatyczne, polegające na przyciąganiu się dwóch przewodników, które naprądniamy z obwodu na potencyały różnorodne. Woltniki takie, jako swobodne od samowzniecania, mierzą dobrze zarówno napięcia sprądu, jak i rozprądów.

## d. Pomiary mocy prądu.

Mając jednoczesne przeczyty z ampernika i woltnika, mnożymy je przez siebie, a iloczyn ten da nam ilość woltamperów, czyli watów, a więc chwilową moc sprądu, wyrażoną w watach. Mierząc moc mniejszej ilości prądu, zużywanej, np. przez jedną żarówkę lub t. p., należy uwzględnić i prąd zużywany przez woltnik, którego bocznica przyłącza się do krańców żarówki.

Sposób powyżej podany można stosować i do mierzenia mocy rozprądów, gdy ich napięcie ma przebieg **ściśle spółfalowy** z przebiegiem wielkości prądu. Gdy się te dwie fale, t. j. fale napięcia i wielkości prądu, nawzajem ze siebie rozsuną, sposób powyżej podany dawałby wyniki błędne i natenczas moc takiego rozprądu należy mierzyć bezpośrednio **watnikiem.**

Ustroje watników polegają przeważnie na wzajemnem oddziaływaniu na siebie pól, wytworzonych przez dwie zwojnice: Przez zwojnicę nieruchomą przeprowadzamy zazwyczaj prąd obwodu głównego, wielkość tego prądu stanowi zatem pierwszy czynnik mocy. Przez zwojnicę ruchomą natomiast przeprowadzamy prąd bocznicy, przyłączającej się do obwodu głównego w punktach, których różnica potencyałów ma być drugim czynnikiem tejże mocy prądu. Łączne oddziaływanie wzajemne pól tych zwojnic na siebie jest nam miarą iloczynu obydwóch, powyżej wspomnianych czynników, a więc miarą mocy prądu. Watniki takie nadają się do mierzenia mocy zarówno sprądów jak i rozprądów wszelakiego rodzaju. Mnożąc wskazania watnika przez cząstki czasu i sumując iloczyny, otrzymamy pracę prądu w przeciągu danego okresu.

# II. STADŁA (OGNIWA) GALWANICZNE *).

## a. Pierwotne stadła galwaniczne.

### 1. Stadło wzorcowe Clarc'a.

Elektrodą dodatną jest płytka platynowa, pogrążona w cieście z siarczanu rtęciawego, gotowanego w siarczanie cynkowym i zmieszanego z rtęcią. Elektrodą odjemną jest pręt cynkowy, w dolnej swej części zasypany kryształami siarczanu cynkowego, a ponad warstwą tych kryształów znajduje się rozczyn tegoż siarczanu. Napięcie prądotwórcze takiego stadła jest zależne od temperatury $t$ i określa się wzorem:

$$E = 1{,}434 - 0{,}001\,(t - 15)\ \text{V}.$$

**2. Zwykłe stadła** galwaniczne, niewzorcowe, które znajdują jeszcze szersze zastosowanie w technice, zestawiamy w tablicy na str. następnej.

## b. Stadła wtórne, czyli zasobniki (akumulatory).

**1. Działanie i sposób wyrobu zasobników.** Gdy zanurzymy dwie płyty ołowiane w rozczyn kwasu siarczanego i przepuścimy przez nie sprąd, to płyta, stanowiąca odjemny kraniec obwodu, pozostaje metalicznie czystą, druga natomiast, utleniając się, brunatnieje skutkiem powstającej na niej warstewki tlenku ołowiowego ($PbO_2$). Gdy następnie odłączymy to stadło płyt od obwodu naprądniającego i połączymy te płyty w obwód niezależny od owego źródła prądu, płyty wydawać nam będą sprąd wtórny, o dążności odwrotnej, względnie do sprądu pierwotnego, przyczem powierzchnia płyty metalicznie czystej (a więc dodatny biegun stadła wtórnego) będzie się utleniała na tlenek ołowiawy ($PbO$), podczas gdy tlenek ołowiowy ($PbO_2$) na płycie bieguna odjemnego będzie się odtleniał na $PbO$. Działanie tego stadła wtórnego kończy się z chwilą, gdy się wszystek tlenek ołowiowy odtleni na ołowiawy. Przez ponowne naprądnienie stadło stanie się znów gotowem do działania.

Takie stadło wtórne jest zatem **zasobnikiem** energii elektrycznej: naprądnione bowiem, staje się ono zdolnem do powrotnego wydania prądu wchłoniętego. Wchłonność i wydajność takiego zasobnika zależy przedewszystkiem od obszaru czynnej powierzchni owych płyt. Przez wielokrotne naprądnianie i wyprądnianie płyt, powierzchnie

*) Ogniwo (łańcucha) powstało z czasownika oginać: nazwa ta może się stosować do „elementu“ galwanicznego tylko przenośnie, t. j. nie w znaczeniu, że „element“ ów jest ogięty, lecz że stanowi on jedną cząstkę dłuższego szeregu. Sam w sobie, nie złączony z innymi, nie powinienby się więc zwać ogniwem. Składa on się z dwóch czynników: galwanicznie silniejszego i słabszego, skojarzonych, np. rozczynem soli lub kwasu. Nazwa „stadło galwaniczne“ znamionuje zatem lepiej ten przedmiot.

## Składniki i napięcie prądotwórcze rozmaitych stadeł galwanicznych.

| Nazwa stadła | Elektroda rozczynna | Rozczynnik | Elektroda ostojna | Ciało depolaryzujące | Napięcie prądotwórcze V |
|---|---|---|---|---|---|
| Daniell'a **) | Cynk nart. *) | Rozczyn kwasu siarcz. 1 : 12 | Miedź | Siarczan miedzi | 0,95 do 1,05 |
| Daniell'a **) | Cynk nartęc. | Rozczyn kwasu siarcz. 1 : 4 | Miedź | Siarczan miedzi | 0,95 do 1,05 |
| Daniell'a **) | Cynk nartęc. | Siarczan cynkowy | Miedź | Siarczan miedzi | 0,95 do 1,05 |
| Siemens'a | Cynk nartęciony | Ciasto z miazgi papierzanej, zaczynione kwasem siarcz. | Miedź | Siarczan miedzi | 0,9 do 1,1 |
| Krüger'a (stosowane przez zarząd telegrafów niemieckich) | Cynk | Rozczyn siarczanu cynku | Płyta ołowian. pomiedziona | Siarczan miedzi | 1,008 |
| Meidinger'a | Cynk nartęc. | Rozczyn soli gorzkiej | Ołów | Siarczan miedzi | 0,95 do 1,35 |
| Grove'go **) | Cynk nartęc. | Rozczyn kwasu siarcz. 1 : 12 | Platyna | Kwas azot. o cięż. właśc. 1,33 | 1,8 |
| Bunsen'a **) | Cynk | Rozczyn kwasu siarcz. 1 : 12 | Węgiel | Kwas azotowy dymiący | 1,9 |
| Bunsen'a | Cynk | Rozczyn kwasu siarczanego 1 : 15 do 20 | Węgiel | Części na wagę: 12 dwuchromianu potasow. 25 kwasu siarczanego 100 wody | 2 do 2,2 |
| Bunsen'a wynurny | Cynk nartęc. | Jak rozczyn depolaryzujący | Węgiel | Części na wagę: 16 dwuchromianu potasow. 37 kwasu siarcz. (czystego) 100 wody | 2,3 |
| Leclanché'a | Cynk nartęc. | Rozczyn salmiaku | Węgiel z manganiak. szar. | Rozczyn salmiaku | 1,47 |
| Lalande'a i Chaperon'a | Cynk | Rozczyn tlenku lub dwuwęglanu potasowego, 30 do 40% | Żelazo | — | 1,0 |

Stadła suche znajdują obecnie szersze zastosowanie (np. w Zarządzie telegrafów niemieckich); ich napięcie prądotwórcze bywa 1,4 do do 1,5 wolt, opór zaś wewnętrzny 0,1 do 0,5 omów, a to zależnie od ich wymiarów.

Do stadeł, stosowanych w praktyce, rozczyn kwasu siarczanego bywa zazwyczaj nie mocniejszy niż w stosunku 1 : 20.

*) Podług Reynier'a cynk nartęciamy najdogodniej przez domieszkę 4% rtęci do cynku roztopionego, z zachowaniem przytem niezbędnej ostrożności.

**) Stadła te mają kubki z wypalonej gliny przesącznej.

ich stają się gąbczastemi, skutkiem czego zwiększa się znacznie ich powierzchnia czynna, t. j. powierzchnia zetknięcia się z rozczynem kwasu. Przy wyrobie płyt zasobnikowych sposobem Planté'go, względnie Tudor'a, stosują właśnie takie wielokrotne naprądnianie i wyprądnianie, a płyty w ten sposób wytworzone, są bardzo trwałe i odporne na nagłe wyprądniania; wadą ich jest jednakże znaczny koszt i względnie wielka waga. W stosunku do wagi możemy zwiększyć znacznie powierzchnie czynne przez nakarbowanie powierzchni płyt.

W celu dalszego zwiększenia tej powierzchni czynnej, a więc w celu zmniejszenia względnej wagi zasobnika, stosują obecnie odmienne sposoby wyrobu, zmniejszające jego koszt, ale zarazem i trwałość płyt. Płyty otrzymują różnego rodzaju zagłębienia lub otwory, przekształcają się nawet na rzeszota wytłaczane z płyt ołowianych, a wszystkie te zagłębienia i otwory wypełniamy szczelnie minią ołowiową czystą, albo z domieszką glejty ołowiowej, poszczególne zaś wytwornie zasobnikow stosują nadto domieszki z tworzyw utrzymywanych w tajemnicy.

Na płyty dodatne stosują przeważnie płyty o powierzchni zwiększonej przez natebrowanie lub nakarbowanie, a mianowicie: Tow. akc. Hagen naprądnia te płyty sposobem Planté'go; Pollak w Frankfurcie wypełnia ich zagłębienia ołowiem gąbczastym; a wytwornia w Gelnhausen mieszaniną proszku ołowianego ze spoiwem dziurkowatem. Na płyty odjemne stosują przeważnie płyty kratkowe. Stanecki we Lwowie zwiększa powierzchnię płyt przez wytworzenie na nich poodginanych zadziorów.

Liczba płyt odjemnych w każdym poszczególnym zasobniku (stadle) bywa o jedną większa od liczby płyt dodatnych.

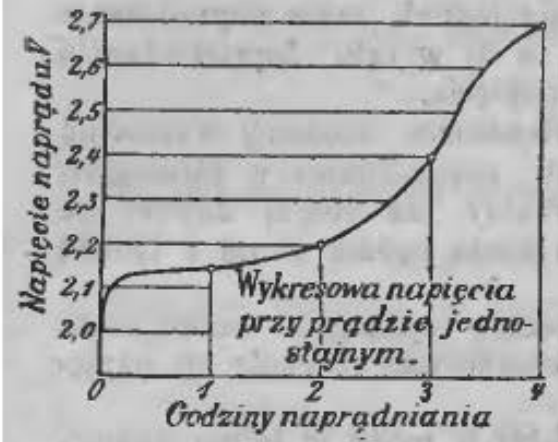
**2. Kwas** siarczany, używany do zasobników, powinien być niezanieczyszczony, zwłaszcza wolny od kwasu azotowego, chloru i arsenu. W celu jego oczyszczenia, do kwasu siarczanego dodają siarczku barowego. Kwas rozczyniamy wodą możliwie czystą, niezawapnioną, a więc wodą deszczową, a lepiej wodą przekropioną. Ciężkość właściwa (gęstość) rozczynu kwasu bywa rozmaita: w zasobniku wyprądnionym średnio 1,14, w naprądnionym natomiast 1,18 do 1,2. Sądzą, że zmniejszenie średniej gęstości kwasu przyczynia się do trwałości płyt zasobnikowych. Chwilowa gęstość kwasu stanowi (na zasadzie uprzednich określeń próbnych) w praktyce jedyną prawie wskazówkę, do jakiego stopnia zasobnik jest naprądniony, względnie wyprądniony. Gęstość zmienia się w przybliżeniu w prostym stosunku do wyprądnienia, mierzonego w amperogodzinach. Ponieważ woda ulatnia się przez parowanie z rozczynu, a i część samego rozczynu przelewa się i rozbryzguje nieraz podczas wrzenia, więc wypada od czasu do czasu dopełniać rozczynu tak, aby pokrywał wierzchy płyt na 10 do 15 mm.

**3. Średnie napięcie międzykrańcowe** poszczególnego zasobnika zależy od gęstości kwasu i zwiększa się wraz z nią. Wahania napięć w czasie naprądniania i wyprądniania są znacznie większe, a mianowicie: Na samym początku naprądniania napięcie to bywa około 2 V i wzrasta powoli podczas naprądniania do 2,2 V, następnie zaś szybko do 2,7 V. Przy wyprądnianiu początkowe napię-

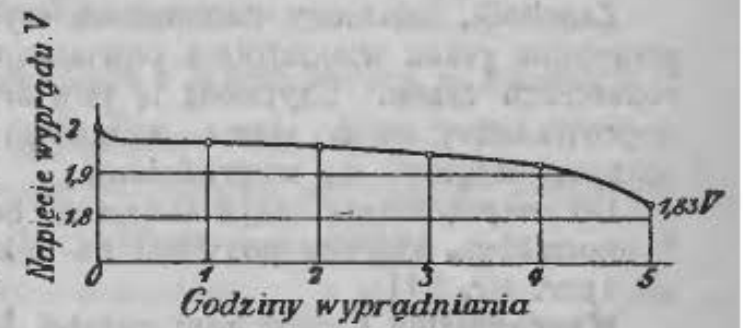
cie międzykrańcowe bywa 2 V, spada szybko na 1,97 V, następnie obniża się powoli do 1,9 V, wreszcie spada znów szybko na 1,83 V. Gdy zasobnik nie wydaje prądu, napięcie międzykrańcowe jest niezależne od chwilowego stanu wyprądnienia płyt i bywa średnio około 2 V; natomiast podczas samego wyprądniania napięcie międzykrańcowe jest zależne i od wielkości prądu, a mianowicie będzie ono tem mniejsze, im większy jest prąd. Napięcie międzykrańcowe nie może zatem służyć za wskazówkę stopnia wyprądnienia, który oceniamy, jak powyżej już omówiono, podług chwilowej gęstości kwasu. Przebieg naprądniania i wyprądniania przedstawiają wykresy w rys. 1199 i 1200.

Aby zasobnik mógł prądować, t. j. wchłaniać, wzgl. wyłaniać z siebie prąd, niezbędnem jest, aby napięcie międzykrańcowe było nieco większe, wzgl. nieco mniejsze od napięcia prądotwórczego

Rys. 1199.




Rys. 1200.




w samym zasobniku. Różnica tych napięć, czyli **napięcie przemagające**, zależy nietylko od ustroju zasobnika, lecz i od chwilowego stanu jego wyprądnienia; trudno zatem określić ogólnie jego wielkość.

**4. Wielkość prądu** w A na każdy $dm^2$ płyt bywa średnio 0,6 do 0,9 podczas naprądniania, a 0,9 do 1,2 przy wyprądnianiu zasobników, czyli około 2,4 do 2,9 A na każdy kg płyt, lecz na kg płyt Tudor'owskich tylko 0,7 A. Ta wielkość prądu pozostaje w zależności od wymiarów i ustroju zasobników, a również i od rodzaju ich ozysku.

**5. Pojemność** zasobnika wyrażamy ilością ampergodzin, jakie z siebie wyłonić on może podczas wyprądniania, a mianowicie przy określonem obniżeniu się napięcia międzykrańcowego, zazwyczaj o 10 do 7%, lecz nie poniżej 1,83 V. Pojemność ta będzie tem większa, im powolniej wyprądniamy zasobnik, a na każdy kg płyt w stadle bywa ona 4 do 8 ampergodzin przy wyprądnianiu szybkiem, a 12 do 15 ampergodzin przy powolnem.

W celu zmniejszenia wagi zasobników przewoźnych (w tramwajach, samojazdach, pociągach i t. p.) stosujemy do nich płyty o większej pojemności właściwej, chociaż trwałość takich płyt

jest mniejsza. Natomiast w zasobnikach stałych (nieruchomych) stosujemy trwalsze płyty o mniejszej pojemności właściwej.

**6. Sprawność** zasobników dobrego ustroju bywa 90 do 95% **na prąd**, a 75 do 85% **na pracę**.

**7.** Niezwłocznie po napełnieniu słojów kwasem należy rozpocząć **pierwsze naprądnianie** i prowadzić je bez przerwy, dopóki kwas nie zgęstnieje z 1,14 do przynajmniej 1,18, a więc dopóki płyty dodatne nie nabiorą barwy ciemno-brunatnej, a płyty odjemne jasno-szarej, co wymaga 16 do 50 godzin naprądniania. Zazwyczaj do naprądniania zasobników stosujemy naprąd stałej wielkości aż do napięcia 2,4 V, dalej zaś naprąd zmniejszającej się wielkości. Przy napięciu międzykrańcowem 2.25 V rozpoczyna się silniejsze wydzielanie gazu, a przy 2,5 do 2,6 V staje się ono tak silnem, że się kwas zaczyna pienić i burzyć, dochodząc wreszcie do stanu jakoby wrzenia. Z chwilą pojawienia się tego wrzenia należy przerwać dalsze naprądnianie. Nadmierne naprądnienie zasobników szkodzi im na ogół; od czasu do czasu staje się jednak takie naprądnianie całej **rzeszy zasobników** niezbędnem, a to w celu doprowadzenia wszystkich jej stadeł do jednakowego napięcia.

Zasobnik, osłabiony nadmiernem wytężaniem, możemy wzmocnić powrotnie przez wielokrotnie powtarzane naprądnianie w niedługich rozkresach czasu. Czynność tę powtarzamy tak długo, dopóki nie doprowadzimy go do stanu, w którym kwas będzie wrzał z chwilą rozpoczynającego się wyprądniania.

Do naprądniania najwłaściwszą będzie sprądnica bocznikowa z opornikiem, któryby pozwalał na dokładne miarkowanie jej napięcia (por. str. 811).

**Wyprądnianie** zasobników poniżej 1,83 V może je łatwo nadwerężyć. Podczas dłuższych przerw zasobniki powinny się znajdować w stanie pełnego naprądnienia, a stan ten należałoby podtrzymywać przez ich doprądnianie w rozkresach nie dłuższych niż dwutygodniowych.

**8. Ustawianie** zasobników. Zasobniki należy ustawiać w zasobniach przestronnych (aby były łatwo dostępne), należycie przewietrzanych (z powodu wydzielania się gazów) i oświetlonych. Od promieni słonecznych wypada zasłonić okna szkłem omglonem lub przysłonicami. Słoje stawiamy na spólnej podstawie drewnianej, oddzielając je od niej podkładkami lub nóżkami porcelanowemi. Sama podstawa drewniana, której drzewo należy przesączyć olejem, a przynajmniej powlec mazią, stoi na miseczkach porcelanowych, a w miseczki te nalewamy oleju dla lepszego zosobnienia. Posadzka zasobni bywa ponajczęściej asfaltowa, albo drewniana, pomaziona.

Odstępy między płytami sąsiedniemi powinny być jednakowe na całym obszarze płyty. By zapewnić tę jednostajność, a zarazem i niezmienność owych odstępów, wstawiamy w nie rurki szklane. stanowiące niejako rozpory między płytami. Na ogół zawieszamy płyty w słoju tak, aby się nie wspierały na jego dnie, a nawet go nie dotykały; spadające bowiem na dno okruchy płyt mogłyby w takim razie wytworzyć między niemi skrót. Z tego też powodu nie

można uznać za właściwy sposób stawiania płyt na szklanych podkładkach trójgraniastych, spoczywających na dnie słoja. Poszczególne zasobniki rzeszy powinny być łatwo dostępne, zwłaszcza też w celu sprawdzania, czy nie ma w nich skrótów lub doziemień, a do takiego sprawdzania posługujemy się zazwyczaj woltnikami, albo galwanometrem, który jednakże wypada złączyć posobnie z oporcem o większym oporze, np. z żarówką.

**9.** Sposoby **łączenia** zasobników, oraz ich **ozysku**, opisano poniżej w rozdz. V.

---

# III. PRĄDNICE I PRĄDNIKI *).

## A. Sprądnice i sprądniki.

### a. Zasady ustroju.

#### 1. Układy uzwojeń twornikowych i magnesowych w obwodzie.

1. **Sprądnica głównikowa** (rys. 1201):

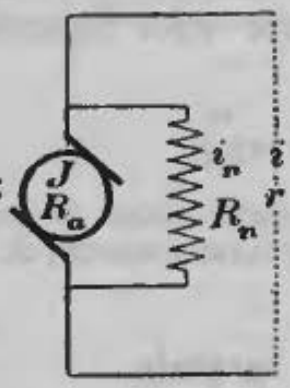
Twornik — główník na magnesach — obwód zewnętrzny — twornik.

2. **Sprądnica bocznikowa** (rys. 1202):

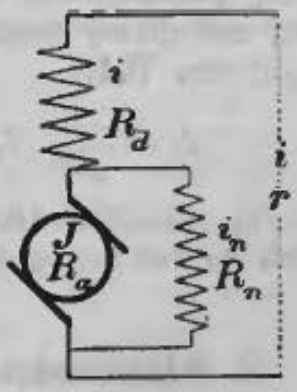
Twornik { obwód zewnętrzny / bocznik (na magnesach) } twornik.

Rys. 1201.

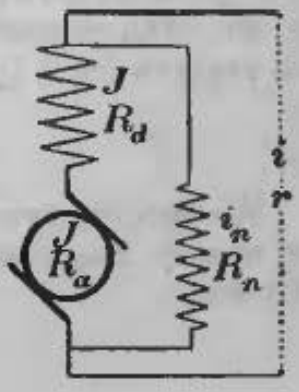
Rys. 1202.




Rys. 1203.




Rys. 1204.




---

*) Prądnica jest silnicą, napędzaną silnikiem, a wytwarzającą prąd elektryczny. Ogólna nazwa ta dotyczy wszystkich takich silnic, bez względu na rodzaj wydawanego prądu. Stosownie do rodzaju prądów wydawanych (p. wstęp do rozdziału c, str. 787) wyróżniamy też nazwami poszczególne rodzaje prądnic, a więc: sprądnice i rozprądnice. Rozprądnice znów mogą być: jednoprądnicami, dwuprądnicami, trójprądnicami i t. d., zależnie od ilości faz rozprądu wytwarzanego.

Prądnik jest mianem ogólnem silnika napędzanego prądem elektrycznym, a zależnie od rodzaju prądu napędnego wyróżniamy znów sprądniki od rozprądników Zależnie od ilości faz rozprądu napędnego rozprądniki mogą znów być: jednoprądnikami, dwuprądnikami, trójprądnikami i t. d.

3. **Sprądnica sprzężona** (bocznikowo-głównikowa, rys. 1203):

Twornik { główník — obwód zewnętrzny / bocznik } twornik.

4. **Sprądnica sprzężona** (bocznikowo-głównikowa, rys. 1204):

Twornik — główník { obwód zewnętrzny / bocznik } twornik.

## 2. Równania zasadnicze.

Stosować będziemy oznaczenia poniższe:

$E$ napięcie prądotwórcze w V,
$J$ wielkość prądu w tworniku, w A,
$e$ napięcie międzykrańcowe, w V,
$i$ wielkość prądu w obwodzie zewnętrznym, w A,
$i_n$ wielkość prądu, przechodzącego przez bocznik, w A,
$EJ$ całkowita moc elektryczna, w W (watach),
$ei$ użytkowa moc elektryczna, t. j. moc prądu w obwodzie zewnętrznym, w W,
$\eta_e = \frac{ei}{EJ}$ sprawność elektryczna,
$\eta_m = \frac{ei}{736\,N_m}$ sprawność pożytkowa *),
$R_a$ opór nawoju twornikowego, w $\Omega$,
$R_d$ opór głównika, w $\Omega$,
$R_n$ opór bocznika, w $\Omega$,
$r$ opór obwodu zewnętrznego, w $\Omega$,
$n$ ilość obrotów na min.

Wzory, a raczej wynikające z prawa Ohm'a związki między poszczególnemi, powyżej oznaczonemi wielkościami, zestawiamy w tabl. na str. 809, pozatem zaś mamy jeszcze wzór zasadniczy na napięcie prądotwórcze (por. str. 794):

$$E = \frac{1}{10^8} S_a z_a \frac{n}{60}.$$

We wzorze tym $S_a$ oznacza całkowitą ilość magnetostek w dążu między biegunami, $z_a$ zaś liczbę drutów wznietnych nawoju twornikowego.

## 3. Właściwości sprądnic.

1. **Prądnice, wzbudzane prądem obcym** (obcowzbudne), znajdują chyba wyjątkowo zastosowanie do wytwarzania sprądu. Spród wzbudzający $i_n$, wzrastając od 0 do $i_n$, wywołuje w magnesach

*) $N_m$ oznacza mechaniczną moc wchłanianą przez prądnicę ze silnika napędzającego, wyrażoną w *M*. Sprawność $\eta_m$ musi zawsze być mniejsza od $\eta_e$, a w prądnicach prawidłowego ustroju wartość ta $\eta_m$ waha się w granicach: $\eta_m = 0{,}8$ do $0{,}94$, które odpowiadają wyłonowi pożytkowemu 590 do 690 watów z każdego wchłoniętego *M*.

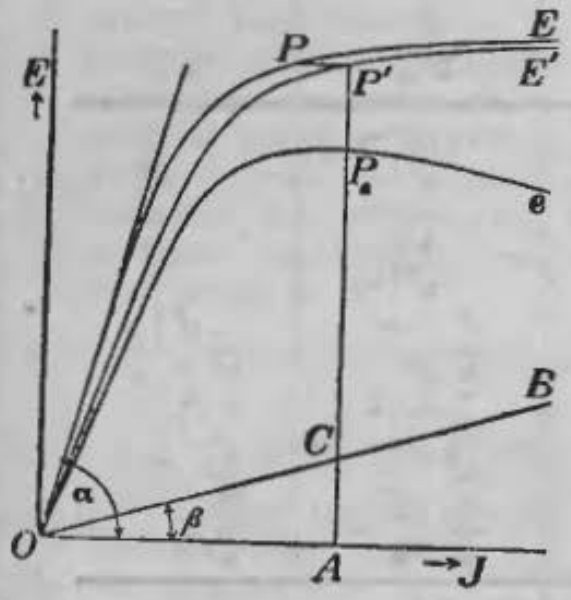
## Wzory zasadnicze dla sprądnic, wynikające z prawa Ohm'a.

| Rodzaj sprądnicy | $J$ | $i$ | $i_n$ | $E$ | $\eta_e$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Sprądnica o magnesach zwykłych, niewzbudzanych i sprądnica wzbudzana prądem obcym (obcowzbudna) | $\frac{E}{R_a+r}=\frac{e}{r}=i$ | $J$ | — | $e+JR_a=e\left(1+\frac{R_a}{r}\right)$ | $\frac{e}{E}=\frac{r}{r+R_a}$ |
| Sprądnica główníkowa, rys. 1201 | $\frac{E}{R_a+R_d+r}=\frac{e}{r}=i$ | $J$ | — | $e+J(R_a+R_d)=e\left(1+\frac{R_a+R_d}{r}\right)$ | $\frac{e}{E}=\frac{r}{r+R_a+R_d}$ |
| Sprądnica bocznikowa, rys. 1202 | $\frac{E}{R_a+\frac{r\,R_n}{r+R_n}}=\frac{e}{r}\left(1+\frac{r}{R_n}\right)=i+\frac{e}{R_n}$ | $\frac{e}{r}$ | $\frac{e}{R_n}$ | $e+JR_a=e\left(1+\frac{R_a}{R_n}+\frac{R_a}{r}\right)$ | $\frac{ei}{EJ}=\frac{i^2r}{i^2r+i_n^2R_n+J^2R_a}$ |
| Sprądnica sprzężona (bocznikowo-główníkowa): Bocznik leży obocznie względem twornika, rys. 1203 | $\frac{E}{R_a+\frac{(r+R_d)R_n}{r+R_d+R_n}}=\frac{e}{r}\left(1+\frac{r+R_d}{R_n}\right)=i\left(1+\frac{R_d}{R_n}\right)+\frac{e}{R_n}$ | $\frac{e}{r}$ | $\frac{e+iR_d}{R_n}$ | $e+JR_a+iR_d=e\left(1+\frac{R_d+R_a}{r}+\frac{R_a}{r}\frac{r+R_d}{R_n}\right)$ | $\frac{ei}{EJ}=\frac{i^2r}{i^2(r+R_d)+i_n^2R_n+J^2R_a}$ |
| Sprądnica sprzężona (bocznikowo-główníkowa): Bocznik leży obocznie względem obwodu zewnętrznego, rys. 1204 | $\frac{E}{R_a+R_d+\frac{r\,R_n}{r+R_n}}=\frac{e}{r}\left(1+\frac{r}{R_n}\right)=i+\frac{e}{R_n}$ | $\frac{e}{r}$ | $\frac{e}{R_n}$ | $e+J(R_a+R_d)=e\left(1+\frac{r+R_n}{rR_n}(R_a+R_d)\right)$ | $\frac{ei}{EJ}=\frac{i^2r}{i^2r+J^2(R_a+R_d)+i_n^2R_n}$ |

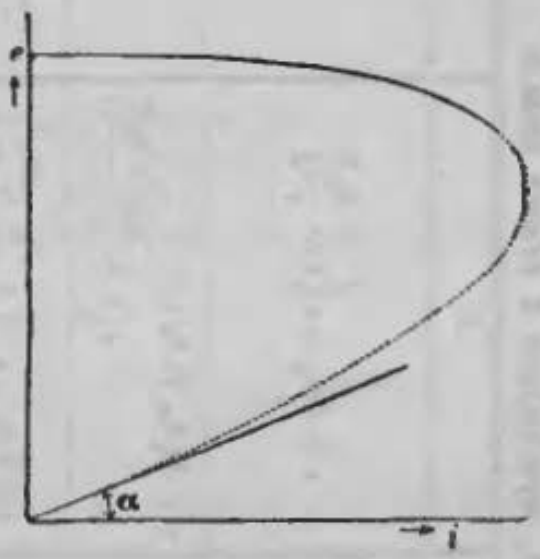
*) Wartości: $\frac{R_a}{R_n}$, $\frac{R_d}{r}$, a ponajczęściej i $\frac{r}{R_n}$ bywają zazwyczaj tak małe, że w zastosowaniach praktycznych można je zaniedbać w stosunku do wartości: 1.

wzbudzenie $B$, które wzrasta w przybliżeniu podług wykresowej $OPE$ (rys. 1205). Gdy spręd wzbudzający $i_n$ nie zmienia swej wielkości, wzbudzenie $B$ będzie wielkością stałą, a natenczas, podczas biegu jałowego, napięcie prądotwórcze $E$ pozostaje w prostym stosunku do ilości obrotów, a więc $E = n E_0$, jeżeli przez $E_0$ oznaczymy napięcie prądotwórcze, powstające przy $n = 1$. Przy biegu pracownym, napięcie międzykrańcowe będzie mniejsze, a mianowicie równe napięciu prądotwórczemu, zmniejszonemu o stratę napięcia

Rys. 1205.




Rys. 1206.




w tworniku, oraz o stratę wskutek przeciwwzbudzania twornikowego; czyli napięcie międzykrańcowe ($e = E - JR$) jest zależne od wielkości odbytu prądu (prądu odpływającego), a więc $e = f(i)$. Funkcya ta ma przebieg, wskazany kreską nieprzerywaną w górnej części rysunku 1206.

2. **Sprądnice głównikowe** przy niezmiennej ilości obrotów zmieniają swe napięcie prądotwórcze w miarę zmieniającej się wielkości prądu. Dopóki wzbudzenie magnesów nie zbliża się ku granicy nasycenia żelaza, napięcie prądotwórcze wzrasta w prostym stosunku z wielkością $J$ prądu wzbudzającego; **znamienna statyczna** tego napięcia: $E = f(J)$, jest zatem z początku również prawie prostolinijna, dalej zaś dopiero zagięta ($OPE$, rys. 1205). Znamienną tę możemy obliczyć (podł. str. 815 i nast.), albo też oznaczyć z doświadczenia, wzbudzając magnesy prądem ze źródła obcego i mierząc napięcia międzykrańcowe obwodu niezamkniętego. Gdy obwód zamkniemy, prąd, płynący przez zwoje twornika, wzbudza w nim magnetyzm o dążności odwrotnej względem pola głównego (p. str. 824). To przeciwwzbudzenie twornikowe, osłabiając natężenie pola, obniża też i napięcie. Chcąc otrzymać napięcie pierwotnej wielkości, trzeba stosownie powiększyć wielkość prądu wzbudzającego. Od punktu $P$ znamiennej statycznej (rys. 1205) odcinamy równoległe do osi odciętych: $PP'$ równe owemu niezbędnemu zwiększeniu prądu

wzbudzającego, a punkt $P'$ będzie punktem **znamiennej dynamicznej** $OP'E'$. Aby otrzymać **znamienną zewnętrzną** należy potrącić napięcie, zużyte na przezwyciężenie oporów w przewodach wewnętrznych sprądnicy (twornika i głównika). A że ta strata napięcia, wobec niezmieniającego się oporu, pozostaje w prostym stosunku do wielkości prądu, więc w rys. 1205 kreślimy $OB$ z taką pochyłością, aby $\operatorname{tg}\beta = R_a + R_d$, a kresa $CA$ na pionie $P'A$ wyznaczy nam szukaną stratę napięcia: odcinając na tymże pionie $P'A$ kresę $P'P_1 = CA$, otrzymamy punkt $P_1$ szukanej znamiennej zewnętrznej $OP_1e$.

Wzbudzanie w sprądnicach głównikowych pojawia się dopiero po przekroczeniu pewnej ilości obrotów na minutę, zwanej **czczą ilością obrotów**, a zarazem tylko wtenczas, gdy opór całego obwodu nie przekracza wartości $\operatorname{tg}\alpha$ (rys. 1205), a więc:

$$R_a + R_d + r \gtrless \operatorname{tg}\alpha,$$

przyczem kąt $\alpha$ jest kątem, jaki tworzą w początku znamienne z osią odciętych. Ten rodzaj **oporu obezprądniającego** zwiemy **oporem niezmożnym**. Sprądnice głównikowe nadają się dobrze do przesyłu pracy prądu: gdy bowiem należycie dobierzemy i sprądnicę i sprądnik głównikowy, możemy otrzymać stałą ilość obrotów sprądnika przy niezmiennej ilości obrotów sprądnicy. Jeżeli wykresowe w rys. 1205 wykreślimy na zasadzie, że $\operatorname{tg}\beta$ równem będzie całkowitemu oporowi obwodu, a więc obydwóch tworników i głównikow i obydwóch przewodów, i jeżeli wykresowa $OP'E'$ będzie znamienną dynamiczną sprądnicy, to krzywa $OP_1e$ będzie wykresową napięć prądochłonnych sprądnika.

3. W prawidłowo zbudowanych **sprądnicach bocznikowych** napięcie wzrasta tylko niewiele, nawet wobec znacznego zwiększenia się wielkości prądu. Znamienna statyczna, $E = f(i_n)$, jest podobna jak w sprądnicy głównikowej. Rys. 1206 przedstawia taką znamienną zewnętrzną, $e = f(i)$, której część, oznaczona kreską nieprzerywaną, pojawia się podczas prawidłowego biegu, część początkowa zaś, oznaczona linią kropkowaną, wychodząca z punktu $O$ pod kątem $\alpha$, pojawiłaby się, gdybyśmy sprądnicę taką puszczali zwolna w bieg przy obwodzie zewnętrznym, zamkniętym prawie skrótowo. Sprądnica taka może sama wzbudzić swe magnesy tylko wtenczas, gdy opór obwodu zewnętrznego przekroczy wartość $\operatorname{tg}\alpha$, a więc gdy:

$$r \geqq \operatorname{tg}\alpha .$$

Gdy $r < \operatorname{tg}\alpha$, to taki za mały opór staje się **obezprądniającym**, a zwiemy go **oporem pochłończym**.

Posobnie z bocznikiem wstawiamy opornik miarkujący, tak w celu miarkowania napięcia w ogóle, jako też dla możności obniżenia oporu w obwodzie bocznikowym, gdy się ten opór zwiększy skutkiem zagrzania bocznika podczas pracy (p. str. 825).

Sprądnice bocznikowe nadają się do oświetlenia i do przesyłu pracy, do celów elektrolizy, wreszcie do naprądniania zasobników, ponieważ przemożenie ich prądu prądem polaryzacyjnym nie odwraca dążności ich wzbudzenia magnetycznego.

4. **Sprądnice sprzężone**, t. j. bocznikowo-głównikowe utrzymują niezmienne napięcie wobec zmieniającej się wielkości prądu, jeżeli

główník tak będzie ustosunkowany, aby przyrost powodowanego nim wzbudzenia równoważył wpływy przyrostu przeciwwzbudzenia twornikowego i przyrostu strat napięcia w tworniku. Gdy jednakże chcemy utrzymywać stałe napięcie nie między krańcami samej sprądnicy, lecz między krańcami dłuższych przewodów, za pośrednictwem których przesyłamy pracę w dal, natenczas wypadnie nam główník tak ustosunkować, aby zrównoważał nietylko wpływy powyżej już wyszczególnione, lecz dodatkowo i przyrost straty napięcia w owych przewodach, a prądnice takie zwiemy **przegłównionemi**.

Napięcie międzykrańcowe w prawidłowo zbudowanych sprądnicach sprzężonych podlega wahaniu zaledwie 1 do $2^0/_0$, mimo to w Niemczech zastosowanie ich jest dość ograniczone, ponieważ i w sprądnicy bocznikowej, przy bacznej obsłudze, napięcie to daje się dobrze utrzymywać w granicach pożądanych. Sprądnica sprzężona posiada bowiem pewne strony ujemne, a mianowicie: jest ona droższą i trudniejszą do wykonania, przedewszystkiem zaś, podobnie jak w sprądnicy głównikowej, i w niej jest możliwe odwrócenie się biegunowości. Wykonanie ułatwimy sobie znacznie, budując sprądnicę przegłównioną; zmniejszamy następnie prąd w główniku, przez dodanie do niego połączenia obocznego, którego opór nietrudno będzie umiarkować należycie.

## b. Obliczenie sprądnic.

### 1. Uzwojenie twornika *).

Oznaczenia te same, jakie podano na str. 808. Przy budowie sprądnicy uważamy zazwyczaj za z góry dane wartości $e$ oraz $i$, podług których, z uwzględnieniem strat wewnętrznych podczas biegu, oznaczamy wartości $E$, oraz $J$ (p. str. 829), a wzorując się na podobnych sprądnicach już wykonanych dobieramy stosowną liczbę biegunów i ilość obrotów, przyczem wypada uwzględnić stosunki, podane na str. 815 i nast.

Z kolei należy wybrać rodzaj uzwojenia twornikowego, a mianowicie:

$\alpha$) **Uzwojenie napierścienne** jest układem najprostszym: jego zwoje postępują w jednym kierunku, nie przeskakując przez inne zwoje, a więc zwój następny leży w bezpośredniem sąsiedztwie poprzedniego. **Poskok** zatem uzwojenia $y = \pm 1$, a podobnie też poskok przerządnika (komutatora) $y_k = \pm 1$. Obwód twornika posiada tyle (2 a) obocznie ze sobą złączonych działek, ile biegunów ($2p$) ma sprądnica. Liczba $s$ zwójek twornikowych jest równa liczbie $k$ działek przerządnika. A jeżeli każda zwójka składa się z $t$ zwojów, to ilość drutów wznietnych twornika będzie: $z_a = ts$. Uzwojenie czysto posobne i obocznie posobne, jakkolwiek możliwe, nie znajduje tu zastosowania.

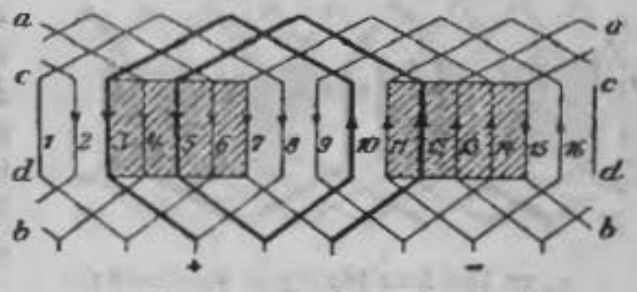
---

*) Podług: E. Arnold, die Gleichstrommaschine.

$\beta$) **W uzwojeniu nabębennem** stosunki przedstawiają się bardziej zawiło, gdyż $s$ zwójek, z których się składa uzwojenie, możemy ze sobą nawzajem łączyć w sposób przeróżny:

W **uzwojeniu pętlicowem**, t. j. czysto obocznie łączonem, znamiennym jest poskok zwojów naprzemiany naprzód i wstecz, skutkiem czego uzwojenie tworzy właśnie szeregi pętlic (p. rys. 1207). Otrzymujemy tu znów tyleż (2 a) działek obwodu twornika, obocznie łączonych, ile biegunów ($2p$) ma sprądnica, a więc $a = p$. W uzwojeniu w sobie zamkniętem i pojedyńczo nawiniętem poskoki składowe naprzód ($y_1$), względnie wstecz ($y_2$), będą nieparzystemi liczbami całkowitemi, a poskok wynikowy, czyli właściwy, będzie: $y = y_1 - y_2 = \pm 2$. Jeżeli przez $z_a$ oznaczymy liczbę drutów wznietnych na tworniku, to $y_2 = \frac{z_a \pm b}{2p}$, w którym wartość $b$ jest względnie dowolna, należy ją jednak dobrać tak, aby jako wynik na $y_2$ otrzymać całkowitą liczbę nieparzystą.

Rys. 1207.




$z_a = 16$; $N = 16$; $2p = 2$; $K = 8$;

$y_2 = \frac{16+4}{4} = 5$; $y_k = \frac{y_1 - y_2}{2} = \pm 1$; $y_1 = 7$.

**Przykład zestawienia na uzwojenie pętlicowe.**

$y_2 = \frac{160 \pm b}{4}$; dobieramy $b = 4$: $y_2 = 41$; $y_1 = 43$.

Np. $z_a = 160$

ilość nawskrosi $N = 80$

ilość biegunów $2p = 4$

ilość działek przerządnika . . . $K = 80$

poskok przerządnika:

$y_k = \frac{y_1 - y_2}{2} = \pm 1$.

| od działki przerządnika | przez pręt | w nawskrosie (t. j. w żłobek lub w dziurę) | z powrotem przez pręt | w nawskrosie (t. j. w żłobek lub w dziurę) | do działki przerządnika |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 44 | 22 | 2 |
| 2 | 3 | 2 | 46 | 23 | 3 |
| 3 | 5 | 3 | 48 | 24 | 4 |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| 79 | 157 | 79 | 40 | 20 | 80 |
| 80 | 159 | 80 | 42 | 21 | 1 |
| 1 | 1 | | | | |

We **wielokrotnem uzwojeniu obocznem**, stosowanem jednak tylko do sprądnic o wielkim prądzie, wartość $a$ jest wielokrotną wartości $p$, a więc $a = mp$, przyczem $m$ oznacza liczbę całkowitą. Na-

tenczas będzie: $y = y_1 - y_2 = \pm 2\,m$; $y_2 = \frac{z_a \pm b}{2p}$, a poskok przerządnika $y_k = \frac{y_1 - y_2}{2} = \pm m$.

Rys. 1208.

$z_a = 18$; $N = 18$; $2p = 4$; $K = 9$;

$y = y_1 + y_2 = \frac{18+2}{2} = 10$; $y_1 = 3$; $y_2 = 7$;

$y_k = \frac{9+1}{2} = 5$.

W **czystem uzwojeniu posobnem** (p. rys. 1208) ilość działek obwodu twornika bywa zawsze $2a = 2$, czyli $a = 1$. Poskoki składowe, $y_1$ i $y_2$, posiadają tu jednakową dążność (uzwojenie posuwa się bowiem falisto naprzód), a wartość ich otrzymamy ze związku:

$$y = y_1 + y_2 = \frac{z_a \pm 2}{p},$$

oraz z warunku, że tak $y_1$, jak i $y_2$ muszą być całkowitemi liczbami nieparzystemi, przyczem może być: $y_1 \gtrless y_2$.

Ilość $K$ działek przerządnika, oraz jego poskok $y_k$, muszą się wyrazić liczbami całkowitemi, a łączy je nawzajem związek:

$$y_k = \frac{K \pm 1}{p};$$

nadto $y_k$ ma być liczbą pierwotną.

**Przykład zestawienia na uzwojenie czysto posobne.**

$y_1 = y_2 = \frac{y}{2} = \frac{150 \pm 2}{2 \cdot 2} = 37$; $y_k = \frac{75 \pm 1}{2} = 37$.

| Np.: $z_a = 150$<br>Ilość nawskrosi $N = 75$<br>Ilość biegunów $2p = 4$<br>Ilość działek przerządnika . . . $K = 75$ | od działki przerządnika | przez pręt | w nawskrosie (t. j. w żłobek lub w dziurę) | z powrotem przez pręt | w nawskrosie (t. j. w żłobek lub w dziurę) | do działki przerządnika |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 1 | 1 | 38 | 19 | 38 |
| | 38 | 75 | 38 | 112 | 56 | 75 |
| | 75 | 149 | 75 | 36 | 18 | 37 |
| | 37 | 73 | 37 | 110 | 55 | 74 |
| | 74 | 147 | 74 | 34 | 17 | 36 |
| | 36 | . . . | . . . | . . . | . . . | . . . |

W **uzwojeniu oboczno-posobnem, układu Arnold'a**, $a$ musi być większe od jednostki, dalej:

$$y = y_1 + y_2 = \frac{s \pm 2a}{p}, \quad \text{oraz } y_k = \frac{K \pm a}{p},$$

przyczem wreszcie dla uzwojenia pojedyńczego tak $K$ jak i $y_k$ muszą być liczbami pierwotnemi, a $y_1$ i $y_2$ nieparzystemi.

**Przykład zestawienia na uzwojenie oboczno-posobne, układu Arnold'a.**

Zakładamy $y_1 = y_2$, a otrzymamy, dla:

$s = 334$
$2a = 6$
$p = 4$
$K = 167$

$$y_1 = y_2 = \frac{y}{2} = \frac{334 \pm 6}{2 \cdot 4} = 41.$$

$$y_k = \frac{167 \pm 3}{4} = 41.$$

| od działki przerządnika | przez działkę twornika | w nawskrosie (t. j. w żłobek lub w dziurę) | z powrotem przez działkę tw. | w nawskrosie (t. j. w żłobek lub w dziurę) | do działki przerządnika |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 42 | 21 | 42 |
| 42 | 83 | 42 | 124 | 62 | 83 |
| 83 | 165 | 83 | 206 | 103 | 124 |
| 124 | 247 | 124 | 288 | 144 | 165 |
| 165 | 329 | 165 | 36 | 18 | 39 |
| 39 | 77 | 39 | 118 | 59 | 80 |
| 80 | 159 | 80 | 200 | 100 | 121 |
| 121 | 241 | 121 | 282 | 141 | 162 |
| 162 | 323 | 162 | 30 | 15 | 36 |
| 36 | 71 | 36 | 112 | 56 | 77 |
| 77 | 153 | 77 | .... | ... | ..itd. |

W uzwojeniach nabębennych mamy zawsze $z_a = 2ts$, jeżeli $s$ oznacza ilość zwójek, każda o $t$ zwojach; a że $s = K$, więc, gdy $t = 1$, $s = K = \frac{z_a}{2}$.

**Wielkość prądu $i_a$ w poszczególnych drutach, względnie w prętach twornikowych będzie:**

w uzwojeniu pętlicowem, pojedyńczem $i_a = J : 2p$,
w uzwojeniu pętlicowem, m-krotnem . $i_a = J : 2mp$,
w uzwojeniu posobnem. . . . . $i_a = J : 2$,
w uzwojeniu oboczno-posobnem . . $i_a = J : 2a$.

## 2. Obliczenie twornika *).

Z danego $J$ i z tak obranego $i_a$, aby nie przekraczało 150 do 200 A, określamy ilość $2a$ obwodów obocznych na tworniku, podług założonych ilości biegunów $2p$, oraz stosownie do wybranego rodzaju uzwojenia. **Napięcie prądotwórcze** w V będzie:

$$E = S_a z_a \frac{n}{60} \frac{p}{a} 10^{-8} \text{ (p. str. 808).}$$

*) G. Kapp, Elektromechanische Konstruktionen: 2 wyd. 1902, Berlin u Springer'a. U tegoż, E. Arnold, Ankerwicklungen u. Ankerkonstruktionen der Gleichstrom-Dynamomaschinen, 3 wyd. 1892. J. Fischer-Hinnen, die Wirkungsweise, Berechnung und Konstruktion elektr. Gleichstrom-Maschinen, 4 wyd., Zyrych 1899.

Oceniając stosownie wartość $z_a$, oraz ilość obrotów, możemy, dla pożądanego $E$, określić potrzebną ilość $S_a$ magnetostek w dążu magnetycznym twornika.

Jeżeli oznaczymy przez:

$\alpha = \frac{\lambda}{\tau}$, stosunek: $\frac{\text{łuk połbicowy}}{\text{podziałkę biegunów}}$,

$B_l$ natężenie pola (wzbudzenie) w cieśninie powietrznej,

$D$ średnicę, a $l$ długość twornika w kierunku osi, w cm,

$KW$ moc sprądnicy, w kilowatach, $KW = \frac{EJ}{1000}$,

a otrzymamy wzór, nadający się do ocenienia wymiarów, mianowicie:

$$KW = C\left(\frac{D}{100}\right)^2 l \frac{n}{100}.$$

Spółczynnik $C$ tego wzoru określił Arnold na: $C = \frac{\alpha B_l \cdot \overline{SA}}{6 \cdot 10^8}$,

oznaczając przez $\overline{AS}$ wartość: $\overline{AS} = \frac{z_a i_a}{2\pi D}$, która przedstawia nam niejako ilość amperodrutów na cm b. obwodu twornika. Dawniej stosowano przeważnie wartość $\overline{AS} \leqq 200$, obecnie jednak wartość ta dosięga w dużych prądnicach 300, a nawet 350; takie podwyższenie tej wartości wymaga jednak: wielkiego wzbudzenia $B_l$ w cieśninie, oraz $B_z$ w zębach twornika, należytego przewietrzania, wreszcie starannego obmyślenia urządzeń przerządnych. Jeżeli np. dobieramy wartości: $\alpha = 0{,}6$ do $0{,}85$, $B_l = 6000$ do $10000$ magnetostek na cm², oraz $\overline{AS} = 150$ do $200$, to spółczynnik $C$ otrzyma wartość, leżącą w granicach między 1 a 3. Z niego możemy określić wartość $D^2 l$, a nadto pozostaje nieokreśloną jeszcze wielkość $\lambda$. Na trzy niewiadome $D$, $l$ i $\lambda$ mamy zatem tylko jedno równanie, czyli musimy dobrać dwa stosunki, np. $D : l$ i $D : \lambda$, kierując się li tylko wprawą i doświadczeniem w projektowaniu. W sprądnicach wykonanych napotykamy często stosunek $l : \lambda = 0{,}8$ do $1{,}2$, a dobór tego stosunku w tych granicach i założenie ilości $2p$ biegunów, określającej zarazem stosunek $\lambda : D = \pi : 2p$, dozwoli nam oznaczyć wszystkie trzy niewiadome z tych założeń i ze wzoru powyższego.

Doszedłszy w ten sposób do zasadniczych wymiarów projektowanej sprądnicy, należy sprawdzić: czy pomieścimy na tworniku niezbędny nawój; jakie będą podziałki nawskrosi (t. j. dziur lub żłobków) twornika i działek przerządnika; czy napięcie między sąsiedniemi jego działkami nie będzie nadmierne; ile prądu wypada na każde nawskrosie; jakie wzbudzenie potrzebne jest w zębach i jakie w rdzeniu twornika; jakie będą straty od żelaza (od jego uporności i od prądów wichrzących); jakie spowodują zagrzanie; wreszcie jakie pojawi się zagrzanie w miedzi skutkiem prądu. Do wszystkich tych sprawdzań podajemy dane następujące:

W doborze najwłaściwszej ilości $s$ **zwójek twornika** musimy się kierować względami poniżej wyłuszczonymi: Napięcie prądotwórcze podlega silnym wahaniom, gdy $s < 30$. Przy małej ilości zwójek, na każdą z nich wypada stosunkowo większa ilość zwojów, pod której wpływem wzmogłoby się samowzniecanie, a więc i iskrzenie (por. też podany poniżej wzór na $K$). Wielka ilość działek przerządniczych zwiększa koszt przerządnika, a przy danej jego średnicy szerokość poszczególnej działki musi się przystosować do wielkości prądu odbieranego. Z drugiej znów strony napięcie $e_k$ między jego działkami sąsiedniemi niema przekraczać (podług Arnold'a) 25 V, lepiej 20 V, gdy sprądnica wydaje prąd ponad 100 A, lecz dla sprądnic o mniejszym wyłonie powinno być: $e_k \leqq (45 - 0{,}2\,J)$ V. Napięcie to w sprądnicy projektowanej określamy ze wzoru: $e_k = \frac{p}{a} E$, podstawiając za wartość $p : a$ większą liczbę całkowitą, najbliższą istotnej wartości $p : a$.

Podług Arnold'a nie należy przez jedno nawskrosie (t. j. żłobek lub dziurę) przeprowadzać więcej niż 900 A prądu, a więc, np. gdy w jednem nawskrosiu układamy cztery pręty, przez każdy z nich niema przechodzić więcej niż 225 A. Gdy przez poszczególny pręt ma przechodzić prąd: $i_a < 70$ A, zaleca się już zastąpić pręty drutami, a natenczas na ilość $K$ działek przerządnika mamy wzór, zaczerpnięty z doświadczenia: $K \geqq$ (0,04 do 0,037) $z_a \sqrt{i_a}$. Określoną w ten sposób wartość $K$ wypada następnie przystosować do obranego rodzaju uzwojenia, zgodnie z wzorami powyżej już podanymi.

**Przekrój poszczególnego pręta lub drutu twornikowego** oznaczamy ze znanej wielkości prądu ($i_a$) w ten sposób, aby gęstość prądu w nim nie była nadmierna (2 do 5 A/mm²), aby nie tracić zbyt wiele napięcia (2 do 4%), aby wreszcie zagrzanie się drutu nie przekraczało granic omówionych na str. 825. Na małe przekroje stosujemy drut (do 4 mm średnicy), na większe natomiast pręty miedziane, o przekroju prostokątnym, które jednakże zastępujemy nieraz kilku drutami mniejszej średnicy. Podział taki zmniejsza prądy wichrzące, ułatwia nawijanie twornika, wymaga jednak stosunkowo więcej przestrzeni swobodnej na nawój, a to z powodu zwiększenia ogólnego przekroju warstw zosabniających, któremi musimy osłaniać poszczególne druty.

Druty i pręty oplatamy dwukrotnie, a na napięcia wysokie nawet trzykrotnie. Grubość każdego oplotu bywa $\sim 1/8$ mm, tak że drut o średnicy rdzenia $d_r$, wraz z oplotem podwójnym, będzie miał średnicę zewnętrzną: $d \sim 0{,}5 + d_r$ mm; jednakże Uppenborn podaje wzór: $d = 0{,}43 + 1{,}07\,d_r$, a Kapp: $d = 0{,}26 + 1{,}12\,d_r$.

**Wzbudzenie w zębach twornikowych** liczymy względnie wysokie, mianowicie średnio: $B_z = 15000$ do 20000 mgst/cm², większe w pniu zęba ($B_{z\,max} = 16000$ do 23000 mgst/cm²), mniejsze zaś na obwodzie twornika ($B_{z\,min} = 14000$ do 20000 mgst/cm²). Sprawdzamy, czy się w międzyzębiu (żłobku) dogodnie mieszczą niezbędne pręty wraz z odzieżą zosobniającą, wreszcie przeliczamy cały obwód magne-

tyczny, ponieważ przez stosowne zmiany w przekrojach części poszczególnych twornika możemy nieraz osiągnąć znaczne zmniejszenie wagi magneśnicy.

**Wzbudzenie w rdzeniu wieńca twornikowego** liczymy stosunkowo mniejsze, mianowicie $B_a = 7000$ do $12000$ mgst/cm$^2$ (mniejsza z tych wartości dotyczy sprądnic wielobiegunowych), przyczem $B_a = S_a : q_a$, jeżeli $S_a$ jest całkowitem wzbudzeniem w tworniku, $q_a$ zaś przekrojem żelaza w rdzeniu twornikowym. Ponieważ dąż magnetyczny rozdziela się na dwa przekroje wieńca twornikowego, więc wysokość przekroju $q_a$ liczymy jako równą $d_a - d_i$, t. j. równą różnicy średnic: obwodu pni zębowych i drąży twornikowej. Szerokość przekroju $q_a$ liczymy znów nie równą długości $l$ twornika, lecz równą tylko 0,83 do 0,9 tejże długości, przez co uwzględniamy warstewki zosobniające między poszczególnemi blachami, z jakich się składa twornik, i zależnie też od względnej grubości tych warstw dobieramy stosowną wartość między 0,83 a 09. Mamy zatem:

$$q_a = (0{,}83 \text{ do } 0{,}9)\, l\,(d_a - d_i) \text{ cm}^2.$$

Podobnie jak w uzwojeniu twornika, tak i w jego rdzeniu żelaznym, wzniecają się pod wpływem ruchu w polu magnetycznem pewne napięcia prądotwórcze. Gdyby zatem rdzeń ten był jednolity, to owe napięcia wytwarzałyby w tymże rdzeniu prąd wichrzący o znacznej wielkości. Aby te prądy wichrzące zmniejszyć wedle możności, rozdzielamy rdzeń twornika na możliwie cienkie warstwy, nawzajem od siebie zosobnione, a mianowicie uskuteczniamy podział ten płaszczyznami prostopadłemi do kierunku prądów wzniecanych, a więc prostopadłemi do osi obrotu twornika. Taki cząstkowany rdzeń twornika składa się zatem z wielkiej ilości uzębionych pierścieni, wycinanych z cienkiej blachy, 0,5 do 1 mm, średnio 0,7 mm grubej, a na obustronne pierścienie krańcowe do 2 do 6 mm grubej. Ważną jest możliwa jednolitość tych pierścieni: wycinamy je zatem w całości z pełnego arkusza, co zaleca się jeszcze na pierścienie do 1,2 m średnicy; pierścienie większe wypada już składać z poszczególnych dzwon. Z pierścieni tych, ułożonych nawzajem na sobie, lecz przedzielonych warstewkami zosobniającemi (papier nalepiany szelakiem, powłoka lakieru i t. p.) składamy rdzeń twornika, a przez pozostawione w pierścieniach dziury, wyłożone warstwą zosobniającą, przeciągamy śruby, zespalające te pierścienie w całość o dostatecznej wytrzymałości. Wytwarzając rdzeń twornika ze zwojów drutu żelaznego, nawzajem od siebie zosobnionych, otrzymalibyśmy podział przekroju rdzenia jeszcze drobniejszy, mimo to jednak ustrój taki mniej się zaleca. Tworniki płaskopierścienne zwijamy natomiast z cienkiego taśmownika żelaznego, rozumie się z przedzielaniem nawijających się na siebie warstw taśmownika warstwami zosobniającemi. Stosunek przekroju całego rdzenia twornikowego do jego przekroju czynnego, t. j. do przekroju żelaza w rdzeniu, bywa: w ustroju z blach, przedzielonych powłoką lakieru: 1,05 do 1,1, a przedzielonych papierem: 1,1 do 1,2; w ustroju z drutu: 1,3 do 1,5. Tworzywo rdzenia twornikowego powinno od-

znaczać się możliwie małą opornością magnetyczną ($\eta < 0{,}002$, p. str. 785) i być podatne na wysokie wzbudzenia magnetyczne; stosujemy tu zatem najbardziej doborowe gatunki miękkiego żelaza, uszczerzanego ze surówki, wytopionej na węglu drzewnym.

**Na wzbudzenie $B_l$ w cieśninie powietrznej** podaje Kapp wzory ocenne, którymi warunkuje nieiskrzenie prądnicy:

dla tworników pierścieniowatych $B_l \geqq 2500 \dfrac{AW_l}{AW_l - AW_q}$,

dla tworników bębnowatych $B_l \geqq 1500 \dfrac{AW_l}{AW_l - AW_q}$.

We wzorach tych $AW_q$ oznacza iloczyn z ilości zwojów twornika, leżących na wprost łbicy jednego bieguna, i z wielkości prądu w zwoju, czyli $AW_q = z_a \cdot \dfrac{\lambda}{2\pi D} \cdot i_a$ (jest to zatem poniekąd suma prądów wzniecanych przez jeden biegun), wreszcie $AW_l = 1{,}6\, B_l \cdot \delta$ (por. str. 823).

Arnold natomiast radzi nie zadawalać się taką oceną, lecz zbadać ściśle cały przebieg w obwodzie magnetycznym i w obwodzie prądu, a więc uwzględniać kształt łbicy biegunowej, samowzniecanie w zwojach, oraz szerokość zdaw (szczotek).

**Opór w nawoju twornika** wyraża się wzorem:

$$R_a = \frac{z_a}{(2a)^2} \cdot \frac{L_a(1 + 0{,}004\, T_a)}{57 f_a}\ \Omega,$$

z którego to oporu obliczamy **stratę napięcia w tworniku**:

$$J R_a = 2a\, i_a\, R_a\, V.$$

We wzorach tych $L_a$ oznacza długość połowy jednego zwoju w m, a $f_a$ jego przekrój w mm², wreszcie $T_a$ podwyższenie temperatury w zwojach, ponad zwykłą (15°), w stopniach *).

Przyczyną **zagrzewania się** twornika przy prądowaniu jest z jednej strony praca prądu, zużyta na przezwyciężenie oporu w nawoju ($J^2 R_a$), z drugiej zaś strony strata pracy w żelazie twornika, a mianowicie zużytej na przemożenie jego uporności magnetycznej (p. str. 785), oraz na wzniecanie prądów wichrzących. Strata w końcu wspomniana potęguje się: wraz z grubością $\delta$ (w mm) blach składowych twornika, z częstotliwością $t$ okresów przemagnesowań całkowitych na sekundę i z natężeniem $B$ pola (w mgst/sek.), a pozostaje w prostym stosunku do objętości $G$ żelaza (wyrażonej w cm³). Powyższą stratę na mocy określamy w watach wzorem:

$$\sigma \left( \delta \frac{p}{100} \cdot \frac{B}{1000} \right)^2 G\ \mathrm{W},$$

w którym spółczynnik $\sigma \sim 15$ zmienia swą wartość zależnie od dokładności wykonania i t. p. Stratę od prądów wichrzących, dosięgającą zazwyczaj 20 do 40% wartości straty od uporności, należy

*) Zagrzania dozwolone podano w „Prawidłach, dotyczących oceny i sprawdzania prądnic, przetworników i t. p." opracowanych przez Związek elektrotechników niemieckich (p. zeszyt dołączony do tomu niniejszego).

obliczać oddzielnie dla rdzenia i oddzielnie dla zębów twornika.

Nadmiernemu zagrzewaniu się twornika zapobiegamy przez jego przewietrzanie: W celu wywołania możliwie ożywionego ruchu powietrza stosujemy płaskie ramiona w kołach pasowych i w twórniku, ustawione ukośnie (działające zatem jak skrzydła przewietrznika śrubowego), oraz przedziurawienia w wieńcu twornikowym, przez które powietrze uchodzi z wnętrza twornika pod wpływem siły odśrodkowej. Przy dostatecznem przewietrzaniu radzi Kapp liczyć po 5 do 10 $cm^2$ chłodzonej powietrzem powierzchni zewnętrznej twornika na każdy wat, przeobrażający się na ciepło. Jeżeli w takich warunkach tracimy $N_s$ watów, przemieniających się na ciepło, to zagrzanie w stopniach będzie:

$$\text{podług Kapp'a: } T_a = \frac{550\, N_s}{O\,(1 + 0{,}1\, v)},$$

$$\text{podług Arnold'a: } T_a = \frac{(250 \text{ do } 450)\, N_s}{O}.$$

We wzorach tych oznaczono przez $O$ zewnętrzną powierzchnię twornika w $cm^2$, przez $v$ zaś jego prędkość obwodową w m/sek.

Gdy **ilość obrotów** $n$ na min. nie jest z góry dana, wypada ją dobrać, wzorując się na sprądnicach wykonanych, bacząc jednakże na to, aby prędkość obwodowa $v$ nie stała się nadmierną. Zazwyczaj nie przekracza ona: w mniejszych twornikach 15 m/sek., we większych 25 m/sek., a jedynie, gdy się twornik sprzęga bezpośrednio z wałem turbiny parowej, dosięga ona 30 m/sek., a nawet przekracza i tę granicę.

Tworniki całkowite, t. j. bez żłobków lub dziur, wychodzą wprawdzie z użycia, jeśli jednak mamy je zastosować, wypada dążyć do możliwego zmniejszenia odstępu między żelazem twornika a biegunami, należy zatem stosować nawój zajmujący jak najmniej grubości na zewnętrznej powierzchni twornika, a więc nawój możliwie cienki w kierunku promienia twornikowego. Nawój ten należy zosobnić od powierzchni twornika, 0,5 do 2 mm grubą warstwą papieru, miki, mikanitu, albo tektury.

Przewód o długości $l$ cm, ułożony na tworniku równolegle do jego osi i poruszający się wraz z nim poprzez pole magnetyczne, o wzbudzeniu $Bl$ mgst/$cm^2$, a przeprowadzający przez siebie prąd o wielkości $J$ (w A), podlega sile $Z$ (w kg), która usiłuje ściągnąć go z twornika, a mianowicie sile przeciwdziałającej jego ruchowi, której wartość określamy wzorem:

$$Z = \frac{10^{-6}}{9{,}81}\, l\, B_l\, J.$$

Aby się pod wpływem tej siły druty nie zesmykały po tworniku całkowitym, wypada je utwierdzić należycie: Na małych twornikach starczy do tego samo tarcie, zwłaszcza wzmożone przez mocne osznurowanie nawoju. W twornikach pierścieniastych ich ramiona

przejmują czynność zabieraków. Do większych tworników stosujemy oddzielne zabieraki z drzewa lub fibry, czasami zaś same pręty miedziane kształtujemy na zabieraki. Na tornikach żłobkowanych lub dziurowanych poszczególne zwoje opierają się wprost o boczne ścianki żłobka, względnie dziury, skutkiem czego dalsze środki zapobiegawcze przeciw zesmykiwaniu się zwojów z tornika są zbyteczne. Przewody wznietne takiego tornika leżą wśród jego żelaza, przez co się znakomicie zmniejsza luz magnetyczny w cieśninie powietrznej, a nadto unika możności powstawania prądów wichrzących nawet w grubych prętach miedzianych.

Aby, pod wpływem siły odśrodkowej, nawój tornika od niego się nie odrywał, opasujemy go **opaskami** z drutu nowosrebrnego lub stalowego, 1 do 2 mm grubemi, a 15 do 30 mm szerokiemi. Stykające się ze sobą końce opaski spajamy przez ich zlutowanie, samą zaś opaskę oddzielamy od nawoju paskiem miki 0,3 do 0,6 mm grubej. Luz między temi opaskami a łbicami biegunów bywa zazwyczaj 2 do 5 mm.

Przez możliwie równomierne rozłożenie zwojów na obwodzie tornika zmniejszamy iskrzenie, a przez możliwie symetryczny układ mas tornika względem jego osi obrotu zmniejszamy szkodliwe wpływy sił odśrodkowych na łożyska i na gięcie wała tornikowego.

#### Zalety i wady poszczególnych ustrojów tornikowych.

**Tornik pierścieniasty.** Zalety: łatwość i zaufność zosobnienia nawet na wysokie napięcia (do 2000 V), ponieważ różnica napięć między zwojami sąsiednimi jest względnie niewielka; łatwość nawijania i naprawy nawoju; na tornikach całkowitych zaufne wsparcie zwojów o ramiona tornika, co zapobiega ich zesmykiwaniu, a również względna odporność nawoju przeciw siłom odśrodkowym, co razem umożliwia stosowanie względnie większych prędkości obwodowych; prostota przewietrzania wobec wielkich powierzchni ochładzanych; możność zastosowania jednakowych ilości: $k$ działek przerządnika i $z_a$ zwojów tornika, która to zaleta nabiera większego znaczenia zwłaszcza wtenczas, gdy sama ilość zwojów jest względnie mała. Wady: potrzeba więcej miedzi, ponieważ w częściach zwojów po wewnętrznej stronie pierścienia prąd się nie wznieca; zwiększenie samowzniecania skutkiem tychże części zwojów, a zarazem utrudnienie przerządu z tejże przyczyny; wreszcie większe przeciwwzbudzanie tornika.

**Tornik bębnowaty.** Zalety: większe wzbudzenie $Ba$ w torniku, ponieważ szlaki magnetyczne nie podlegają w nim tak ostrym zmianom kierunku; zmniejszenie oporu tornika i jego przeciwwzbudzania, ponieważ długość uzwojenia może być mniejsza (o 15 do 20%); możliwość zastosowania uzwojenia pojedyńczego do sprądnic wielobiegunowych, o dwóch tylko zdawach; przedewszystkiem zaś możność wykonywania nawoju podług wzorników (szablonów).

## 3. Magneśnica.

### α. Obliczenie uzwojeń na magnesach *).

Aby dąż magnetyczny (flux) $S_a$ przeniknął poprzez tornik, niezbędną jest określona ilość $(\overline{AW})$ amperozwojów, którą oznaczamy podług wzorów, podanych na str. 786 i 793. W tym celu poszczególne części sprądnicy, jako to: tornik, cieśninę powietrzną i magneśnicę, rozpatrujemy jako części zamkniętego w sobie obwodu

*) Podług dzieła Kapp'a: Dynamomaschinen, 3 wyd., 1899, Berlin u Springer'a.

magnetycznego, przez który przenika ów dąż magnetyczny, wzbudzony w magnesach.

Dla każdej takiej poszczególnej części tego obwodu ważnym jest wzór 2), podany na str. 787, a mianowicie:

$$F = S R'.$$

Wzór końcowy ustępu b., na str. 794, dotyczy układu c g s; a że amper $= 10^{-1}\, c^{1/2} g^{1/2} s^{-1}$, więc chcąc wyrazić prąd $J$ w amperach, przekształcamy ów wzór na:

$$F = 0{,}4\,\pi z J = 0{,}4\,\pi \overline{\mathrm{AW}}.$$

Podstawiając wartość $F$ (w g) z pierwszego ze wzorów powyższych w drugi, otrzymamy:

$$\overline{\mathrm{AW}} = \frac{S R'}{0{,}4\,\pi} = \sim 0{,}8\, S R'.$$

Jeżeli przez $l$ oznaczymy w cm długość średnią szlaków magnetycznych w badanej części obwodu, a przez $q$ przekrój tejże części w $cm^2$, to ilość amperozwojów $\overline{\mathrm{AW}}$, niezbędna na wywołanie dążu $S$ w rozpatrywanej części obwodu, będzie:

dla **powietrza**: $\overline{\mathrm{AW}} = 0{,}8\, Bl$, a dla **żelaza**: $\overline{\mathrm{AW}} = 0{,}8\, Hl$.

We wzorach tych $B = S : q$, a $H = B : \mu$; dla powietrza bowiem $\mu = 1$.

Podług zaprojektowanego twornika i podług tymczasowo ocennie nakreślonej magneśnicy (p. str. 825), wreszcie na mocy wzorów już podanych, znamy wielkości: $S$, $B$, $q$ i $l$. Stosownie do potrzebnego wzbudzenia $B$ w żelazie, określamy przynależne natężenie $H$ pola, posiłkując się w tym celu wykresową wzbudzenia dla danego gatunku żelaza. Jeżeli sami nie oznaczamy wykresowej wzbudzenia dla danego gatunku żelaza, to możemy zastąpić ją średniemi danemi, zestawionemi w tablicy na str. 823, która podaje jednakże nie wartości $H$, lecz wprost $0{,}8\, H = H'$, przeciwstawiając je wartościom $B$. Wzór poprzedni możemy w tym celu przekształcić na:

$$\overline{\mathrm{AW}} = H' l,$$

w którym $H'$ będzie zatem ilością amperozwojów, niezbędną na przezwyciężenie oporu w 1 cm bieżącym obwodu magnetycznego, a mianowicie oporu, stawianego dążowi $B$, który podług tablicy odpowiada wartości $H'$.

Rys. 1209.

Jako **przykład** podajemy poniżej sposób obliczenia obwodu magnetycznego dla sprądnicy, przedstawionej w rys. 1209.

Przypuszczamy, że obliczyliśmy już cały tornik i że, w przystosowaniu do niego, naszkicowaliśmy zarys magneśnicy. Cały obwód rozdzielamy w obliczeniu na trzy oddzielne części, a mianowicie: rdzeń tornikowy, cieśninę powietrzną i magneśnicę, oznaczając ich wymiary w cm.

## Tablica wzbudzeń $B$ w żelazie*).

| $B$ | Ilość amperozwojów na 1 cm b. średniego szlaku magnetycznego (obwodu) | | | | $B$ | Ilość amperozwojów na 1 cm b. średniego szlaku magnetycznego (obwodu) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Żelazna blacha tornikowa | Żelazo zlewne | Żelazo zlipne | Żeliwo | | Żelazna blacha tornikowa | Żelazo zlewne | Żelazo zlipne |
| 2000 | 0,36 | 0,46 | 0,55 | 2,00 | 11500 | 3,35 | 4,22 | 5,89 |
| 3000 | 0,54 | 0,69 | 0,78 | 3,50 | 12000 | 3,80 | 4,75 | 6,18 |
| 4000 | 0,72 | 0,91 | 1,07 | 5,45 | 12500 | 4,33 | 5,95 | 7,53 |
| 5000 | 0,90 | 1,14 | 1,36 | 8,20 | 13000 | 5,05 | 6,30 | 8,95 |
| 6000 | 1,10 | 1,37 | 1,64 | 13,65 | 13500 | 5,90 | 7,45 | 11,30 |
| 7000 | 1,34 | 1,65 | 1,97 | 26,75 | 14000 | 7,00 | 9,25 | 13,75 |
| 8000 | 1,62 | 2,00 | 2,42 | 50,25 | 14500 | 8,80 | 12,45 | 21,5 |
| 9000 | 2,00 | 2,43 | 2,91 | 81,25 | 15000 | 12,0 | 17,85 | 29,0 |
| 9500 | 2,17 | 2,70 | 3,26 | 98,75 | 15500 | 18,1 | 26,1 | 46,0 |
| 10000 | 2,42 | 3,00 | 3,63 | 118,0 | 16000 | 35,0 | 51,0 | 65,0 |
| 10500 | 2,68 | 3,35 | 4,13 | 136,5 | 17000 | 79,0 | 96,0 | 112,0 |
| 11000 | 3,00 | 3,75 | 4,64 | 160,0 | 18000 | 135,0 | 156,0 | 173,0 |

1. **Rdzeń tornikowy.** Znamy wartości: $S_a$, $q_a$, $B_a$, a z rysunku (1209) odmierzamy długość $l_a$ średniego szlaku magnetycznego, poczem oznaczamy ilość amperozwojów dla tej części obwodu, podług wzoru:

$$\overline{\mathrm{AW}}_a = H'_a l_a,$$

do którego wartość $H'_a$ zaczerpujemy z powyższej tablicy, dla znanej wartości $B_a$.

Gdy tornik jest żłobkowany lub dziurowany, trzeba jego zęby obliczyć oddzielnie, zważając na to, że dąż musi przeniknąć zęby dwukrotnie, t. j. przy każdym z biegunów. Podług przekroju $q_z$ (przystosowanego do wzbudzeń $B_z$, podanych na str. 817) tej ilości zębów, jaka stoi na wprost łbicy, obliczamy ich wzbudzenie $B_z$, wyszukujemy z tablicy przynależne $H'_z$, a oznaczając przez $l_z$ wysokość zęba, otrzymamy ilość amperozwojów, niezbędną na przezwyciężenie oporu w zębach:

$$\overline{\mathrm{AW}}_z = H'_z \cdot 2\, l_z.$$

2. **Cieśniny powietrzne.** Jeżeli przez $\delta$ oznaczymy odstęp między łbicą bieguna a żelazem tornika, to długość obydwóch średnich szlaków w obustronnych cieśninach będzie: $2\delta = l_l$. Czynna powierzchnia łbicy biegunowej będzie $\lambda b$, jeżeli $\lambda$ oznacza długość łuku, obejmowanego przez łbicę, a $b$ jej szerokość (w kierunku osi obrotu tornika). Wzbudzenie w cieśninie powinno być zatem: $B_l = S_l : \lambda b$ (a $S_l = S_a$); przynależną zaś ilość amperozwojów otrzymamy ze wzoru:

$$\overline{\mathrm{AW}}_l = 0{,}8\, B_l \cdot 2\,\delta = 1{,}6\, B_l\, \delta.$$

---

*) Podług dzieła Kapp'a: Elektromechanische Konstruktionen, 2 wyd. 1902, Berlin, u Springer'a.

3. **Magneśnica**. Z ogólnej ilości magnetostek, wzbudzonych w magnesach, tracimy pewną część bez pożytku wskutek **usmyku** magnetycznego, ponieważ nie wszystkie szlaki magnetyczne, wychodzące z biegunów, przechodzą przez rdzeń twornika, część ich bowiem usmyka się z niego w bok. Usmyk, t. j. ilość magnetostek usmykających się poza twornik, zależy i od ustroju sprądnicy i od wielkości wzbudzenia; przez usmyk tracimy 10 do 30% ilości magnetostek, wzbudzonych w magnesach, a niekiedy nawet jeszcze więcej. Jeżeli usmyk będzie $S_s$, to niezbędna ilość $S_m$ magnetostek, jaką wzbudzić musimy w magnesach, będzie:

$$S_m = S_a + S_s .$$

Ze wzbudzenia $B_m$, dobranego podług danych na str. 826, i ze znanej już wartości $S_m$, obliczamy niezbędny przekrój $q_m = S_m : B'_m$ dla magneśnicy, długość zaś $l_m$ jej średniego szlaku odmierzamy z rysunku. Podług ostatecznie zaprojektowanego przekroju $q_m$ określamy niezbędne wzbudzenie $B_m = S_m : q_m$, wyszukujemy z tablicy przeciwstawioną wartość $H'_m$, a ilość amperozwojów, niezbędną na tę część obwodu, otrzymamy ze wzoru:

$$\overline{\mathrm{AW}}_m = H'_m \cdot l_m .$$

Jeżeli magneśnica składa się z części o niejednakowych przekrojach, albo z tworzyw rozmaitych, to powyższe obliczenie amperozwojów należy przeprowadzić oddzielnie dla każdej takiej części i zesumować te wyniki poszczególne.

Suma wszystkich wyników $\overline{\mathrm{AW}}$ dla całego obwodu określa nam ilość amperozwojów, niezbędną na wzniecenie pożądanego napięcia prądotwórczego; w istocie jednak starczy ona tylko, dopóki twornik nie prąduje. Gdy jednakże prąd pojawi się w uzwojeniu twornika, wzbudza on dodatkowe pole, przeciwdziałające pierwotnemu, i aby zrównoważyć to **przeciwwzbudzenie twornika**, należy stosownie zwiększyć obliczoną ilość amperozwojów, a mianowicie średnio o 7 do 15% (p. str. 829 i nast.). Ilość amperozwojów $\overline{\mathrm{AW}}_g$, niezbędnych na zrównoważenie przeciwwzbudzenia, możemy też obliczyć ze wzoru:

$$\overline{\mathrm{AW}}_g \backsim z_a J \frac{g}{\pi (D + 2\delta)} .$$

We wzorze tym, podanym przez Kapp'a, $z_a$ oznacza ilość drutów na tworniku, podlegających wzniecaniu, $J$ wielkość prądu, $g$ odstęp między krańcami łbic biegunów przynależnych, $D$ zewnętrzną średnicę twornika, $\delta$ wreszcie luz w cieśninie. Ostatecznie otrzymujemy niezbędną ilość amperozwojów jako sumę wszystkich wyników poszczególnych, a więc:

$$\overline{\mathrm{AW}} = \overline{\mathrm{AW}}_a + \overline{\mathrm{AW}}_l + \overline{\mathrm{AW}}_m + \overline{\mathrm{AW}}_g = i_m z_m .$$

Przeprowadzając szereg takich obliczeń dla stopniowo wzrastających wzbudzeń w obwodzie magnetycznym, otrzymamy szereg wyników, z których możemy wykreślić znamienną sprądnicy projektowanej (p. str. 810 i nast).

Dla sprądnic głównikowych znamy wartość $i_m$, jako równą albo całej wielkości prądu $J$, albo też określonej jego części w przypadku, gdy część prądu głównego przeprowadzamy przez opornik, złączony obocznie z głównikiem. W sprądnicach bocznikowych wielkość $i_m$ prądu, zużywanego na wzbudzanie, określamy podług odsetki, jaką na ten cel stracić zamierzamy (por. str. 829). Znając zaś wartość $i_m$, oraz $\overline{\text{AW}}$, obliczymy z łatwością ilość $z_m$ zwojów wzbudzających. Oceniamy średnią długość $L_m$ (w m) jednego zwoju, czyli długość $z_m L_m$ całego uzwojenia, i zakładamy stosowną wartość $e_m$ na stratę napięcia w nawojach wzbudzających, licząc w bocznikach tylko $e_m = 0{,}6$ do $0{,}8\,e$, a więc pozostawiając resztę na stratę napięcia w oporniku. Dozwolony opór $r_m$ tego uzwojenia będzie:

$$r_m = e_m : i_m .$$

Przy przewodności miedzi 55 A/mm² i na m b., nawój o długości $z_m L_m$ i oporze $r_m$ ma przeprowadzić prąd $i_m$, przekrój zatem jego powinien być:

$$q_d = \frac{1}{55} \frac{z_m L_m}{r_m} .$$

Przekrój ten możemy też oznaczyć bezpośrednio z obliczonej ilości amperozwojów, podług wzoru:

$$q_d = \frac{1}{55} \cdot \frac{L_m}{e_m} \overline{\text{AW}} .$$

Na mm² przekroju nie powinno wypadać więcej niż po 2 A, a nawet przy takiej gęstości prądu należy jeszcze sprawdzić stopień zagrzewania się, które nie powinno przekraczać 50 do 60°.

**Zagrzewanie** się zależy od wielu okoliczności, jako to: od stopnia przewietrzania twornika, od miejsca ustawienia sprądnicy i t. p., a podług Kapp'a wypada liczyć na każdy wat, tracony na zagrzanie, 10 do 16 cm² zewnętrznej powierzchni zwojnicy. Jeżeli przez $O$ oznaczymy w cm² powierzchnię zwojnicy, a przez $N_s$ moc w niej traconą w W, to podwyższenie $T$ temperatury skutkiem zagrzania liczyć można:

$$T = \frac{280\,N_s}{O} \text{ do } \frac{320\,N_s}{O} .$$

Zagrzanie się zwojnic wzbudzających może być o 10° większe niż nawoju tworníkowego, a więc 60 do 70°. Wypada pamiętać i o tem, że zagrzanie miedzi o każdy stopień zmniejsza jej przewodność w przybliżeniu o 0,4% (p. str. 789).

### β. Ustrój magneśnicy.

**Kształt magneśnicy** powinien zapewniać dostępność wszystkich części, oraz ułatwić przenikanie dążu magnetycznego. Zalecają się zatem: krótkie, przysadziste pieńki magnesowe, z poszerzonemi łbicami; wielkie przekroje oprawy; zmniejszenie ilości spoin i dokładne przyleganie powierzchni, w nich się ze sobą stykających; możliwie

łagodne zakrzywienia szlaków magnetycznych, a w miarę możności i ich zlewanie się z kierunkiem włókien żelaza.

Aczkolwiek żeliwo, jako trudnowzbudzalne, nie jest tworzywem stosownem na magneśnice, jego zastosowanie zwiększa bowiem bardzo znacznie wagę i samej magneśnicy i miedzi w jej nawojach, mimo to odlewamy z żeliwa w całości (wraz z ramionami podłożyskowemi) magneśnice sprądnic mniejszych, do 15 KW, w których tem zwiększeniem wagi warto okupić prostotę wykonania. W prądnicach większych atoli koszta i niedogodności, wynikające ze zwiększonych wag, zyskują taką przewagę, że zmuszają nas do stosowania innych tworzyw. W oprawę żeliwną wstawiamy pieńki magnesowe, złożone z blach żelaznych, albo też odlewamy całą magneśnicę z miękkiej stali, z żelaza zlewnego, lub wreszcie z żeliwa naglinionego; żeliwo bowiem przez domieszkę glinu zyskuje na wzbudzalności. Często wstawiamy też w oprawę żeliwną zlewne lub stalowe pieńki z takiemiż łbicami, albo wreszcie odlewamy ze stali magneśnicę z pieńkami w całości, a na te pieńki nasadzamy łbice składane z blach. Dla danego przekroju pieńka, długość drutu na nawój, a więc i waga tego drutu będzie najmniejsza, gdy przekrój pieńka jest kołowy.

Aby sobie ułatwić miarkowanie napięcia w sprądnicy, a zwłaszcza aby pozostawić jeszcze możność jego podwyższania przy naprądnianiu zasobników, zaleca się obliczać pieńki magnesowe na wzbudzenie nienadmierne, t. j. dozwalające się jeszcze podwyższyć, a więc w żeliwie wzbudzenie $B_m = 5000$ do 10000 mgstk/cm$^2$, a w żelazie zlewnem i stali $B_m = 10000$ do 16000 mgstk/cm$^2$. Przy takiem wzbudzeniu pieńki żeliwne lub stalowe otrzymają przekrój 1,3 do 1,5 razy większy od twornikowego.

Ponieważ ostre końce i krawędzie przyczyniają się do zwiększenia usmyku magnetycznego, więc należy ich unikać, zwłaszcza na biegunach. Z tego samego też powodu właściwem będzie umieszczanie nawojów wzbudzających jaknajbliżej łbicy biegunowej.

Iskrzeniu sprądnicy (p. str. 819) zapobiegamy najsnadniej, usuwając jego główną przyczynę, t. j. zwichnięcie pola. W tym celu poszerzamy luz $\delta$ cieśniny powietrznej, od środka ku obydwom końcom łbicy, przez mimośrodkowe wytoczenie jej powierzchni czynnej, albo też nacinamy rowki poobwodowe w tejże powierzchni, albo wreszcie stawiamy samą łbicę ukośnie względem kierunku obrotu twornika. Gdy te środki zaradcze okażą się niewystarczającymi, możemy zapobiedz zwichnięciu pola przez dodanie oddzielnych biegunów, odwichniających pole zwichnięte, ustawionych w strefie obojętnej, a wzbudzanych głównikowo. Ustrój taki jest jednak zawiły i przedstawia znaczne trudności w obliczeniu, w prawidłowem zaprojektowaniu i we wykonaniu; stosuje się on zatem przeważnie tylko do sprądnic sprzęgniętych wprost z osią turbiny parowej.

W łbicach biegunowych, jednolitych powstają prądy wichrzące pod wpływem przesuwającego się wzdłuż ich powierzchni twornika, a dosięgają one znacznej wielkości zwłaszcza przy twornikach żłobkowanych, skutkiem większych zmian kolejnych natężenia pola przed

zębami, wzgl. rowkami twornika. Aby zapobiedz tym prądom wichrzącym, a przynajmniej je zmniejszyć, wytaczamy w czynnej powierzchni łbicy rowki poobwodowe, albo też składamy całą łbicę z szeregu cienkich blach, wzorując się na ustroju twornika.

**Nawijanie drutu** wprost na pieńki biegunowe jest robotą bardzo zmudną, lecz możemy sobie znacznie ułatwić wykonanie, nasuwając na pieńki zwojnice gotowe, których nawój nawijamy na cewki mosiężne lub tekturowe 1,5 do 3 mm grube, posiłkując się do tego swoistemi nawijarkami lub zwykłemi tokarkami.

**Wagę całej magneśnicy** możemy w przybliżeniu liczyć po 40 do 80 kg na każdy kilowat mocy.

### 4. Przerządnik (komutator, kolektor) i zdawy (szczotki).

1. **Przerządnik** składa się: z tulei, nasadzanej na wał twornika (dającej się zatem zdejmować z niego bez trudności), z dwóch pierścieni z wewnętrznem wytoczeniem stożkowatem i z większej liczby działek, 6 do 10 mm grubych, o przekroju wycinków pierścienia, dociśniętych do tulei owemi dwoma pierścieniami. Działki wycinamy z odlewu brązu nafosforzonego, ponajczęściej jednak przycinamy je z wyciąganych prętów twardej miedzi, posiadających przekrój pożądany. Każda poszczególna działka musi być należycie zosobniona, w którym to celu rozdzielamy sąsiednie działki nawzajem od siebie płytkami miki lub mikanitu 0,6 do 1 mm grubemi, a to w zależności od napięcia; zastępują też niekiedy mikę tekturką, lecz tylko na bardzo małe napięcia. Sąsiednie końce przyległych dwóch zwójek tworníkowych przyłączamy spólnym drutem do przynależnej działki przerządnika, a złącze to dla małych prądów może być na śrubę, dla większych natomiast koniecznie lutowane. W dużych, a wolno wirujących prądnicach o zewnętrznej stałce tworníkowej, a wewnętrznej magneśnicy wirującej, zdawy wirują wraz z nią, smykając się po zewnętrznej, walcowatej powierzchni stałki, która zastępuje zarazem przerządnik. Na każde 100 A prądu liczymy po 3 cm długości użytkowej przerządnika pod miedziane zdawy szczotkowate, a 4,5 do 6 cm pod zdawy węglane.

2. **Zdawy** powinny być z tworzywa bardziej miękkiego niż działki przerządnika, aby same się ścierały, nie niszcząc przerządnika. Zdawy wyrabiamy z miękkiego drutu miedzianego w postaci szczotek lub plecionek, albo z cienkich blach miedzianych, obecnie jednak coraz to szersze znajdują zastosowanie zdawy węglane, skierowane popromiennie, a są one prawie niezbędne do prądników o biegu nawrotnym. Zdawa powinna się dociskać do powierzchni przerządnika silnie, lecz sprężyście, w tym celu osadzamy ją w grabkach, dociskanych sprężyną, a osadzonych w przegubie pierścienia pokrętnego na osi, który stanowi oprawę zdawową, a ustrój taki dozwala na przesuwanie zdaw przez stosowne pokręcenie całego zeskładu zdawowego. Przynajmniej po dwie zdawy powinny działać obocznie, aby jedna z nich przejmowała cały prąd, podczas gdy wymieniamy drugą, niezatrzymując sprądnicy. Przylgowa powierzchnia

zdaw, na każdego A zdawanego, bywa: 3,5 do 4,5 mm² w zdawach miedzianych, 5 do 7 mm² w mosiężnych, a 12 do 25 mm² we węglanych; większe z tych powierzchni wypada stosować pod małe napięcia. Zdawa metalowa przekrywa zazwyczaj 1 do $2^1/_2$, węglana zaś 2 do $3^1/_2$ działek przerządniczych, a szerokość jej bywa 30 do 50 mm.

Zeskład zdawowy należy tak nastawić przez pokręcanie, aby **iskrzenie** stało się możliwie jak najmniejsze: średnica przechodząca przez punkty przylgowe zdaw w tem położeniu tworzy w sprądnicy dwubiegunowej pewien kąt ze średnicą obojętną pola magnetycznego. Ten kąt obeziskrzający zwiemy **kątem beziskiernym**, a posiada on dążność tę samą, co obrót twornika w sprądnicach, dążność zaś odwrotną w sprądnikach. Punkty beziskierne na przerządniku są w przybliżeniu punktami największego napięcia. Zagrzanie się przerządnika niema przekraczać 60° (ponad temperaturę otoczenia).

## 5. Ustrój części mechanicznych.

1. **Wał tworniковy** powinien być grubszy niż w innych silnicach, wystawionych na siły podobne, a to w celu zapewnienia spokojnego biegu, zapobieżenia wszelkim drganiom i uginaniom wała, których nieodzownym skutkiem byłoby iskrzenie, a nawet rozspojenie złączy tworнikowych. Zależnie od rozpiętości między łożyskami można średnicę $d$ wała dobierać w granicach:

$$d = 16 \sqrt[3]{\frac{N}{n}} \quad \text{do} \quad 23 \sqrt[3]{\frac{N}{n}} \ldots \text{cm.}$$

We wzorach tych $N$ oznacza moc sprądnicy w $MK$, $n$ natomiast ilość obrotów na min.

Średnica czopów, spoczywających w łożyskach, może być nieco mniejsza, lecz nader ważnem jest właśnie niewzruszalne ułożenie tych czopów w łożyskach i dostatne, a zaufne ich smarowanie ze względu na znaczną zazwyczaj prędkość obrotową. Długość $l$ czopa bywa 2 do $4\,d$, a mianowicie w mniejszych sprądnicach stosunkowo większa, w dużych względnie mniejsza. Na każde 350 mm długości czopa niezbędnym jest przynajmniej jeden pierścień smarowniczy. Łożyska kulkowe (gałkowe) nieczęste znajdują zastosowanie. Trwałe osadzenie twornika pod uzwojenie pierścieniowate zapewniają tuleje spiżowe. Małe tworniki bębnowate osadzamy, zakliniając bezpośrednio ich pełne tarcze krańcowe na wale, większe natomiast osadzamy za pośrednictwem żeliwnej piasty z ramionami, gwiaździście się z niej rozchodzącemi. Tworniki płaskopierścienne wychodzą wprawdzie z użycia; w razie ich zastosowania jednak wypada wał ułożyć w nastawnych łożyskach grzebieniastych, zapobiegających przesunięciom poosiowym pod wpływem siły magnetycznej, a dozwalających zarazem ustawić twornik tak, aby się jego płaszczyzna symetryi zlała z takąż płaszczyzną magneśnicy.

2. **Koła pasowe**, podobnie jak i same pasy, powinny być szerokie a gładkie, aby nie powodowały uderzeń i drgań. Dlatego też stosujemy przeważnie pasy klejone, a nie szyte. Prędkość obiegowa pasa bywa 4 do 10 m/sek. na prądnicach małych, a do 28 m/sek. na dużych. Dalsze szczegóły p. T. I str. 469 i nast. W celu doprężania pasa, nawet podczas biegu, stawiamy prądnicę przesuwnie na płozach. Do napędu prądnic stosujemy wedle możności silniki o biegu jak najbardziej jednostajnym, a ich niejednostajność nie powinna przekraczać $1\%$ na oświetlenie żarówkowe, a $4\%$ na łukówkowe.

Do zapewnienia niezbędnej jednostajności biegu, zwłaszcza silników tłokowych, niezbędnem jest stosowne powiększenie wirujących mas rozpędowych (p. T. I str. 615 i nast.).

Gdy prężność w kotłach parowych podlega silniejszym wahaniom z powodu jednoczesnego zużytkowania ich pary na cele postronne, może się okazać nawet potrzeba ustawienia oddzielnych kotłów dla silników, napędzających prądnice, które zasilają oświetlenie.

## 6. Straty w sprądnicach.

1. Straty elektromagnetyczne:

α) Straty nieuchronne:

a) od ciepła prądowania w tworniku (2 do $4\%$),

b) od ciepła prądowania wzbudzającego (1,5 do $4\%$),

c) od uporności magnetycznej i prądów wichrzących (1 do $2^1/_2\%$) p. str. 785 i 819,

d) od samowzniecania w zwójkach złączonych skrótowo poprzez zdawy, oraz od przeciwwzbudzania w tworniku. Ta część straty jest sama w sobie niezbyt znaczna, jednakże przeciwwzbudzanie twornika i zwichnięcie pola wymaga o 7 do $15\%$ większego wzbudzenia, na które znów zużywamy pewną ilość pracy, objętej już stratami pod b), nadto p. str. 824.

β) Straty wskutek wadliwego ustroju:

a) Wadliwe lub niedostateczne zosobnienie powoduje nietylko straty, lecz doprowadza zazwyczaj w krótkim czasie całą prądnicę do zniszczenia, zwłaszcza wśród otoczenia wilgotnego.

b) Skrót magnetyczny, t. j. usmyk szlaków magnetycznych przez sąsiadujące części żelazne.

2. Straty mechaniczne:

Tarcie czopów w łożyskach i zdaw na przerządniku, oraz opór powietrza względem części wirujących powodują razem stratę 3 do $10\%$. Suma strat mechanicznych wraz ze stratą od uporności magnetycznej i prądów wichrzących bywa w małych sprądnicach w przybliżeniu równą sumie strat od prądowania (w tworniku i w uzwojeniu wzbudzającem), natomiast w sprądnicach dużych bywa ona niekiedy względnie większa.

**Całkowita stratność**, względnie do mocy napędnej, dosięga w dużych sprądnicach wartości $10\%$, w małych $20\%$.

### 7. Wymiary i wagi sprądnic.

Przy jednakowych wagach miedzi w nawoju moc rozmaitych sprądnic będzie w przybliżeniu jednakowa: dłuższy bowiem, a zato cieńszy nawój da nam wprawdzie wyższe napięcie, lecz mniejszy prąd i naodwrót. Jednakże na nawojach z cieńszego drutu warstwy zosobniające posiadają względnie większą objętość, co staje się przyczyną, że przy tej samej objętości nawoju i przy cieńszem uzwojeniu moc prądnicy będzie stosunkowo mniejsza.

Zmieniając grubość drutu w uzwojeniu twornikowem, bez zmiany jego objętości, wypada jednocześnie przystosować i uzwojenie magnesów do odmiennego napięcia, jakie się pojawi skutkiem takiej zmiany.

Jeżeli mamy dwie sprądnice, których wymiary linijne stoją we wzajemnym stosunku $1 : m$, i jeżeli prędkość obwodowa i zagrzanie w obydwóch sprądnicach będą jednakowe, to (podług Kapp'a) wzajemny stosunek mocy tych dwóch sprądnic będzie w przybliżeniu jak $1 : m^{2,5}$. Ponieważ jednak większej z tych sprądnic możemy nadać większą prędkość obwodową, więc w rzeczywistości moc jej może być jeszcze większa. Sprądnice wielobiegunowe (budowane jednak zazwyczaj na moc niemniejszą niż 5 kilowatów), przy jednakowych pozostałych warunkach, będą posiadały mniejszą wagę i mniejszą prędkość obwodową niż sprądnice dwubiegunowe, jednakowej mocy.

Na wagę $G$ w kg sprądnic podaje Fischer-Hinnen wzór:

$$G = 175\, K^{2/3},$$

w którym $K$ oznacza moc właściwą danej sprądnicy, t. j. moc w kilowatach, jakąby wydawała przy tysiącu obrotów na min. Wzór ten jednakże dla małych sprądnic daje wyniki z uchybieniem $\pm 30\%$. Z całkowitej wagi $G$ sprądnicy, można liczyć, że $^1/_5$ wypada na sam twornik.

## c. Sprądniki.

**1. Ustrój sprądnika** nie różni się zasadniczo od ustroju sprądnicy, przystosowujemy go jednakże do warunków, w jakich ma pracować, a dotyczy to zwłaszcza sprądników mniejszych, w których zadawalamy się często niższą sprawnością, zwłaszcza gdy pracują dorywczo (np. do dźwigów osobowych), zyskując w zamian inne ich zalety, jak małe wymiary i wagę. A że sprądniki takie pracują ponajczęściej bez zaufnego nadzoru, więc wykształcamy często ich magneśnicę na oponę, która otacza wszystkie części ruchome, wypuszczając z siebie na zewnątrz tylko koniec wała napędnego. Opona taka, mimo utrudnionego dostępu do części wewnętrznych sprądnika, ma tę nieraz wysoce ważną zaletę, że chroni owe części od uszkodzeń zewnętrznych.

**2. Obliczenie.** Napięcie prądochłonne sprądnika wyraża się tym samym wzorem, co napięcie prądotwórcze sprądnicy (p. str. 815), a więc:

$$E = S_a z_a \frac{n p}{60 a} 10^{-8} V .$$

Napięcie międzykrańcowe sprądnicy, podł. str. 810 jest: $e = E - JR$, w sprądniku natomiast będzie ono:

$$e = E + JR .$$

Gdy **sprądnik bocznikowy** przyłączymy do sieci o napięciu niezmiennem, to całkowite wzbudzenie $S_a$ będzie w przybliżeniu stałe; podlega ono bowiem względnie nieznacznym tylko wahaniom, wynikającym ze zmiennych wartości: usmyku szlaków, oraz przeciwwzbudzania twornikowego. Ilość obrotów takiego sprądnika otrzymamy ze wzoru:

$$n = \frac{10^8 (e - J R_a) 60}{S_a z_a} .$$

Ponieważ strata napięcia $JR_a$ wskutek oporu twornika na przepływ prądu, względnie do stałego napięcia międzykrańcowego $e$, bywa nieznaczna, więc zmiany w ilościach obrotów przy różnych obciążeniach takiego sprądnika będą również nieznaczne, a w stosunku do ilości obrotów biegu jałowego, zmienność ta wyraża się w odsetkach wartością: $(100 JR_a : e)\,\%$. Jeżeli natomiast zmniejszymy wzbudzenie $S_a$, np. za pomocą opornika, wstawionego w obwód bocznikowy, to ilość obrotów wzrośnie. Jeżeli naodwrót wstawimy opornik w obwód główny i zmniejszymy nim napięcie, działające na twornik, czyli zwiększymy opór $R_a$ twornika, to zmniejszymy przez to ilość obrotów prądnika bocznikowego. Związki te są bezpośrednimi wnioskami ze wzorów powyżej podanych.

Moment obrotczy twornika wyrazi się wzorem:

$$M_d = \frac{J z_a S_a}{9{,}81 \cdot 2\pi} = \frac{J z_a S_a}{61{,}6} \text{ kgm},$$

wskazującym jasno, że moment ten wzrasta wraz z wielkością prądu i wzbudzenia. Przy rozruszaniu sprądnika wypada zatem zwiększyć wedle możności wzbudzenie $S_a$, by otrzymać niezbędny moment obrotczy przy możliwie małym prądzie $J$.

W **silnikach głównikowych** wzbudzenie $S_a$ jest funkcyą $f(J)$ prądu. Sprądnik taki zwiększa swą prędkość w miarę jak się wzbudzenie $S_a$ zmniejsza, czyli naodwrót wzbudzenie $S_a$ zmniejsza się w miarę zwiększającej się prędkości sprądnika. Gdy zatem napięcie międzykrańcowe pozostaje niezmienne, to sprądnik niedostatecznie obciążony, a zwłaszcza w swym biegu jałowym, posiada dążność do nabierania coraz to większej prędkości, czyli do **rozbiegania się.** Gdy jednak niema obawy takiego rozbiegania się, a więc gdy opór obciążenia wzrasta wraz z prędkością, np. w tramwajach elektrycznych, przewietrznikach osadzonych na wale twornikowym, albo gdy sprądnik znajduje się stale pod dozorem zaufnym, np. przy żóra-

wiach elektrycznie napędzanych, sprądniki głównikowe zalecają się przed bocznikowymi, odznaczają się one bowiem względnie wielkim momentem obrotczym przy rozruszaniu, a więc właściwością nader cenną zwłaszcza w zastosowaniu do tramwajów, samojazdów i t. p. wozideł.

Moment obrotczy $M_d$ wyraża się tym samym wzorem, jaki podaliśmy powyżej dla silników bocznikowych. We wzorze tym $S_a = f(J)$, a funkcya ta dla nizkiego wzbudzania, jakie zachodzi przy rozruszaniu, jest prawie prostolinijna (p. rys. 1205 str. 810), czyli $S_a \sim kJ$, co podstawiwszy we wzór powyższy na $M_d$, otrzymamy moment rozruszny:

$$M_d = \frac{kz_a}{61{,}6} \cdot J^2 = k' z_a J^2,$$

który pozostaje zatem w prostym stosunku do kwadratu wielkości prądu, podczas gdy w sprądniku bocznikowym wzrasta on tylko w prostym stosunku do samej wielkości prądu.

Gdy urządzamy przesył pracy ze sprądnicy wyłącznie do tego przeznaczonej i zasilającej tylko jeden sprądnik, natenczas ustrój głównikowy dla sprądnicy i sprądnika będzie często wskazany, albowiem w takim przypadku prędkość sprądnika będzie się zmieniała w prostym stosunku do prędkości sprądnicy (p. str. 810).

Dane, dotyczące dozwolonego zagrzewania się sprądnic i sprądników, oraz oznaczania ich sprawności podano w „Prawidłach, dotyczących oceny i sprawdzania prądnic przetworników i t. p.“, Związku elektrotechników niemieckich, p. zeszyt dołączony do niniejszego tomu Technika.

**3. Rozruszniki** (oporniki rozruszne). Rozruszenie sprądnika bocznikowego uskuteczniamy, puszczając pełen prąd w bocznik, a w twornik zrazu możliwie mało prądu, i zwiększając następnie stopniowo ten prąd, w którym to celu w obwód twornikowy należy wstawić stosowny opornik. Przy zatrzymywaniu sprądnika postępujemy odwrotnie, zmniejszając nasamprzód prąd w tworniku powoli aż do zera, poczem dopiero wyłączamy z bocznika prąd wzbudzający. Najwłaściwiej będzie złączyć nastawianie opornika twornikowego i włącznika bocznikowego w ten sposób, aby się powyżej opisane przełączania dopełniały samoczynnie i w należytym porządku kolejnym, za pokręceniem nastawiaka opornikowego; urządzenie takie wyklucza możliwość błędnej kolejności poszczególnych przełączeń. W rozrusznikach na duże sprądniki bocznikowe, mające ruszać pod obciążeniem, oporce metalowe byłyby zbyt ciężkie, a więc i zbyt kosztowne, dlatego też zastępujemy je oporcami ciekłymi. Sprądniki głównikowe są na ogół mniej wrażliwe przy rozruszaniu; ich oporniki mogą zatem posiadać mniejsze opory, a starczy nawet swoiste przełączanie ich główników, który to sposób znajduje szerokie zastosowanie w nastawnicach do tramwajów elektrycznych.

# B. Rozprądnice i rozprądniki.

## a. Wiadomości zasadnicze o rozprądach.

Okres czasu między kolejnem pojawieniem się wartości zerowych (napięcia, wzgl. prądu) zwiemy **przemianką**, samo zaś zjawisko pojawiające się w takim punkcie zerowym, t. j. zmianę z + na —, zwiemy **przemianą**. Podwójny okres przemianki zwiemy jedną **drgawką**, a przebieg zjawiska w tym okresie: jednem **drgnięciem**. Rys. 1210 przedstawia jedną falę rozprądu, a więc przebieg jednego drgnięcia podczas jednej drgawki, czyli w ciągu dwóch przemianek.

Do oświetlenia ustaliła się dość ogólnie częstotliwość drgawek 50 na sek., podczas gdy do przesyłu pracy stosujemy i mniejsze częstotliwości, zazwyczaj 25 na sek.

Ponieważ w rozprądzie zachodzą najczęściej fale, określające się funkcyą wstawy, wzgl. dostawy, najdogodniej zatem będzie, za miarę czasu brać kąty, wzgl. ich łuki, zakładając, że jedna przemianka $= \pi$, a jedna drgawka $= 2\pi = 360^{\circ}$. Taki sposób oznaczania czasu w drgawkach rozprądów znalazł powszechne zastosowanie.

W przewodach bez samowzniętności: opór w przewodzie, **chwilowe** napięcie, oraz **chwilowa** wielkość prądu podlegają tym samym prawom, jak w sprądach. Zmienne napięcia w czasie jednej przemianki możemy zastąpić stałą wartością **napięcia zastępczego**, t. j. takiego, którego skutek dynamiczny i cieplikowy w ciągu całej przemianki byłby ten sam, co zmiennych napięć, rzeczywiście się pojawiających w poszczególnych jej chwilach. Wartość napięcia zastępczego $E$ nie będzie zatem średnią arytmetyczną napięć chwilowych $e$, lecz pierwiastkiem kwadratowym ze średniej arytmetycznej kwadratów tychże napięć chwilowych, t. j. pojawiających się w poszczególnych chwilach $t$, a więc:

$$E = \sqrt{\frac{\int e^2 dt}{t}} .$$

Gdy fala napięć przebiega podług sinusoidy, co zazwyczaj zakładamy w obliczeniach, chociaż przebieg istotny bywa często nieco odmienny, natenczas napięcie zastępcze rozprądu o takim przebiegu będzie:

$$E = \frac{e_{max}}{\sqrt{2}} = 0{,}707\, e_{max};$$

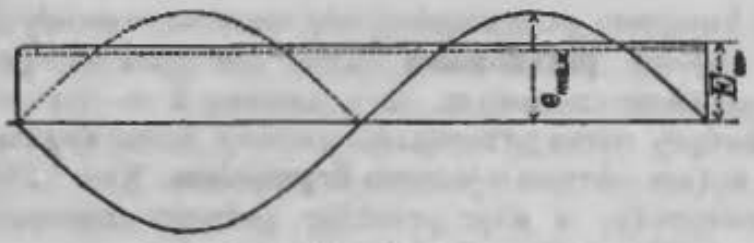
podczas gdy średnia arytmetyczna napięć chwilowych byłaby tylko:

$$E_{śred} = \int \frac{e\,dt}{t} = \frac{2}{\pi}\, e_{max} = 0{,}637\, e_{max} .$$

We wzorach tych $e_{max}$ oznacza największość napięcia, a więc w przebiegu sinusoidalnym lub w ogóle w przebiegu symetrycznym

$e_{max}$ będzie napięciem w środkowej chwili przemianki. Stosunek $E : E_{śred.} = f$ zwiemy **spółczynnikiem przebiegu** (fali), a dla przebiegu sinusoidalnego jego wartość będzie: $f = 1{,}11$.

Rys. 1210.



W sposób podobny określamy i zastępczą wielkość prądu:

$$J = \sqrt{\frac{\int i^2\,dt}{t}}\,.$$

W rys. 1210 zaznaczono poziomą kreską nieprzerywaną napięcie zastępcze $E$, a podobną kreską kropkowaną napięcie średnie (arytmetyczne).

Gdy rozprąd, o przebiegu wskazanym w rys. 1210, przepływa przez przewód, nie posiadający samowzniętności, np. przez żarówkę, to jego skutek będzie ten sam, jak sprądu o napięciu $E$. A zatem żarówka, przysposobiona na sprąd o danem napięciu, nadaje się równie dobrze na rozprąd o takiem samem napięciu zastępczem. Podobnie też możemy wzorcować woltniki na rozprąd podług wskazań przyrządu z oporcem zagrzewczym, który uwzorcowaliśmy uprzednio sprądem.

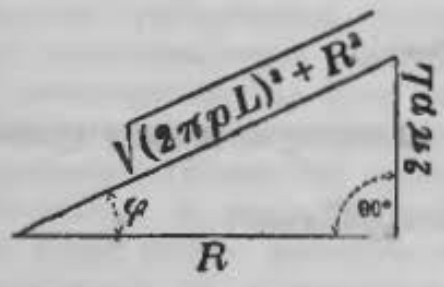
Gdy rozprądnica zasila lampki żarowe, lub inne przyrządy, nie podlegające samowzniętności, to do jej prądu możemy stosować **prawo Ohm'a** (p. str. 788): $E = JR$, podstawiając jednakże zamiast $E$, wzgl. $J$, zastępcze wartości napięcia, wzgl. wielkości prądu. W przewodach bez samowzniętności chwilowa wielkość prądu pozostaje w prostym stosunku do chwilowego napięcia, a więc dosięga ona jednocześnie z niem swej największości, wzgl. najmniejszości, i również jednocześnie z niem staje się zerem.

Gdy jednakże rozprąd przepływa przez obwód samowzniętny (np. przez rozprądniki, łukówki, przetworniki jałowo pracujące itp.), natenczas drgawka prądu przesuwa się (co do czasu) względem drgawki napięcia, czyli następuje **rozsuw fal.**

Jeżeli chwilowe wartości spółczesne napięcia, względnie wielkości prądu, oznaczymy przez $e$, wzgl. $i$, a przez $L$ spółczynnik samowzniętności danego obwodu (p. str. 795), to w danej chwili $t$ będzie:

$$e = L\frac{di}{dt} + iR\,.$$

Rys. 1211.




Gdy fale napięć i prądu są sinusoidalne i o częstotliwości $p$, natenczas między ich napięciem zastępczem $E$ i zastępczą wielkością prądu $J$ panuje związek, określający się wzorem:

$$J = \frac{E}{\sqrt{(2\pi pL)^2 + R^2}} = \frac{E}{R'}\,.$$

Wzór ten możemy niejako uważać za rozszerzenie prawa Ohm'a, jeżeli w niem zwykły opór $R$ przewodu zastąpimy przez opór pod-

niecony, t. j. przez wartość pierwiastka we wzorze powyższym, którą oznaczamy przez $R'$. W rys. 1211 przedstawiono sposób wykreślania tego **oporu podnieconego** $R'$ (impedance) z omicznego oporu $R$ obwodu i z jego **oporu wznieconego** (reactance), wyrażającego się wartością: $2\pi pL$. Jeżeli każdy z boków tego trójkąta pomnożymy przez wielkość $J$ prądu, to otrzymane iloczyny będą stratami napięcia, a mianowicie: $RJ$ stratą omiczną napięcia; $J(2\pi pL)$ przeciwnapięciem, jakie powstaje pod wpływem samowzniecania, a które zwiemy przeciwnapięciem samowznieconem; wreszcie $JR'$ będzie przeciwnapięciem podnieconem, które jest równe całkowitemu napięciu czynnemu. Jeżeli w wykresie (rys. 1211) kierunek prądu $J$ liczyć będziemy w kierunku i z dążnością $JR$, to przeciwnapięcie samowzniecone podąża o $90^0$ za prądem, a skierowana odwrotnie składowa napięcia, niezbędna na przemożenie tego przeciwnapięcia, będzie zatem przodowała prądowi o $90^0$, wreszcie całkowite napięcie czynne musi przodować prądowi o kąt $\varphi$, określony w wykresie kierunkiem wynikowej $R'$, albo też określony wzorem:

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{2\pi pL}{R}.$$

Ten kąt przodowania $\varphi$, t. j. przodowania napięcia przed prądem, odgrywa bardzo ważną rolę w technice rozprądów w ogóle. Stosunek $\frac{\varphi}{2\pi}$ jest, ściśle biorąc, stosunkiem okresu czasu, o jaki napięcie przoduje prądowi, do okresu czasu jednej całej drgawki. Gdy wartość kąta $\varphi$ stanie się odjemną, napięcie nie przoduje prądowi, lecz podąża za nim. Całe wywody powyższe stosują się ściśle tylko do sinusoidalnych przebiegów napięcia i prądu; w zastosowaniach technicznych jednakże przebiegi są zazwyczaj tylko przybliżenie sinusoidalne, mimo to obliczamy je podług tych samych zasad, które dają nam na ogół wyniki bardzo zgodne z rzeczywistymi. Jeżeli w dowolnej chwili $(t = \alpha)$, napięcie:

$$e = e_{max} \sin\alpha,$$

to, przy przodowaniu $(\varphi)$ napięcia prądowi, wielkość prądu w tejże samej chwili będzie:

$$i = i_{max} \sin(\alpha - \varphi),$$

a chwilowa moc prądu:

$$N' = ie = e_{max}\, i_{max} \cdot \sin\alpha \cdot \sin(\alpha - \varphi).$$

Średnia moc całej drgawki wyrazi się wzorem:

$$N = \frac{\int_0^{2\pi} N'\, d\alpha}{2\pi} = EJ\cos\varphi \text{ watów.}$$

Spółczynnik $\cos\varphi$ wzoru powyższego otrzymał nazwę **spółczynnika mocy** rozprądów.

Mierniki mocy, czyli watniki, wskazują bezpośrednio istotną moc rozprądu. Mnożąc natomiast przez siebie wskazania woltnika i am-

pernika, nie uwzględniamy rozsuwu fal napięcia i prądu i dlatego iloczyn ten przedstawi nam tylko **moc pozorną** $EJ$ prądu w woltamperach, czyli w watach, którą należałoby pomnożyć jeszcze przez $\cos\varphi$, aby otrzymać **moc rzeczywistą**. Wartość spółczynnika ($\cos\varphi$) mocy możemy zatem otrzymać, dzieląc wskazania watnika przez iloczyn wskazań ampernika i woltnika. Wartość ta ($\cos\varphi$) nawet dla rozprądów niesinusoidalnych nie może być nigdy większą od jednostki. I dla prądów niesinusoidalnych spółczynnik mocy, określony w sposób powyższy, jest zgodny z rzeczywistością, lecz dla takich prądów nie przedstawia on tożsamości z rzeczywistą wartością $\cos\varphi$ rozsuwu $\varphi$. Do określenia rozsuwu $\varphi$ służą też swoiste **wskaźniki rozsuwu**, polegające na pomiarze bezmocnej składowej prądu, t. j. jego wartości: $J\sin\varphi$.

Zagrzanie rozprądnic pozostaje w zależności nie od mocy rzeczywistej prądu, lecz od jego mocy pozornej, a jeżeli nadto rozprądnica pracuje na obwód samowznietny (rozprądniki, przetworniki, łukówki i t. p.), to przeciwnapięcie samowzniecone w takim obwodzie i powodowane nim prądy bezmocne, osłabiając wzbudzenie magnetyczne, powiększają straty napięcia. Te wszystkie okoliczności wypada uwzględnić przy określaniu silnika, napędzającego rozprądnicę, oceniając zawczasu spodziewany rozsuw fal. Wprawdzie niezbędna moc silnika napędnego pozostaje przybliżenie w prostym stosunku do rzeczywistej mocy prądu, a nie do jego mocy pozornej, lecz wskutek rozsuwu fal, stratność w rozprądnicy zwiększa się z powodów powyżej wyłuszczonych, czyli zmniejsza się jej sprawność $\eta$, co nie pozostaje bez wpływu na nieodzowną moc napędu rozprądnicy, określającą się wzorem:

$$N=\frac{EJ\cos\varphi}{736\,\eta}\,MK.$$

Weszło w zwyczaj, mianować moc rozprądnic i nadążnych rozprądników podług mocy, którą wyłonić mogą, pracując na sieć, pozbawioną samowznietności. Gdy zatem sieć podlega samowzniecaniu, wypada, albo dla danej rozprądnicy dobrać słabszy silnik napędny, albo, gdy oznaczoną jest moc pochłaniana przez sieć, dobrać rozprądnicę o większej mocy mianowanej.

Powyższe okoliczności skłoniły do rozróżniania mocy rozprądnic, podawanej na wypadek ich pracy w sieci niesamowznietnej, od mocy rzeczywistej, jaką wydają w sieci, podlegającej samowzniecaniu: pierwszy z tych rodzajów mocy oznaczamy w kilowoltamperach (KVA), drugi natomiast w kilowatach (KW).

Wartość spółczynnika mocy ($\cos\varphi$) sieci na rozprąd zależy od jej odbytu do przyrządów samowznietnych, zwłaszcza rozprądników, lecz wartość ta podlega zmianom, w zależności od zmieniającego się obciążenia rozprądników i t. p. Słabe obciążenie mocnego rozprądnika wpływa bardziej na zmniejszenie wartości $\cos\varphi$, aniżeli obciążenie tej samej wielkości, przezwyciężane przez rozprądnik słabszy, lecz pełno obciążony. Nadto wartość spółczynnika $\cos\varphi$ zmienia się, w zależności od chwilowego stosunku odbytu prądu na rozprądniki i odbytu na oświetlenie. W sieciach miejskich, o ile w nich względna ilość rozprądników nie jest nadzwyczaj wielka, wartość $\cos\varphi$ bywa średnio: 0,9 wieczorem, gdy wpływ oświetlenia przeważa, lecz

$\cos \varphi = 0{,}7$, a nawet mniejsze, za dnia, gdy prawie cały prąd wchłaniają w siebie rozprądniki.

Zagrzewanie się przewodów sieci, a również, jak już wspomniano, i nawojów samej rozprądnicy, pozostaje w prostym stosunku do pozornej mocy prądu, która znów wzrasta w stosunku kwadratu wielkości prądu ($E = J^2 R$). Straty od zagrzewania się przewodów, a więc straty od oporu sieci, wzrastają zatem w stosunku: $\frac{1}{\cos^2 \varphi}$, przy jednakowym odbycie mocy rzeczywistej.

Gdy rozprąd działa na pojemnik, a jest nim i zwykły kabel (p. str. 793), natenczas ów pojemnik staje się również przyczyną rozsuwu fal, lecz rozsuwu o dążności odwrotnej, względnie do wywoływanego przez samowzniecanie: Gdy w tej samej sieci mamy i pojemniki i przewody samowznietne, to wywołane przez nie rozsuwy znoszą się nawzajem częściowo, a w przypadku szczególnym mogłyby się nawet znieść zupełnie. Jeżeli rozprąd naprądnia wyłącznie pojemniki (np. kable o rozłączonych końcach), i jeżeli przewody są wolne od samowznietności, a ich opór omiczny tak mały, że go możemy zaniedbać, to fala prądu przesunie się względem fali napięcia o $90^0$, wartość $\cos \varphi$ stanie się zerem, czyli prąd będzie bezmocnym, a prąd ten oddziaływa wzbudzająco na rozprądnicę. Gdy pojemniki takie posiadają znaczną pojemność, np. gdy kable są bardzo długie, to wielkość tego prądu bezmocnego dosięga nieraz znacznych wartości, zwłaszcza przy wysokiem napięciu, a chwilowa wielkość takiego prądu określa się wzorem:

$$i = C \frac{de}{dt} 10^{-6} \text{ A},$$

w którym $C$ oznacza pojemność w mikrofaradach.

Zastępcza wielkość tego naprądu będzie:

$$J = 2 \pi p C E 10^{-6} \text{ A}.$$

We wzorze tym $p$ oznacza częstotliwość drgawek na sek., $E$ zaś napięcie zastępcze.

Przy należytym doborze wzajemnego ustosunkowania: pojemności $C$, spółczynnika $L$ samowznietności, wreszcie częstotliwości $p$ drgawek, można osięgnąć zupełne zjednoczenie fal, czyli wartość $\cos \varphi = 1$, a przy ustosunkowaniu odmiennem może w pewnych warunkach pojawić się **podskok napięcia** w pojemniku (zjawisko Ferranti'ego). Taki podskok napięcia, pojawiający się w pojemniku przy nagłem wyłączaniu prądu, zwłaszcza przechodzącego przez przewód o małym oporze, może dosięgnąć tak znacznych wartości, że spowoduje przebicie się prądu przez zosobnienie przewodów, przyrządów, a nawet samej rozprądnicy.

Oznaczając opór omiczny przez $R$, pozostałe zaś wielkości w sposób co dopiero podany, otrzymamy napięcie zastępcze:

$$E = J \sqrt{R^2 + \left(L 2 \pi p - \frac{1}{C 2 \pi p}\right)^2}, \quad \ldots \ldots \ldots \quad 1)$$

a napięcie w pojemniku:

$$V = J : C\,2\pi p \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \quad 2)$$

Z pierwszego ze wzorów powyższych widzimy, że się fale napięcia i wielkości prądu zjednoczą, t. j. że $\cos\varphi$ będzie $= 1$, gdy wartość pierwiastka stanie się równą $R$, a nastąpi to, gdy: $L\,2\pi p = 1 : C\,2\pi p$.

Zjawisko Ferranti'ego, t. j. podskok napięcia ponad napięcie zastępcze (które ze wzoru str. 834 określa się na: $E_0 = J\sqrt{R^2 + (2\pi p L)^2}$), staje się możliwem, gdy wartość pierwiastka we wzorze 1) stanie się większą od wartości pierwiastka we wzorze co dopiero podanym na $E_0$, czyli gdy:

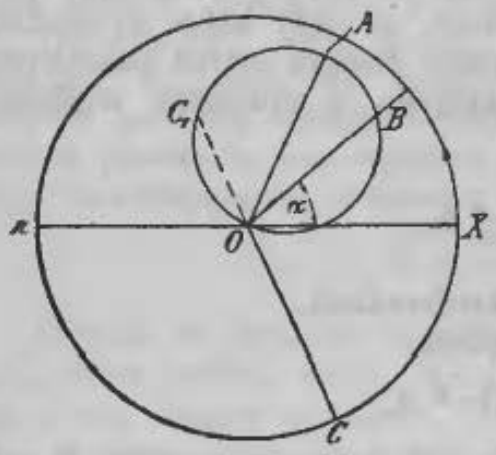
$$\left(L\,2\pi p - \frac{1}{C\,2\pi p}\right)^2 > (2\pi p L)^2, \text{ a więc gdy:}$$

$$(2\pi p)^2 (2\,C\,L) < 1.$$

## b. Wieloprądy (prądy wielofazowe).

**Sposób wykreślny.** W technice rozprądów, a więc i wieloprądów, do przedstawienia przebiegu fali napięć (względnie wielkości prądu) zamiast prostokątnego układu spółrzędnych (rys. 1210 i 1214) dogodniejszym będzie układ biegunowy (rys. 1212). Czas oznaczamy w nim kątem (np. $\alpha$) promienia wodzącego względem osi układu, licząc czas jednej drgawki za jeden pełny obrót promienia wodzącego, a więc jako równy $2\pi$. Chwilową wartość napięcia (względnie wielkości prądu), odcinamy na promieniu wodzącym od bieguna układu. Natenczas przebieg sinusoidalny przedstawi się obwodem koła, przechodzącym przez biegun układu. W rys. 1212 jest to mniejsze koło: jego średnica $OA$, przechodząca przez biegun, określa swą długością największość chwilowego napięcia, a swym kierunkiem, czyli kątem, jaki tworzy z osią $OX$ określa ona chwilę, w której pojawia się owa największa wartość napięcia. Gdy napięcie jest odjemne, odcinamy je nie na samym promieniu wodzącym, lecz na jego przedłużeniu po drugiej stronie bieguna, np. $OC_1$. Ponieważ czas do początku drgawki, wzgl. fazę, niekoniecznie liczyć musimy od chwili, w której napięcie jest zerem (wykresowa byłaby wtedy kołem stycznem do osi $OX$), albo od chwili, w której pojawia się największość napięcia (wykresowa byłaby natenczas kołem, którego środek leży na osi $OX$), lecz liczyć je możemy od chwili dowolnej, więc naogół wykresowa będzie kołem, przechodzącem przez biegun. Średnica tego koła, wychodząca z tegoż bieguna, czyli średnica główna, swą długością i swym kierunkiem określa nam dostatecznie cały przebieg, gdyż określa ona ściśle koło, jakie nad nią, jako średnicą, zatoczyć możemy. Dlatego też, przy wykreślnem składaniu przebiegów sinusoidalnych w takież przebiegi wynikowe, przedstawiamy je kresami o długości, położeniu i kierunku owych średnic głównych, które są wielkościami wektoro-

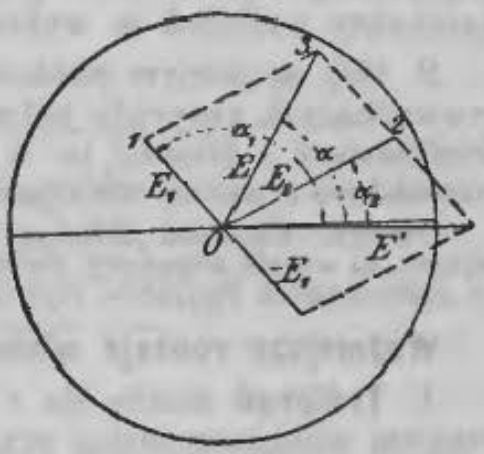
Rys. 1212.



wemi; składamy je zatem ze sobą jak wszelkie wektory, a więc w sposób zupełnie podobny, jak siły w statyce wykreślnej.

W rys. 1213 kąt $\alpha_1$ średnicy głównej $O1$, napięcia $E_1$, oznacza fazę przebiegu tego napięcia, czyli czas, w którym napięcie chwilowe tego przebiegu dochodzi do swej wartości największej. Podobnie kąt $\alpha_2$ oznacza fazę napięcia $E_2$, a obydwa napięcia $E_1$ i $E_2$ dają wynikową $E$, której wielkość określa nam kresa $O3$, fazę zaś jej kąt $\alpha$. Jeżeli w dwóch rozprądach **jednakowej częstotliwości** chwile pojawiania się największych wartości napięcia (względnie prądu) są te same, to dwa te prądy mają jednakowe fazy, a więc i jednakowe kąty $\alpha$. Gdy jednak jeden z tych prądów posiadać będzie fazę $\alpha_1$, drugi zaś fazę $\alpha_2$, natenczas prądy te będą co do fazy względem siebie przesunięte o kąt (czas): $\alpha_1 - \alpha_2$. Jeżeli np. złączymy dwie zwojnice posobnie za sobą w obwód i w jednej z nich wzniecać będziemy prąd o napięciu $E_1$ i fazie $\alpha_1$ (rys. 1213), w drugiej zaś prąd tejże samej częstotliwości, lecz o napięciu $E_2$ i fazie $\alpha_2$, to prąd wynikowy posiadać będzie napięcie $E$ i fazę $\alpha$. Ich wielkości otrzymamy przez złożenie napięć $E_1$ i $E_2$ we wynikową $E$ za pomocą równoległoboku ($O132$) napięć, podlegającego prawom równoległoboku sił; kierunkiem tej wynikowej określamy zarazem kąt $\alpha$, czyli fazę napięcia wynikowego. Jeżeli naodwrót chodzi nam nie o złożenie dwóch prądów składowych w jeden wynikowy, lecz o różnicę napięć, z jaką działać będą takie dwa prądy, np. na włączoną między ich przewody żarówkę, to napięcie $E_2$ jednego z prądów składamy z odjemną wartością $-E_1$ drugiego prądu, a wynikowa $E'$ swą wielkością i kierunkiem oznaczy nam szukaną różnicę napięć (p. rys. 1213).

Rys. 1213.




Jak już wspomnieliśmy, oznaczamy we wykresie poszczególne napięcia (wzgl. wielkości prądów) wielkością i położeniem średnic obwodów kołowych, przedstawiających przynależne przebiegi sinusoidalne, lecz średnic wychodzących z bieguna, określających zatem największe chwilowe wartości napięcia, wzgl. wielkości prądu. Obwodów, przedstawiających przebiegi sinusoidalne, zazwyczaj nie wkreślamy wcale, gdyż i bez nich same średnice określają ściśle cały przebieg. Zamiast tych średnic, przedstawiających największe wartości chwilowe, możemy też odcinać na tych samych kierunkach kresy, których długość odpowiadałaby wartościom zastępczym chwilowych napięć, wzgl. chwilowych wielkości prądu, i te wartości zastępcze składać ze sobą na zasadzie równoległoboku sił. Równoległoboku tego nie potrzebujemy jednakże wykreślać w całości, lecz możemy z poszczególnych tych wektorów składać odrazu całe wieloboki, na wzór wieloboków sił w statyce wykreślnej.

Opór omiczny $W'$ w przewodzie powoduje stratę napięcia $JW'$, którą możemy uważać ponickąd za napięcie prądochłonne, a więc odwrotnie skierowane, a spółfalowe z przebiegiem prądu, i możemy składać je z napięciami pozostałemi.

## Rozszerzenie praw Kichhoff'a na rozprądy jednakowej częstotliwości.

1. W każdym obwodzie, na który działają dowolne, przemienne napięcia prądotwórcze jednakowej częstotliwości, lecz o fazach dowolnie względem siebie przesuniętych, tworzą one, wraz z przeciwnapięciami, wywołanemi przez opory omiczne i opory wzniecone, zamknięty wielobok w wykresie biegunowym.

2. Gdy w jednym punkcie zbiega się dowolna ilość przewodów, prowadzących rozprądy jednakowej częstotliwości, lecz o dowolnych wielkościach i fazach, to w wykresie biegunowym wielkości tych rozprądów utworzą wielobok zamknięty.

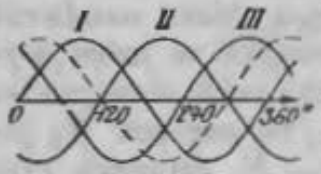
Uwaga. Kąty, pod jakimi się zbiegają przewody w danym punkcie, pozostają bez wpływu na wykres biegunowy, dla którego ważnymi są tylko kąty, przedstawiające fazy poszczególnych rozprądów, czyli ich przesuwy co do czasu.

## Ważniejsze rodzaje wieloprądów, t. j. rozprądów wielofazowych.

1. **Trójprąd** składa się z trzech rozprądów, których fazy są nawzajem względem siebie przesunięte o 120° (p. rys. 1214).

Fala II przoduje fali III o 120°, a podąża o tyleż za falą I.

Rys. 1214.

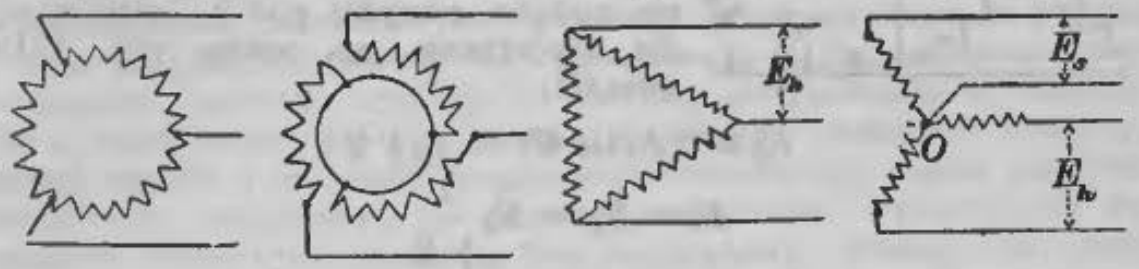



Jeżeli falę II odwrócimy, np. przez odwrotne połączenie przynależnych zwójek twornikowych, otrzymamy falę, przedstawioną w rys. 1214 linią przerywaną, a taka odwrócona fala przoduje fali I o 60°, i o tyleż podąża za falą III.

Gdybyśmy trzy prądy składowe trójprądu rozprowadzali w zupełnej wzajemnej niezależności, a więc bez wszelakiego ich skojarzenia, każdy z tych prądów wymagałby dwóch niezależnych przewodów, czyli ogółem potrzebowalibyśmy 6 takich przewodów. Możemy jednakże trzy te prądy skojarzyć ze sobą w ten sposób, że wszystkie trzy ich przewody powrotne zleją się niejako w jeden spólny **przewód obojętny**. Przez ten przewód wszystkie trzy prądy powracają łącznie do trójprądnicy, znosząc się nawzajem poczęści, a przy zupełnie jednakowym odbycie z trzech skojarzonych **przewodów skrajnych**, nawet zupełnie, o ile zaniedbamy **prądy pochodne**, powstające wskutek wzajemnego przenikania się fal owych trzech prądów. Trzy fale bowiem, przesunięte względem siebie o 120°, przenikając się nawzajem, mogą wytworzyć przedewszystkiem prąd pochodny o trzy razy większej częstotliwości, a nawet i dalsze prądy pochodne, jeszcze bardziej uczęstotliwione. Przewód obojętny musi odprowadzać wszystkie takie prądy pochodne. Często stosujemy odmienny układ na rozstawienie przyrządów oświetlających, a odmienny na rozprądniki: mianowicie wstawiamy pierwsze z nich między przewód obojętny, a poszczególne przewody skrajne, drugie zaś wyłącznie tylko w poszczególne pary przewodów skrajnych, albo też odwrotnie, przyczem je-

dnak zawsze należy się starać o możliwie jednakowe odbyty z poszczególnych przewodów skrajnych. Przewód obojętny nie jest wszakże nieodzowny i ponajczęściej obywamy się bez niego. Trzy poszczególne prądy trójprądu (lub wogóle prądy wieloprądów) możemy ze sobą kojarzyć w sposób dwojaki, a mianowicie: **poobwodowo** (rys. 1215), albo **dośrodkowo** (rys. 1216). Przy kojarzeniu poobwodowem zwójki twornika stanowią obwód w sobie zamknięty, z którego trzech punktów wyprowadzamy na zewnątrz trzy prądy skojarzone, w sposób wskazany w rys. 1215, w którym (podobnie jak i w trzech następnych) każda linia łamana w zakosy oznacza

Rys. 1215. Rys. 1216. Rys. 1217. Rys. 1218.




cały szereg zwójek tworníkowych tej samej fazy, złączonych ze sobą posobnie; zwójki faz niejednakowych łączą się ze sobą tylko w obwód twornikowy, który jest zarazem poniekąd przewodem kojarzącym. Przy kojarzeniu dośrodkowem (rys. 1216) obwód twornika nie jest sam w sobie zamknięty: z jednego końca szeregu posobnie złączonych zwójek każdej fazy wychodzi na zewnątrz przewód skrajny tejże fazy, podczas gdy drugi koniec szeregu zwójek tejże fazy łączy się dośrodkowo z takimiż końcami szeregów zwójek faz pozostałych, a to za pośrednictwem oddzielnych przewodów kojarzących, od których wychodzi też na zewnątrz przewód obojętny, o ile go wogóle stosujemy (p. rys. 1218). Dwa te układy kojarzenia, przedstawione w rys. 1215 i 1216, szkicujemy ponajczęściej w sposób uproszczony, wskazany w rys. 1217 i 1218, przedstawiając obwód twornika w postaci trójkąta, względnie gwiazdy trójpromiennej, z której środka może wychodzić ów przewód obojętny.

Jeżeli oznaczymy przez:

$E_s$ **napięcie zwójkowe**, t. j. napięcie między końcami szeregu zwójek tworníkowych tej samej fazy,

$E_h$ **napięoie międzyfazowe**, t. j. napięcie między dwoma przewodami skrajnymi, o różnych fazach,

$E_p$ **napięcie fazy**, t. j. napięcie między jednym z przewodów skrajnych a przewodem obojętnym, bądź to istniejącym w sieci, bądź też tylko pomyślanym (gdy sieć jest bez niego), to otrzymamy poniższe związki:

a) **w skojarzeniu poobwodowem:**

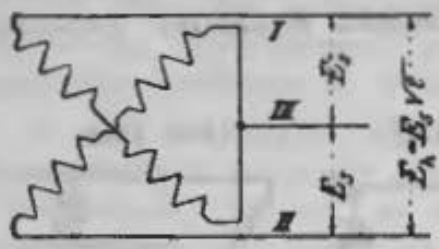
$$E_s = E_h = 2\,E_p \sin 60^0 = E_p \sqrt{3}\,,$$

b) **w skojarzeniu dośrodkowem:**

$$E_s = E_p = E_h \frac{1}{2 \sin 60^0} = E_h \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} .$$

2. **Dwuprąd** składa się z dwóch rozprądów, których fazy są nawzajem przesunięte o 90°. Prądy te możemy wyprowadzać z dwuprądnicy bez ich skojarzenia, a natenczas każdy z nich wymaga dwóch przewodów, czyli ogółem potrzebujemy czterech przewodów. Możemy jednak prądy te skojarzyć ze sobą, jednocząc obydwa ich przewody powrotne w spólny przewód obojętny, jak to przedstawiono w rys. 1219. Stosując oznaczenia podane powyżej pod 1., otrzymamy dla skojarzenia, np. podług rys. 1219, związki:

Rys. 1219.




$$E_h = 2 E_s \sin 45^0 = E_s \sqrt{2} ,$$

$$E_s = E_p = E_h \frac{1}{\sqrt{2}} .$$

Przyrządy oświetlające stawiamy zazwyczaj między przewodnik obojętny III a przewód skrajny I, wzgl. II. Przewodnik obojętny prowadzi natenczas prądy powrotne z obydwóch skrajnych przewodów skojarzonych, czyli prowadzi on prąd o wielkości $J\sqrt{2}$, jeżeli przez $J$ oznaczymy wielkość prądu w jednym z przewodów skrajnych. Przewód obojętny musi zatem być stosunkowo grubszy. Możemy jednak przyrządy oświetlające stawiać i między obydwa przewody skrajne, posiłkując się natenczas zazwyczaj przetwornikiem jednofazowym, a układ taki stosujemy zwłaszcza w przypadku, gdy sieć równocześnie zasila większą ilość dwuprądników, które przyłączamy do wszystkich trzech przewodów.

Podobnym do układu co dopiero opisanego jest układ, wychodzący dziś już z użycia, lecz dawniej szeroko stosowany w Ameryce północnej i znany tam pod nazwą „monocycle system“. Jest to układ poniekąd jednofazowy, o napięciu $E$, do którego dodano jednakże fazę pomocniczą, o napięciu $\frac{E}{2}\sqrt{3}$, a przesuniętą o 90° względem fazy głównej. Przyrządy oświetlenia działają jako jednofazowe; do prądników natomiast doprowadza się i faza pomocnicza, z pomocą której rozruch prądnika odbywa się w sposób podobny jak trójprądnika, dalszy bieg jego zaś może być albo trójprądnikowaty, albo też, po wyłączeniu fazy pomocniczej, prądnik iść może dalej jako zwykły jednoprądnik.

### c. Ustrój rozprądnic, t. j. jednoprądnic i wieloprądnic.

**Rozprądnice nizkonapięte** budujemy często w ustroju podobnym do sprądnic, t. j. z magneśnicą jako stałką, a z wirnikiem tworni-

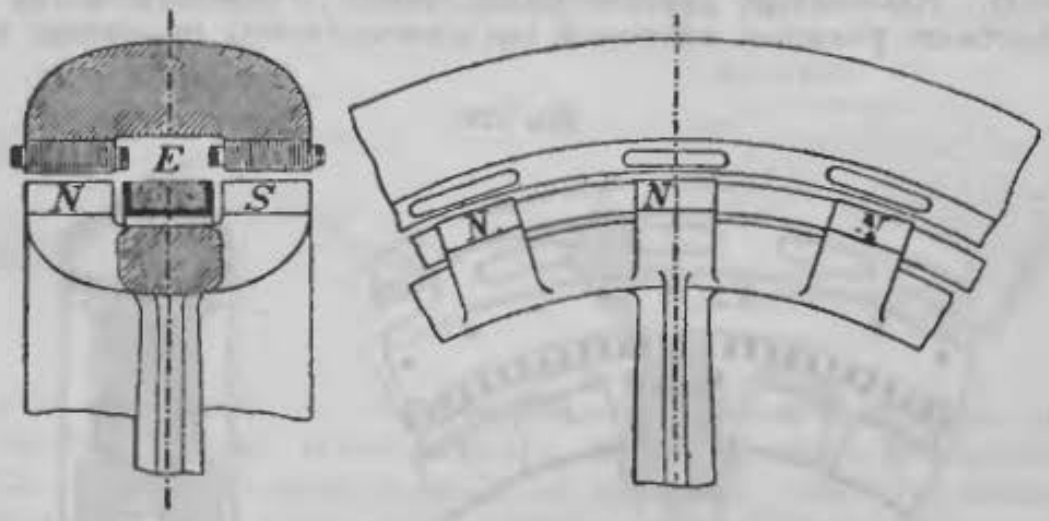
kowym. Przerządnik zastępujemy natenczas jednolitymi pierścieniami zdawnymi, dwoma dla jednoprądnic, a trzema dla trójprądnic.

**Rozprądnice wysokonapięte** natomiast miewają zazwyczaj ustrój odwrotny: stałką jest w nich twornik, wirnikiem zaś magneśnica. Taki ustrój zabezpiecza lepiej prawidłowe zosobnienie wysokonapiętych nawojów na tworniku nieruchomym i ułatwia odprowadzenie z niego wysokonapiętych rozprądów, nie wymagając na ten cel pośrednictwa zdaw i pierścieni zdawnych lub tym podobnych przyrządów ruchomych, które znajdują tu natomiast zastosowanie tylko do wprowadzenia nizkonapiętego sprądu w nawoje magneśnicy wirującej. Ustrój ten nadaje się jednak równie dobrze i do rozprądnic nizkiego napięcia. W rozprądnicach o osiach poziomych magneśnica wirująca leży prawie zawsze wśród stałki tworníkowej (rozprądnice o magneśnicach odśrodkowych), ponieważ ustrój odwrotny, t. j. o wirującej magneśnicy dośrodkowej przedstawia wielkie trudności przy wykonaniu, jednakże znajduje on niekiedy zastosowanie do rozprądnic o osiach pionowych (np. starsze rozprądnice elektrowni Niagara). Zaletą ustroju o wirującej magneśnicy dośrodkowej, wśród której leży twornik nieruchomy, jest możność otrzymania wielkich mas wirujących, które ujednostajniają bieg rozprądnicy. Dlatego też ustrój ten znajduje zastosowanie do rozprądnic nawet o osi poziomej, napędzanych silnikami o większej niejednostajności biegu, np. silnikami spalinowymi. O niezbędnej mocy silnika napędnego p. str. 836.

Rozprądnice ze stałką tworníkową, a magneśnicą wirującą, budujemy dwojakiego ustroju, mianowicie albo ustroju naprzeciwnobiegunowego, albo naprzemiannobiegunowego.

1) **Rozprądnica naprzeciwnobiegunowa** (rys. 1220) posiada magneśnicę wirującą, która stanowi w swej całości jeden tylko elektromagnes, wzbudzany jedną zwojnicą $E$, okalającą obwód całej magneś-

Rys. 1220.



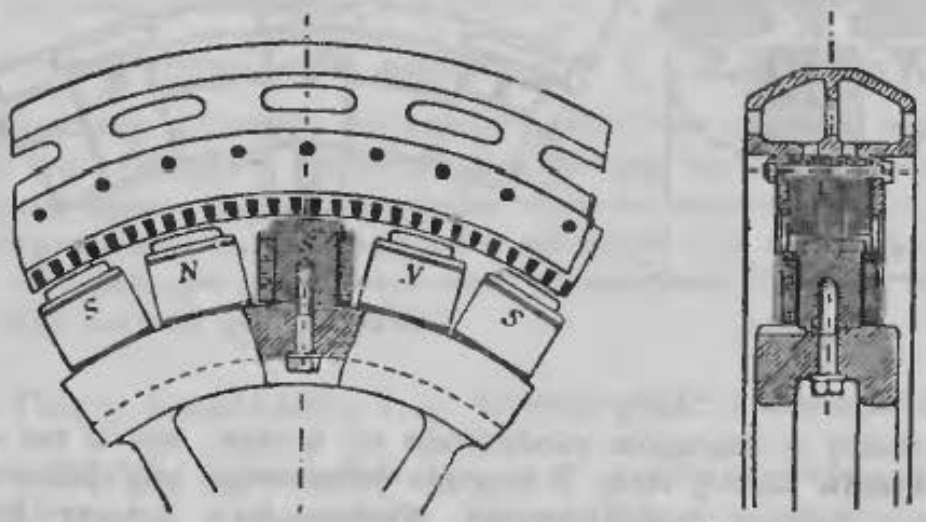

nicy. Każdy z biegunów rozdzielono na wieniec łbic w ten sposób, że **naprzeciw** każdej łbicy $N$ bieguna północnego leży jedna łbica $S$ z wieńca bieguna południowego. Powierzchnie czynne łbic leżą

w powierzchni walcowej (rys. 1220), a natenczas dąż magnetyczny z łbicy północnej ma kierunek popromienny odśrodkowy, wraca zaś do łbicy południowej popromiennie dośrodkowo; szlaki magnetyczne w tworniku muszą zatem zakrzywiać się o 180°. Można jednak czynne powierzchnie łbic ustawić w płaszczyznach prostopadłych do osi, wprost naprzeciw siebie tak, aby dąż magnetyczny przebiegał przez rdzenie zwójek tworníkowych po szlakach prostych, równoległych do osi; ustrój taki jest jednak bardziej złożony. Zwojnicę wzbudzającą możemy osadzić na samej magneśnicy wirującej, a natenczas obraca się ona wraz z magneśnicą, a sprąd wzbudzający musimy doprowadzać za pośrednictwem zdaw i pierścieni zdawnych. Możemy jednak ową zwojnicę wzbudzającą przytwierdzić do nieruchomego twornika, zamiast do magneśnicy wirującej: natenczas magneśnica wiruje luźno wśród owej ją okalającej zwojnicy, sprąd zaś wzbudzający możemy doprowadzać bez pośrednictwa ruchomych pierścieni zdawnych.

Dąż magnetyczny w tworniku posiada zawsze tę samą dążność kierunkową, t. j. od strony wieńca łbic północnych w stronę wieńca łbic południowych; rdzeń dowolnej zwójki twornika nie podlega zatem przemagnesowaniom, lecz dąż magnetyczny w nim dochodzi do swej największości w chwili, gdy dwie naprzeciwne łbice znajdą się nawprost niego, a spada prawie do zera, gdy środek odstępu międzyłbicowego nasunie się nawprost niego. Wyzyskujemy zatem tylko połowicznie wzbudzenie, jakie osiągamy w magneśnicy, a nadto rozprądnice takie wymagają wiele żelaza, są ciężkie i posiadają znaczny usmyk magnetyczny. Dlatego też ustrój ten znajduje mniej zastosowania do rozprądnic o wielkiej mocy, natomiast do rozprądnic mniejszych zaleca się on tak swą prostotą, jako też oszczędnością na prądzie wzbudzającym.

2) **Rozprądnica naprzemiannobiegunowa** (rys. 1221), o stałce tworníkowej a wirniku magneśnicowym, jest ustrojem najczęściej stosowanym. Konieczność doprowadzania sprądu wzbudzającego za pośrednictwem pierścieni zdawnych jest niedogodnością mniejszego zna-

Rys. 1221.

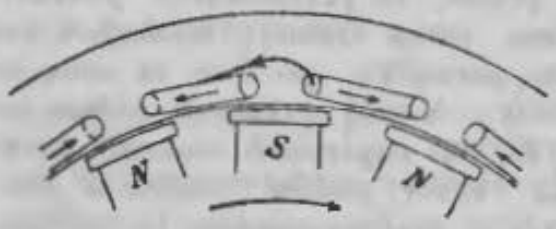


czenia wobec innych zalet tego ustroju. Na obwodzie magneśnicy stoją wieńcem, popromiennie skierowane pieńki z łbicami i nawojami wzbudzającymi, naprzemiany północne i południowe. Jeżeli pieńki te są stale osadzone na magneśnicy, to stałka twornikowa bywa poosiowo przesuwna, aby, po jej odsunięciu, mieć swobodny dostęp w celu naprawy nawojów tak twornikowych jak i wzbudzających. Jeżeli natomiast stałka twornikowa jest nieprzesuwna, to pieńki biegunowe należy osadzić na obwodzie magneśnicy w taki sposób, aby była możność wyjmowania w kierunku poosiowym każdego poszczególnego pieńka wraz z przynależną łbicą i zwojnicą. Natenczas dla naprawy poszczególnej zwojnicy wzbudzającej wyjmujemy ją wraz z pieńkiem i łbicą, a do naprawy uszkodzonej części nawoju twornikowego wyjmujemy kilka takich pieńków sąsiednich z przynależnościami, aby udostępnić sobie nawój twornikowy od strony wewnętrznej, pokręcając magneśnicę tak, aby szczerba, powstała przez wyjęcie pieńków, stawała nawprost tej części nawoju twornikowego, którą naprawiamy. Stałka twornikowa otrzymuje w stosownych miejscach otwory lub dziury nawskrośne, mające ułatwiać należyte przewietrzanie.

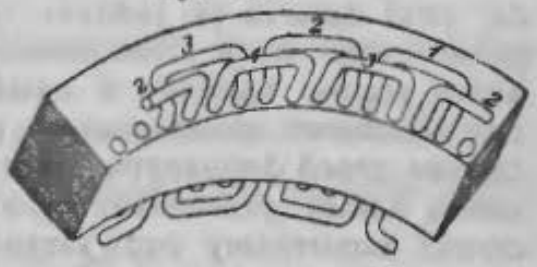
## Uzwojenie rozprądnic.

Tworniki na rozprąd są prawie zawsze dziurowane albo żłobkowane i otrzymują przeważnie nawój bębnowaty. W rys. 1222 przedstawiono najprostsze uzwojenie dziurowanego twornika na jednoprąd: na każdą **połówkę** zwójki przypada tu tylko jedno nawskrosie (dziura lub żłobek), a uzwojenie tego rodzaju zwiemy **dwuwskrośnem**, ponieważ na każdą zwójkę przypadają po dwa nawskrosia. Właściwszem jednak będzie uzwojenie wielowskrośne (przynajmniej czwór- lub sześciowskrośne), t. j. takie, w którem na każdą zwójkę, czyli na każdy biegun i na każdą fazę, mamy w tworniku po dwie lub więcej par nawskrosi, przez które przewlekamy druty danej zwójki. Taki układ zapewnia bowiem przebieg drgnięć, bardziej zbliżony do

Rys. 1222.




Rys. 1223.




sinusoidalnego, zmniejsza samowzniecenie, a zarazem i różnicę napięć między drutami przewleczonymi przez to samo nawskrosie; wreszcie zwiększenie ilości dziurek lub żłobków, podwyższa dźwięk, jaki wydawać może rozprądnica podczas biegu, czyli zapobiega ono jej buczeniu.

Rys. 1222 przedstawia uzwojenie dwuwskrośne twornika na jednoprąd, o **zwójkach przyleżnych**, t. j. przylegających do bocznych

powierzchni twornika. Kierunki prądów, wzniecanych w chwilowem położeniu magneśnicy podczas jej obrotu, oznaczonego w rysunku strzałką większą, wskazano strzałkami mniejszemi. Nadto wrysowano tu jeden drut międzyzwójkowy, mianowicie nad biegunem $S$, podczas gdy innych takich drutów nie wrysowano, by rysunek nie tracił na przejrzystości. (W rys. 1223 opuszczono również te druty międzyzwójkowe).

Uzwojenie o zwójkach przyleżnych jest wprawdzie możliwe i w trójprądnicach, do których jednakże zalecają się bardziej **zwójki odstajne**: naprzemiany płaskie i odgięte. W rys. 1223 przedstawiono właśnie takie uzwojenie, lecz tylko dwuwskrośne, aby się rysunek nie stał zbyt zawiłym, chociaż, jak już wspomniano, stosujemy zazwyczaj uzwojenia wielowskrośne, t. j. o wielu parach nawskrosi dla każdego bieguna i dla każdej fazy. W rys. oznaczono cyframi 1, 2 i 3 zwójki przynależne do poszczególnych faz: musimy zatem łączyć zawsze posobnie zwójkę płaską z drugą z rzędu zwójką odgiętą. W trójprądnicach ilość biegunów równa się $^2/_3$ ilości zwójek.

Jeżelibyśmy w rys. 1223 wszystkie zwójki płaskie złączyli posobnie ze sobą i to samo uczynili ze zwójkami odgiętemi, to otrzymalibyśmy uzwojenie czwórwskrośne **dwuprądnicy**, w której jednakże ilość biegunów musiałaby się równać połowie ilości zwójek.

**Wykonanie nawojów**. Twornik dziurowany, gdy na każdy biegun i fazę przypada po kilka par nawskrosi, posiada przedewszystkiem tę zaletę, że przebieg napięcia jest prawie ściśle sinusoidalny; nadto twornik dziurowany powoduje mniej szumu. Wykonanie nawoju na nim przedstawia jednak pewne trudności, jeżeli przez poszczególne dziury musimy przewlekać po kilka drutów, a to w celu otrzymania wyższego napięcia. Mimo te trudności tworniki dziurowane znajdują najszersze zastosowanie; często jednakże wycinamy na obwodzie aż do dziury szparę, która umożliwia nam, przewlekanie drutu przez dziurę zastąpić prostem jego wkładaniem. Twornik tego rodzaju, ściśle biorąc, przestaje być tworníkiem dziurowanym, a jest raczej żłobkowanym, o żłobkach spodem się rozszerzających.

Gdy twornik dziurowany ma otrzymać nawój z prętów, a w każdej swej dziurze po jednym tylko pręcie, to przesuwamy poszczególne pręty wraz z ich zosobnieniem przez dziury, wystające zaś końce prętów łączymy w należytym porządku, po dwa ze sobą za pośrednictwem dolutowanych pałąków. Nawój pręciany zaleca się zawsze przed drucianym, a przy wyższych napięciach możemy przez każdą dziurę przewlekać i po kilka takich prętów. Jeżeli w elektrowni zamierzamy podwyższać napięcie przetwornikami, to napięcia rozprądnic należałoby dobrać takie, aby nawoje ich tworników dały się jeszcze wykonać jako pręciane.

## d. Obliczanie rozprądnic.

W jedno- lub wieloprądnicy **ilość biegunów** $P$ określamy wzorem:

$$P = \frac{120\,p}{n},$$

w którym $p$ oznacza częstotliwość drgań na sekundę, $n$ zaś ilość obrotów wirnika na min. W magneśnicach naprzeciwnobiegunowych ich bieguny tworzą dwa wieńce, leżące nie w tej samej płaszczyznie prostopadłej do osi; w magneśnicach o biegunach naprzemiannych natomiast bieguny te tworzą jeden tylko wieniec, leżący w jednej płaszczyznie prostopadłej do osi wirowania.

Zastępcze napięcie prądotwórcze, wzniecane w jednym zwoju twornikowym, wyraża się w V wzorami:
w rozprądnicy naprzeciwnobiegunowej (rys. 1220):

$$E = 10^{-8} q_a B_a p k,$$
$$= 10^{-8} S_a p k;$$

a w rozprądnicy naprzemiannobiegunowej (rys. 1221):

$$E = 2 \cdot 10^{-8} S_a p k.$$

We wzorach tych oznacza:

$q_a B_a = S_a$ ilość magnetostek, przedążających wśród zwójki w najkorzystniejszem jej położeniu nawprost bieguna; czyli, gdy zwójka obejmuje obszar należyty, i gdy zaniedbamy usmyk magnetyczny, będzie to całkowita ilość magnetostek w dążu magnetycznym jednego bieguna;

$p$ (zazwyczaj = 50) częstotliwość drgań na sek; wreszcie

$k$ spółczynnik przebiegu drgnięcia, zależny od rodzaju przebiegu, posiadający wartość wahającą się w granicach od 1,9 do 2,8, a dla przebiegów sinusoidalnych będzie $k = 2{,}2$.

Jeżeli w każdej fazie łączymy posobnie $z$ zwójek za sobą, z których każda posiada $t$ zwojów, również posobnie za sobą idących, to całkowite, zastępcze napięcie prądotwórcze w każdej fazie będzie: $\Sigma E = 10^{-8} S_a p k z t$ V, w rozprądnicach naprzeciwnobiegunowych, a $\Sigma E = 2 \cdot 10^{-8} S_a p k z t$ V, w rozprądnicach naprzemiannobiegunowych.

Ponieważ w rozprądnicy naprzeciwnobiegunowej (podł. rys. 1220) mamy dwa wieńce zwójek, z których każdy zawiera po $\frac{P}{2}$ zwójek, więc będzie tu $z = 2\frac{P}{2} = P$. W rozprądnicy naprzemiannobiegunowej natomiast będzie $z = \frac{P}{2}$. Wprowadzając te wartości na $z$ we wzory powyższe, otrzymamy dla obydwóch tych ustrojów spólny wzór:

$$\Sigma E = 10^{-8} P t S_a p k \text{ V}.$$

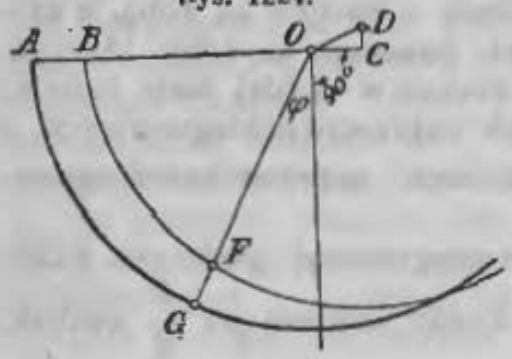
W uzwojeniu napierściennem ilość przewodów wznietnych jest dwa razy mniejsza, wypada zatem dla takiego uzwojenia prawe strony wzorów powyższych podzielić przez 2.

Proste sumowanie napięć prądotwórczych z poszczególnych zwojów daje wynik ścisły tylko w przypadku, gdy napięcie ma we wszystkich zwojach dokładnie tę samą fazę. A że warunku tego w rzeczywistości nie dopełniamy, zwłaszcza w twornikach wielowskroś-

nych, więc podane powyżej wartości $z$, ważne dla poszczególnego zwoju, należy odpowiednio zmniejszyć dla wzorów na całkowite napięcie prądotwórcze. Z tej też przyczyny zwójki w jednoprądnicach, jako względnie wązkie, nie wypełniają całego miejsca swobodnego na tworniku, które to miejsce we wieloprądnicach możemy zająć przez zwójki faz innych. Dlatego też takie wieloprądnice, przy jednakowej wadze, posiadają moc znacznie większą niż jednoprądnice. Do wieloprądnic o prądach nieskojarzonych stosują się również wzory powyższe, określają nam one jednak napięcie prądotwórcze poszczególnego prądu nieskojarzonego.

Względnie do napięcia prądotwórczego, przy danem wzbudzeniu magneśnicy rozprądnic, napięcie międzykrańcowe zmniejsza się pod wpływem następujących czynników: oporu omicznego w obwodzie wewnętrznym, prądów wichrzących, samowzniecania w zwojach twornikowych, wreszcie pod wpływem przeciwwzbudzania twornikowego, osłabiającego wzbudzenie biegunów, a występującego tem silniej, im większym będzie odbyt samowznietny rozprądnicy. Gdy rozsuw fal napięcia i prądu, t. j. kąt $\varphi$, pod wpływem takiego odbytu przybierze znaczniejszą wartość, czyli gdy cos $\varphi$ stanie się względnie małem, wpływ przeciwwzbudzania twornika osłabia napięcie bardzo znacznie. Dlatego też, projektując rozprądnice, które mają pracować łącznie i na oświetlenie i na rozprądniki, należy starać się wpływ ten wedle możności zmniejszyć.

Rys. 1224.




W rys. 1224 przedstawiamy wykres (podług Kapp'a), który wykazuje wpływ rozsuwu fal na napięcie międzykrańcowe, przy niezmiennej wielkości prądu wzbudzającego: Około dowolnego punktu $O$, jako środka, zataczamy koło promieniem $OA$, równającym się napięciu międzykrańcowemu podczas biegu jałowego. Poziomo z punktu $O$ odcinamy kresę $OC$, równą największej stracie napięcia od przeciwwzbudzania twornika, czyli dla $\varphi = 90^0$, a $\cos \varphi = 0$. Stan taki nastąpiłby przy skrótowaniu rozprądnicy. Z końca $C$ tej kresy odcinamy prostopadle do niej kresę $CD$, równą stracie napięcia od oporu omicznego i od prądów wichrzących. Około punktu $D$, jako środka, zataczamy koło promieniem $DB = OA$, a dla dowolnego kąta $\varphi$, na promieniu $OFG$ obydwa koła odcinają nam dwie kresy: $FG$ przedstawia stratę napięcia międzykrańcowego, $OF$ natomiast samo napięcie międzykrańcowe, a więc zmniejszone już o ową stratę.

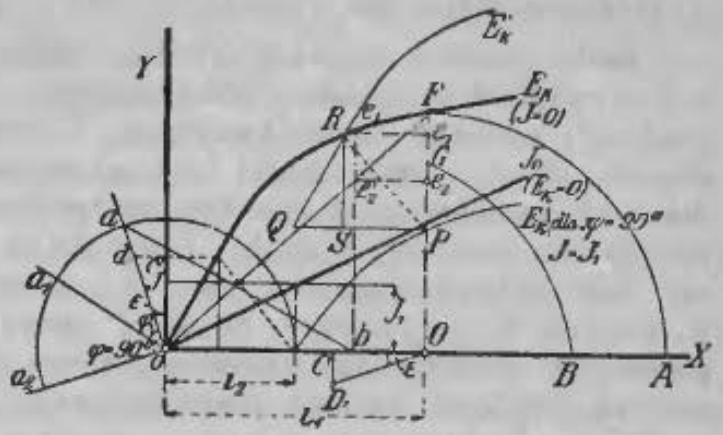
Obydwa te przypadki skrajne odbytu rozprądnicy, a mianowicie przy biegu jałowym i przy skrócie, dostarczają nam danych, znamionujących poniekąd samą rozprądnicę, a mianowicie dostarczają one wartości miarodajnych: $OA$ i $OC$ (rys. 1224).

**Znamienną biegu jałowego**, t. j. wykresową $oE_k$ w rys. 1225, otrzymamy, biorąc wielkości sprądu wzbudzającego za odcięte,

a przynależne napięcia międzykrańcowe rozprądu dla obwodu niezamkniętego za rzędne.

**Znamienną skrótową** $oJ_0$ (rys. 1225) otrzymamy, biorąc za odcięte podobnież wielkości sprądu wzbudzającego, a za rzędne przynależne wielkości rozprądu w skrócie. Rozumie się, iż w tym przypadku wielkości sprądu wzbudzającego będą względnie małe. Znamienna ta jest linią prostą.

Rys. 1225.




Potier i Fischer-Hinnen podali poniższy sposób wykreślenia straty napięcia $OC$ (rys. 1224) od przeciwwzbudzania twornikowego dla rozsuwu fal: $\varphi = 90^0$. Mierzymy napięcie międzykrańcowe $OP$ dla możliwie wielkiego sprądu wzbudzającego $oO = i_1$, przy możliwie jak największym rozprądzie bezmocnym $oJ = J_1$. Następnie pomierzamy sprąd wzbudzający $i_2$, niezbędny do wzniecenia rozprądu $J_1 = oJ$, a więc tej samej wielkości co poprzednio, lecz rozprądu nie bezmocnego, a przeprowadzonego przez skrót między kraficami rozprądnicy. Sprąd $i_2$ będzie zawsze znacznie mniejszy od $i_1$. Potem z punktu $P$ kreślimy poziomą $PQ = i_2$ i przesuwamy (najdogodniej posiłkując się kalką) znamienną $oE_k$ biegu jałowego równolegle do siebie tak, aby jej punkt $o$ padł na $Q$, a oś odciętych $oJ$ zlała się z $QP$. Znamienna ta $QE'_k$ przecina znamienną pierwotną $oE_k$ w punkcie $R$, z którego prowadzimy $RS \perp QP$, a kresa $RS$ przedstawi nam szukaną stratę napięcia $OC$ (p. rys. 1224 i 1225).

Opór $r_a$ twornika możemy pomierzyć bezpośrednio; kresa $CD$ ma jednak przedstawiać stratę od tego oporu, łącznie ze stratą od prądów wichrzących, a więc niejako stratę skutkiem oporu zastępczego $r = r_a + r_w$, jeśli przez $r_w$ oznaczymy zwiększenie oporu, mającego zastąpić wpływ prądów wichrzących. W celu określenia wartości całkowitego oporu zastępczego $r = OD$, mierzymy moc, jaką rozprądnica wchłania: raz gdy jej rozprąd o wielkości $J_1$ prowadzimy przez skrót, drugi raz w jej biegu jałowym z magneśnicą niewzbudzaną. Do tych pomiarów mocy wchłanianej służy prądnik wzorcowany, napędzający rozprądnicę. Jeżeli prądnik w pierwszym przypadku zużywa $w_1$ watów, w drugim zaś $w_2$, to różnica: $w_1 - w_2$ przedstawia nam moc, wchłoniętą na przeprowadzenie prądu $J_1$ przez przewód twornika i skrót; a zaniedbując opór tego skrótu, otrzymamy: $OD = \frac{w_1 - w_2}{J_1}$ woltów, wzgl. $r = \frac{w_1 - w_2}{J_1^2}$ omów. Ponajczęściej wartość $r_w$ waha się w granicach (0,8 do 1,0) $r_a$, a bez znacznego błędu możemy założyć $r_w = r_a$, czyli $r = 2\,r_a$. Błąd, wynikający

z takiego założenia, pozostaje bez dotkliwego wpływu na wynik, t. j. na wartość $OD$, ponieważ kąt $\varepsilon = COD$ bywa zazwyczaj mały, bo podług Arnold'a, średnio około $10^0$.

Znając wartość kąta $\varepsilon$, bądź to z doświadczenia powyżej opisanego, bądź też jako z góry założoną, możemy wykreślić spad napięcia dla dowolnego kąta rozsuwu $\varphi$, posiłkując się do tego znamienną biegu jałowego i znamienną skrótową. W rys. 1225 podano to wykreślenie tylko dla wartości $\varphi = 0$, a $J = J_1$.

Około punktu $o$, jako środka, zataczamy koło promieniem $i_2$, t. j. o wielkości sprądu wzbudzającego, niezbędnego na wzniecenie prądu $J_1$ podczas skrótu twornika. Z punktu $o$ kreślimy promienie: $oa$, $oa_1$, $oa_2$... pod kątami $(\varepsilon + \varphi)$ względem osi rzędnej $OY$, a to dla tych wartości $\varphi$, dla których przeprowadzamy wykreślenia, a więc np. $oa$ dla wartości $\varphi = 0$. Z punktu $a$ (wzgl. $a_1$, $a_2$...) zataczamy łuk koła promieniem $ab = i_1$, przecinający oś odciętych $oX$ w punkcie $b$, przyczem $i_1$ oznacza sprąd wzbudzający $oO$ dla napięcia $OF = OA$ biegu jałowego. Kresa $ob$ przedstawia nam *) wynikową wielkość sprądu wzbudzającego, natomiast rzędna $be'_1 = Oe_1 = e_1$ przynależne napięcie międzykrańcowe. Można jednak **) wkreślić prostą $oF$, która na rzędnej $be'_1$ wyznaczy punkt przecięcia $e'_2$, i uważać kresę $be'_2 = Oe_2 = e_2$ jako napięcie międzykrańcowe.

Pierwszy z wyników, t. j. $e_1$, bywa zazwyczaj większy, drugi zaś, t. j. $e_2$, zazwyczaj mniejszy od napięcia istotnie się pojawiającego, które będzie zatem posiadało ponajczęściej wartość pośrednią między $e_1$ i $e_2$. Tę wartość pośrednią, przybliżenie zgodną z rzeczywistą otrzymamy, zataczając w rys. 1225, podobnie jak to uczyniliśmy w rys. 1224, dwa koła promieniem $OF$, około punktów $O$ i $D$ jako środków. Drugie z tych kół, zatoczone około środka $D$, odcina nam na rzędnej $OF$ kresę $OG$, która przedstawia właśnie szukane napięcie międzykrańcowe dla rozprądu $J_1$, o rozsuwie $\varphi = 0$.

Jeżeli rozprąd $J_1$, na zasadzie którego wykreślaliśmy wartość $OC$, nie był wielkości normalnej, to wypada zmienić otrzymaną z wykresu wartość $OC$ w prostym stosunku z wielkości tych rozprądów.

Skrót w sprądnicy grozi zazwyczaj spaleniem jej nawoju, w rozprądnicy natomiast, nawet przy pełnem jej wzbudzaniu, bywa on na ogół mniej groźny; albowiem wraz z wielkością rozprądu wzniecanego wzrasta jego rozsuw $\varphi$, a to skutkiem skrótu; wzrasta zatem też bardzo znacznie i przeciwwzbudzanie twornikowe, które, osłabiając wzbudzenie magneśnicy, pozbawia wzniecany rozprąd dążności do bezgranicznego zwiększania swej wielkości. Mimo to dobrze będzie zwiększać ustrojowo spad napięcia w takich rozprądnicach, które, z powodu rodzaju swej pracy, podlegają częściej skrótom, a więc np. w rozprądnicach na wyrób węglika wapniowego (karbidu) i t. p.

---

*) Podług Rotert'a i Arnold'a, sposób składania usiłów magnetycznych.
**) Podług Behn-Eschenburg'a, sposób składania napięć prądotwórczych.

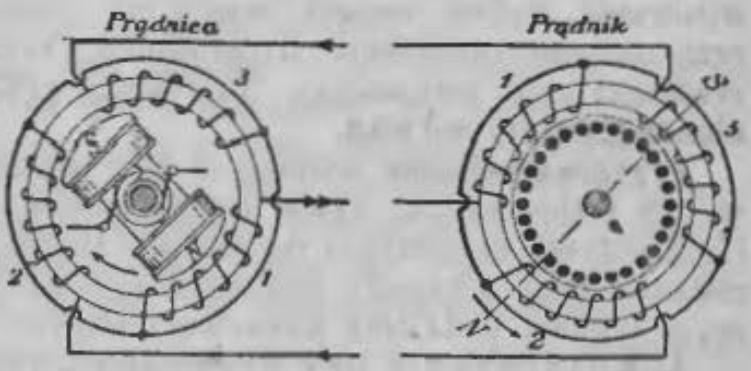
## e. Trójprądniki, oraz ich pole wirujące.

Gdy przez zwojnicę elektromagnesu przechodzi rozprąd, wzbudza on pole przemienne, t. j. pole, którego natężenie posiada przebieg podobny do przebiegu wielkości rozprądu. Dwa lub więcej takich elektromagnesów wytwarzają swą łączną działalnością pewne pole wynikowe, którego natężenie zmienia się w zależności od zmian natężenia w poszczególnych polach składowych. Jeżeli fazy rozprądów, wzbudzających poszczególne magnesy, będą nawzajem względem siebie przesunięte, to największości (wzgl. najmniejszości) natężeń w poszczególnych polach składowych pojawiać się będą niejednocześnie: przebieg natężenia w polu wynikowem musi z konieczności odzwierciedlić tę niejednoczesność. Jeżeli nadto osie poszczególnych elektromagnesów nie będą do siebie równoległe, lecz względem siebie pochylone, to natężenie pola wynikowego podczas każdej drgawki rozprądu będzie zmieniało nietylko swą wielkość, lecz i kierunek.

We wieloprądnikach należy dążyć do takiego układu magnesów, aby pole wynikowe posiadało natężenie możliwie niezmiennej wielkości, i aby kierunek jego wirował z możliwie jednostajną prędkością kątową, a pole takie zwiemy **polem wirującem**; możemy zaś je otrzymać zarówno z dwuprądu, trójprądu, jak i w ogóle z wieloprądów.

Rys. 1226 wyobraża elektryczny przesył pracy, a mianowicie: po lewej stronie prądnicę, po prawej zaś prądnik. Prądnica, przedstawiona w rys. 1226, jest trójprądnicą o dwubiegunowej magneśnicy wirującej i stałce twornikowej, której uzwojenie kojarzy się dośrodkowo, a skojarzenie to wrysowano na zewnątrz twornika, by nie zacieniniać rysunku. Gdybyśmy zamiast trójprądnika, przedstawionego po prawej stronie rysunku, ustawili trójprądnik z wirnikiem, podobnym do przedstawionego w trójprądnicy po stronie lewej, a więc również wzbudzanym przez sprąd obcy, to otrzymalibyśmy **trójprądnik nadążny**. Trójprąd, dochodzący do pierścieniowatej stałki takiego trójprądnika wzbudzałby w niej pole wirujące: w położeniu, przedstawionem w rys. 1226, rozprąd fazy 1 dochodzi właśnie do swej największości, pole wynikowe w trójprądniku będzie zatem chwilowo miało kierunek, wskazany linią $NS$ po prawej stronie rysunku. Magneśnica prądnika, wzbudzana prądem obcym, miałaby dążność ustawiania się w kierunku pola. A że pole to wiruje, więc magneśnica miałaby dążność podążania za niem z tą samą prędkością, a podążałaby w istocie, gdybyśmy ją

Rys. 1226.



rozruszyli, gdyż tego rodzaju trójprądniki nadążne nie rozruszają się samoczynnie.

Z powodu w końcu wspomnianej wady trójprądników nadążnych, a również z powodu potrzeby obcego sprądu do ich wzbudzania, trójprądniki te mniej znajdują zastosowania, albowiem **trójprądniki nienadążne** wad tych nie posiadają: rozruszają się one samoczynnie ze siłą dość znaczną, nie wymagają prądu obcego do wzbudzania, nie wymagają nawet wogóle doprowadzania jakiegobądź prądu do swego wirnika. Po prawej stronie rys. 1226 przedstawiamy taki trójprądnik najprostszego ustroju. Wirnik posiada rdzeń z cienkich blach żelaznych, a nawój z prętów równoległych do osi, oznaczonych w rys. kółkami zaczernionemi. Końce tych prętów, wystające poza rdzeń twornika, złączono po każdej jego stronie skrótowo za pośrednictwem pierścienia, przylutowanego do wszystkich końcy prętów tejże strony. Pole wirujące, wzbudzone w stałce przez trójprąd, wznieca wielkie prądy w tych prętach wirnika, które, pod wpływem elektromagnetycznego oddziaływania trójprądu stałki, napędzają rdzeń twornika, nadając mu ruch wirowy.

Gdyby wirnik wirował z taką samą prędkością kątową, jak wirujące pole magnetyczne, natenczas pole to nie mogłoby wzniecić żadnych prądów w nawoju wirnika. Do takiego wzniecenia prądów niezbędnem bowiem jest, aby poszczególne pręty wirnika przecinały kolejno dąż magnetyczny pola wirującego, czyli niezbędną będzie pewna względna prędkość kątowa pola wirującego względem wirnika. Wobec nieznacznego oporu omicznego w skrótowanych prętach twornika, owa względna prędkość kątowa, czyli różnica prędkości wirowania, będzie naogół względnie nieznaczna, dosięga bowiem, przy pełnem obciążeniu trójprądnika, zaledwie wartości 3 do 6% prędkości pola wirującego. Tę różnicę prędkości wirowania zwiemy **nienadążnością wirnika**.

**Przeciwwbudzanie** wirnika w tym ustroju, pod wpływem prądów w nim wzniecanych, bywa bardzo znaczne podczas jego rozruchu i oddziaływa osłabiająco na stałkę. Dlatego też przy wielkich tego rodzaju trójprądnikach niezbędne są oddzielne urządzenia rozruszne, a poniżej podajemy kilka ważniejszych takich ustrojów:

1. Rozruszanie bez urządzeń dodatkowych.

Najprostszem urządzeniem rozrusznem będzie **zwykły włącznik trójprądowy**, za pomocą którego, przestawiając jego rączkę, włączamy odrazu pełen trójprąd w nawoje magneśnicy trójprądnika, będącej zazwyczaj stałką (aczkolwiek i układ odwrotny jest możliwy). Takie nagłe wprowadzenie pełnego trójprądu w nawoje trójprądnika powoduje znaczne wahania napięcia w sieci, a również silne szarpania wirnika podczas jego rozruchu. Ustrój taki stosujemy zatem tylko do bardzo małych trójprądników, a i w nich nawet staramy się złagodzić wadliwości ich rozruchu, stosując nawój twornika o większym oporze, nie bacząc na zmniejszenie się skutkiem tego sprawności.

2) Oporniki rozruszne.

α) Opornik stawiamy w przewody prowadzące trójprąd do magneśnicy, w której wzbudzamy zatem w samym początku rozruchu pole

względnie słabe. W ten sposób unikamy wprawdzie wadliwości powyżej opisanej, otrzymujemy natomiast względnie małą siłę rozruszną; dla tego też trójprądniki z takiem urządzeniem mało znajdują zastosowania, jako niezdolne do rozruchu pod pełnem obciążeniem. Skutek podobny możemy otrzymać i przez zastosowanie przetworników trójprądowych, które znajdują dość szerokie zastosowanie do większych nawet trójprądników, rozruszanych jałowo, albo pod obciążeniem zwolna tylko wzrastającem, a więc do napędzających np. pompy odśrodkowe, przewietrzniki i t. p. Nawój przetwornika składa się z szeregu działek, które włączamy stopniowo posobnie, zwiększając w ten sposób stopniowo napięcie trójprądu aż do pełnej jego wysokości. Przyrządy rozruszne powyżej wspomniane umożliwiają rozruszenie trójprądnika zdala, np. ze samej elektrowni, nie wymagając w tym celu przewodów dodatkowych.

$\beta$) Opornik rozruszny włączamy w obwód nawoju twornikowego, a natenczas rozruch silnika następuje przy względnie znacznym oporze, który zmniejszamy stopniowo, w miarę jak wirnik nabiera prędkości. Moment rozruszny jest tu dość znaczny, tak że trójprądnik rusza z łatwością pod pełnem obciążeniem; w miarę zwiększającej się prędkości, moment obrotczy wprawdzie słabnie, lecz możemy zwiększać go ponownie, przez dalsze, stopniowe zmniejszanie oporu obwodu.

3) Przerządniki w obwodzie magneśnicy.

Uzwojenie magneśnicy posiada taki układ, że za pomocą oddzielnego przerządnika możemy kojarzyć zwójki trzech jej faz w sposób dwojaki: raz poobwodowo, drugi raz dośrodkowo. W ten sposób możemy otrzymać dwa odmienne napięcia o wzajemnym stosunku $\sqrt{3}$ (por. str. 841), a do rozruchu stosujemy mniejsze z tych napięć.

4) Przerządnik w obwodzie twornika.

$\alpha$) **Uzwojenie twornika jest dwoiste** w ten sposób, że twornik posiada dwa nawzajem **od siebie niezależne** uzwojenia, z których jedno, o wielkim oporze, jest stale w sobie zamknięte i działa samo podczas rozruszania, nie przerywając swej czynności i podczas pełnego biegu; drugie uzwojenie natomiast, posiadające mały opór, pozostaje w sobie niezamknięte podczas rozruchu, a zamyka się skrótowo dopiero, gdy wirnik nabierze już znaczniejszej prędkości.

$\beta$) **Przełączne uzwojenie twornika** składa się z dwóch obwodów, które łączymy ze sobą **posobnie** w sposób dwojaki: podczas rozruchu tak, aby uzwojenie rozruszne przeciwdziałało uzwojeniu głównemu; na pełny bieg natomiast odwracamy kierunkowość przyłączenia wzajemnego tych dwóch uzwojeń, czyli łączymy uzwojenie rozruszne również posobnie z uzwojeniem głównem, lecz w taki sposób, aby obydwa te uzwojenia spółdziałały sobie w napędzie wirnika. Tak przełączone uzwojenia nie przeciwdziałają sobie, a więc nie działają różnicą swych momentów obrotczych, jak podczas rozruchu, lecz ich sumą, czyli pomagają one sobie nawzajem w napędzaniu wirnika. W ten sposób możemy rozruszać trójprądniki do 10 *MK*, nawet pełno obciążone, a przynajmniej pod obciążeniem 75% pełnego; większe trójprądniki natomiast wypada rozruszać pod obcią-

żeniem względnie mniejszem, aby uniknąć podskoków napięcia. Urządzenie takie działa prawie równie dobrze, jak przerządnik w obwodzie twornika, a nadaje się ono nawet do trójprądników o 80 do 100 *M* z warunkiem, aby ich rozruch odbywał się bez obciążenia.

Spółczynnik ($\cos \varphi$) mocy trójprądników nienadążnych bywa przy pełnem obciążeniu rzadko większy od 0,9, a podczas biegu jałowego wartość jego spada na 0,3 do 0,2. Dlatego też trójprądniki takie oddziaływają znacznie na rozsuw fal napięcia i prądu w sieci, która je zasila. Gdy zatem w przypadkach szczególnych zależy na uniknięciu takiego rozsuwu, trzeba trójprądniki nienadążne zastąpić nadążnymi, które można budować na wartość $\cos \varphi = 1$, które jednakże posiadają w zamian liczne niedogodności, jako to: zupełne zatrzymywanie się wrazie przeciążenia, możność rozruchu tylko bez obciążenia, konieczność dodatkowego ich zasilania sprądem obcym, wreszcie niezbędność złożonych przyrządów rozrusznych.

Dążność (kierunek) obrotu pola wirującego zmieniamy w trójprądniku, zamieniając dwie z trzech faz nawzajem ze sobą, a uskuteczniamy to za pośrednictwem stosownego przełącznika. Przez taką zmianę dążności wirowania pola zmienia się samoczynnie i dążność obrotu wirnika w silnikach nienadążnych.

**O dozwolonem zagrzewaniu się, sprawdzaniu działania i sprawności** rozprądnic i rozprądników por. odnośne prawidła Związku Elektrotechników niemieckich (dołączone w oddzielnym zeszycie do tomu II Technika).

---

# IV. PRZETWORNICE I PRZETWORNIKI.

## 1. Przetwornice.

Przetwornica, której zadaniem jest przetworzyć dany prąd lub pewną jego część na **sprąd** odmiennego napięcia, składa się zazwyczaj z prądnika, napędzanego danym prądem i ze sprądnicy otrzymującej swój napęd od owego prądnika, a wytwarzającej sprąd pożądanego napięcia. Ponajczęściej osie prądnika i sprądnicy są ze sobą bezpośrednio sprzęgnięte sprzęgłem, albo też nawet osadzamy obydwa tworniki na spólnej osi, kształtując w ten sposób całą przetwornicę na jeden przyrząd nierozdzielny. Tego rodzaju przetwornice zwiemy **dwutwornikowemi**. Jeżeli natomiast dwa te tworniki złączymy w jeden, w którym się dany sprąd lub rozprąd przetwarza na sprąd pożądanego napięcia, otrzymamy przetwornicę **jednotwornikową**.

W przypadku, gdy mamy ze sieci sprądowej o danem napięciu otrzymać sprąd napięcia zmniejszonego, zaleca się **przetwornica niedochłonna, t. j. o sprądniku** takim, który pochłania tylko różnicę napięcia pierwotnego i przetworzonego. Sprądnik i sieć nizkiego napięcia łączą się posobnie z krańcami sprądnicy pierwotnej, sama zaś sieć nizkiego napięcia przyłącza się nadto swymi końcami do krańców sprądnicy przetworniczej.

## 2. Przetworniki *).

Przetwornik, którego zadaniem jest przetworzenie danego **rozprądu** (jedno- albo wieloprądu) na rozprąd niższego lub wyższego napięcia, składa się z uzwojenia pierwotnego, z uzwojenia wtórnego i ze spólnego dla obydwóch rdzenia żelaznego. Rdzeń ten bywa zazwyczaj nie jednolity, lecz cząstkowany, a to w celu uniknięcia prądów wichrzących. Składamy go zazwyczaj z blach 0,35 do 0,5 mm grubych, porozdzielanych nawzajem od siebie warstewkami zosobniającemi, a nadajemy mu taki ustrój, aby opór magnetyczny w obwodach szlaków był możliwie jak najmniejszy. Odstępujemy jednakże poniekąd od tej zasady, stosując rdzenie rozjemne, a to w celu możności nakładania na nie gotowych zwojnic. Wynikająca z tej rozjemności konieczność styku na złączach części rdzenia zwiększa nieco opór magnetyczny, a pod tym względem zetknia prosta, aczkolwiek dogodniejsza w ustroju, bywa mniej korzystna od zetkni na zakładkę. Zetknia taka znajduje też prawie wyłączne zastosowanie w przetwornikach garnkowatych, posiadających naogół mniejszy opór magnetyczny, albowiem wobec tego, względnie niewielkiego oporu, opór zetkni prostej pogarszałby już dotkliwie przenikalność magnetyczną całego obwodu.

Pod względem ustroju rozróżniamy dwa rodzaje przetworników, a mianowicie **garnkowate i jarzmowate**, które różnią się nawzajem od siebie tylko kształtem zewnętrznej części, stanowiącej połączenie magnetyczne między obydwu biegunami rdzenia właściwego, czyli pieńka. W przetworniku jarzmowatym pieniek wraz ze swem połączeniem ma postać podobną do jarzma dwoistego, w przetworniku garnkowatym natomiast postać części stanowiącej połączenie, zbliża się raczej do garnka z pokrywą, w którym sterczy w pośrodku pieniek, łączący dno garnka z pokrywą. Aby wedle możności zmniejszyć długość pieńka, a więc w celu skrócenia obwodu magnetycznego, stosujemy, zwłaszcza w przetwornikach garnkowatych, zwojnice poosiowo możliwie krótkie, a natomiast szersze.

Wieloprąd możemy przetwarzać zasadniczo w sposób dwojaki: Stawiamy w obwód każdej fazy po jednym przetworniku zwykłym, a otrzymane fazy wtórne kojarzymy ponownie ze sobą. Zamiast tego możemy też stosować swoiste przetworniki wieloprądowe, których rdzenie kojarzą się nawzajem ze sobą w sposób właściwy. Zwłaszcza na przetworniki większe stosujemy dogodniej pierwszy z powyżej wspomnianych ustrojów, jako w zasadzie prostszy, a zapewniający nadto w razie uszkodzenia jednej z faz, możność pracowania pozostałemi.

**Napięcie prądotwórcze** $E$ przetwornika wyrażamy w woltach, dla sinusoidalnego przebiegu prądu, wzorem:

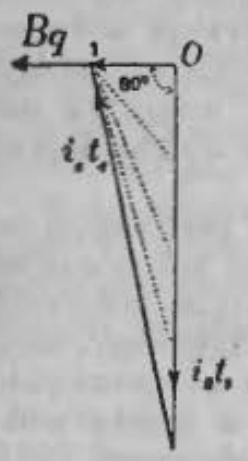
$$E = \frac{2\pi}{\sqrt{2}} \frac{1}{10^8} B q t p,$$

*) G. Kapp, Transformatoren für Wechselstrom und Drehstrom; Berlin u J. Springer'a.

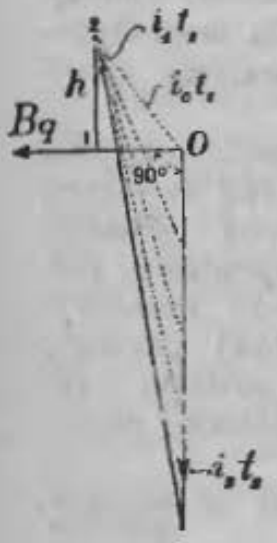
w którym $t$ oznacza ilość zwojów w uzwojeniu pierwotnem, względnie we wtórnem, zależnie od tego, które z tych napięć wzór ma określić; pozostałe zaś oznaczenia wzoru powyższego są te same, jakie podaliśmy na str. 847. Wzbudzenie, wywołujące dąż magnetyczny $Bq$, jest wynikiem dwóch wzbudzeń, t. j. wzbudzenia od prądu pierwotnego i od prądu wtórnego. Dwa te wzbudzenia są nawzajem względem siebie rozsunięte prawie o 180° przy pełnym wyłonie przetwornika, a o przeszło 90° nawet podczas pracy jałowej. Dwie ilości amperozwojów, wiodących rozprądy (względem siebie przesunięte), składamy ze sobą podług wskazówek, podanych na str. 838 i nast.

Jeżeli zaniedbamy uporność żelaza i usmyk magnetyczny, oraz jeżeli fale napięcia i wielkości prądu wtórnego będą nierozsunięte, to możemy przedstawić przebieg przetwarzania w sposób podany w rys. 1227, w którym $i_1$ oznacza wielkość prądu pierwotnego, $i_2$ zaś wtórnego, przy pełnym wyłonie, a $t_1$ ilość zwojów pierwotnych, $t_2$ wtórnych. Napięcie prądotwórcze, co do swej fali, jest o 90° przesunięte względem pola wzbudzonego. A ponieważ założyliśmy nadto, że wielkość prądu wtórnego zlewa się swą falą z falą napięcia wtórnego, czyli wznieconego przez pole, więc w wykresie musi być $i_2$, a zatem też $t_2 i_2$, prostopadłe do dążu magnetycznego $Bq$. Znając w ten sposób obydwa kierunki $Bq$ i $t_2 i_2$, składamy ze sobą, na zasadzie równoległoboku sił, znane co do swej wielkości amperozwoje $t_2 i_2$ i $t_1 i_1$, z uwzględnieniem tak ich wielkości jak i kierunku. Ich wynikowa $O1$ starczy do oznaczenia wzbudzenia $B$, które, a więc i wartość $Bq$, bez względu na odbyt. pozostaje niezmienne, dopóki nie zmienimy międzykrańcowego napięcia pierwotnego. Linie kropkowane w rys. 1227 przedstawiają zatem ilość amperozwojów rozprądu pierwotnego, przynależną do poszczególnych wyłonów $i_2$, odciętych z $O$ na $i_2 t_2$, lecz w postaci amperozwojów. Wielkość $O1$, jako przynależna do wartości $t_2 i_2 = 0$, przedstawia zatem ilość amperozwojów pierwotnych podczas pracy jałowej.

Rys. 1227.




Rys. 1228.




Wskutek uporności żelaza fala jego wzbudzenia przesuwa się, względnie do natężenia pola, a uwzględniając tę uporność, otrzymamy wykres przedstawiony w rys. 1228. Wynikową ilość amperozwojów $O2$ możemy rozłożyć na dwie składowe, z których $O1$ wzbudza pole, druga zaś, (t. j. $h = 1 - 2$), przezwycięża uporność magnetyczną żelaza. Wymiarkę, w której mierzyć mamy uporność $h$, należy tak dobrać, aby stosunek $h : i_2 t_2$ był równy stratności przetwornika od uporności przy pełnym wyłonie, t. j. równy stosunkowi mocy straconej wskutek uporności i całkowitej mocy, wydawa-

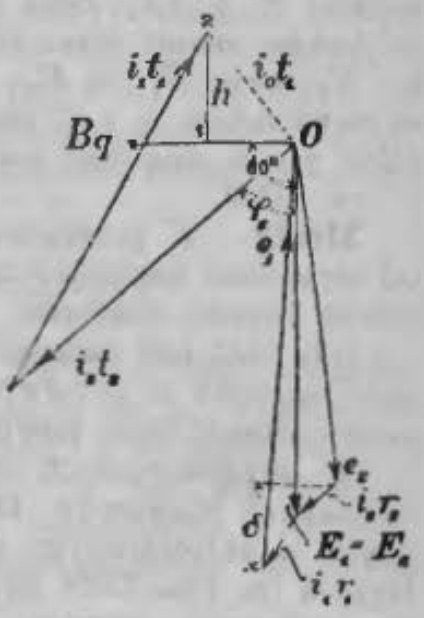
nej przez przetwornik, przyczem moce te najdogodniej wyrażać w watach.

Przy zaniedbaniu usmyku magnetycznego ważnem jest prawo: Napięcia prądotwórcze w uzwojeniu pierwotnem i wtórnem stoją do siebie w prostym stosunku ilości zwojów w tychże uzwojeniach, czyli

$$E_1 : E_2 = t_1 : t_2 .$$

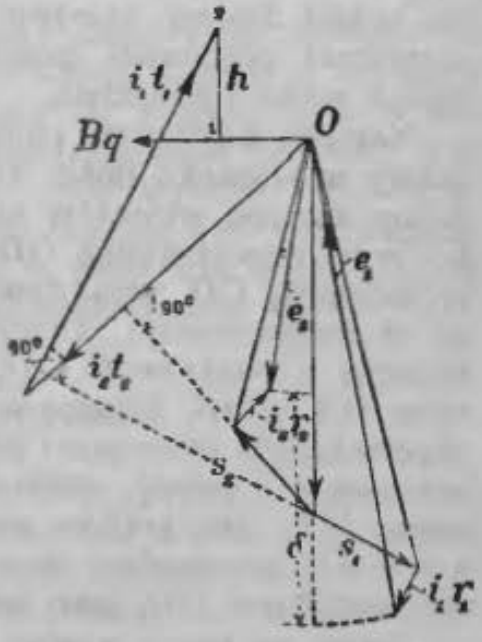
Gdy się fale prądu wtórnego i jego napięcia prądotwórczego ze siebie rozsuną o kąt $\varphi_2$, natenczas do określenia wzajemnych stosunków posłuży nam wykres przedstawiony w rys. 1229. Wbrew dotychczasowym znakowaniom, oznaczać obecnie będziemy przez: $E_1$, $E_2$ napięcia prądotwórcze; $e_1$, $e_2$ napięcia międzykrańcowe; $r_1$, $r_2$ opory omiczne; a wszystkie te wartości liczone dla **jednego** tylko zwoju pierwotnego, wzgl. wtórnego. Natenczas $E_1 = E_2$, gdyż napięcia prądotwórcze w poszczególnym zwoju pierwotnym i wtórnym muszą być sobie równe i posiadać jednakowy kierunek i dążność, albowiem powstają one obydwa pod wpływem zmian jednego i tego samego pola magnetycznego. Część wykresu: $i_1 t_1$, $i_2 t_2$, $O1$, $h$, $i_0 t_1$ jest zgodna z rys. 1228, z tą jedynie różnicą, że kresę $i_2 t_2$ odcinamy nie na pionie, lecz na pochyłej, odpowiadającej kątowi rozsuwu $\varphi_2$.

Rys. 1229.




Pierwotne napięcie międzykrańcowe $e_1$ musi przezwyciężyć dwa napięcia, t.j. prądotwórcze $E_1$ i napięcie $i_1 r_1$, pochłaniane przez opór $r_1$, a posiadające falę spółczesną z prądem $i_1$; w wykresie będzie zatem $i_1 r_1 \parallel i_1 t_1$. Trzy te napięcia: $e_1$, $i_1 r_1$, oraz $E_1$ muszą tworzyć w wykresie trójbok zamknięty. Podobnie i dla prądu wtórnego otrzymamy trójbok zamknięty z napięć: $E_2 (= E_1)$, $i_2 r_2$ ( $\parallel i_2 t_2$), oraz $e_2$.

Rys. 1230.




Wymiarka na amperozwoje: $i_1 t_1$, $i_2 t_2$, $i_0 t_1$, $h$ i $O1$ (w górnej części rys. 1229) może być inna niż wymiarka napięć (dolna część tegoż rys.), lecz kresy $i_1 r_1$ oraz $i_2 r_2$, musimy odciąć w wymiarce napięć. Zataczając około $O$, jako środka, łuk koła promieniem $e_2$, odetniemy na $e_1$ różnicę $e_1 - e_2 = \delta$, czyli stratę napięcia w przetworniku: w dobrych ustrojach prądochłonne napięcia $i_1 r_1$, wzgl. $i_2 r_2$, bywają tylko 0,5 do 1,5% międzykrańcowego napięcia pierwotnego, wzgl. wtórnego.

W rys. 1229 nie uwzględniono jeszcze dwóch czynników, a mianowicie usmyku magnetycznego i samowznietu. Usmyk magnetyczny przyczynia się bardzo do zwiększenia stratności napięcia (5 do 10%), zwłaszcza przy wyłonie samowznietnym, lecz nie da się on uniknąć.

W rys. 1230 przedstawiono dodatkowy wpływ samowznietu: pierwotnego $s_1$ i wtórnego $s_2$. Ponieważ napięcie samowznietne musi być o 90° przesunięte względem prądu, który je wznieca, więc będzie: $s_1 \perp i_1 r_1$, oraz $s_2 \perp i_2 r_2$. W wykresie zamiast poprzednich trójboków mamy teraz czworoboki zamknięte, a mianowicie: $e_1$, $i_1 r_1$, $s_1$, $E_1$, oraz $E_2$ $(= E_1)$, $s_2$, $i_2 r_2$, $e_2$. Dotkliwy wpływ znaczniejszych samowznietów $s_1$ i $s_2$ na stratę napięcia uwydatnia się jasno w rys. 1230 przez znaczne zwiększenie straty $\delta$, wzgl. do takiejże straty z rys. 1229.

**Straty.** W przetwornikach wypada rozróżniać stratność mocy od stratności napięcia: dwie te wartości bowiem różnią się od siebie nieraz bardzo znacznie.

Gdy sieć jest samomiarkowna, a pozbawiona samowznietu, stratność napięcia w przetworniku nie powinnaby przekraczać 2%. Samowznietność sieci powoduje znaczne zwiększenie tej stratności.

W przetwornikach istniejących możemy stratność napięcia dla rozmaitych rozsuwów fal i wyłonów określić ze znanej wielkości prądu w skrótowanym nawoju wtórnym, posiłkując się wykresem Kapp'a (p. rys. 1224 str. 848): W skrót nawoju wtórnego włączamy ampernik, poczem zwiększamy stopniowo napięcie pierwotne tak długo, dopóki ampernik nie wskaże nam pełnej wielkości prądu, na jaki zbudowano przetwornik. Niezbędne do tego napięcie pierwotne będzie drobną zaledwie cząstką tego, jakiem przetwornik ma zazwyczaj pracować: praca elektryczna, zużyta na doświadczenie, będzie zatem nieznaczna.

Napięcie pierwotne, pomierzone podczas doświadczenia, zmniejszamy w stosunku ilości zwojów wtórnych i pierwotnych, a otrzymamy napięcie wtórne w nawoju skrótowanym, które odcinamy jako przeciwprostokątnię $OD$ (rys. 1224), dostawiając do niej przyprostokątnię $CD$, przedstawiającą stratę napięcia od oporu omicznego w tymże nawoju. Otrzymawszy w ten sposób trójkąt $ODC$, zataczamy z punktów $O$ i $D$, jako środków, dwa łuki koła promieniem $OA = DB$, którego wielkość równa się napięciu wtórnemu przy rozemkniętym obwodzie i pełnem napięciu pierwotnem. Dla dowolnego rozsuwu $\varphi$ i pełnej wielkości prądu wykres daje nam przynależną stratę $FG$. Dla prądów mniejszych możemy zakreślić podobne łuki kół tymże promieniem, lecz z punktów pośrednich, leżących na przeciwprostokątni $OD$, jako środków.

Strata na mocy, a więc i strata na pracy, składa się ze strat od uporności żelaza (str. 785), od prądów wichrzących (str. 819), wreszcie ze strat na zagrzewanie pod wpływem oporu omicznego.

Sprawność dobrych przetworników, przy pełnym wyłonie, waha się w granicach 93 do 98%, a to w zależności od ich mocy (5 do 200 KW). Ze stratności ogólnej, mianowicie z 2 do 7%, przy-

pada na straty od żelaza, a więc na łączne straty od uporności i od prądów wichrzących 1 do 2%, pozostałe zaś 1 do 5% wynikają z oporu omicznego. W miarę zmniejszania się wyłonu z przetworników, ich sprawność staje się względnie coraz to gorsza. Dlatego też **średnia, całoroczna sprawność** przetworników w sieciach oświetlenia bywa względnie bardzo mała, albowiem w tego rodzaju sieciach przetworniki pracują na pełen odbyt zaledwie po kilka godzin do roku.

W takich sieciach można średnio liczyć, że przetwornik wydaje rocznie ilość kilowatgodzin liczbowo zaledwie 600 razy większą od tej ilości kilowatów, na jaką jest zbudowany. Ponieważ strata od żelaza, a więc od uporności i prądów wichrzących, jest zupełnie niezależna od odbytu i dosięga 2%, więc średnio można tę część stratności liczyć rocznie:

$$2\% \cdot \frac{365 \text{ dni} \cdot 24 \text{ godzin}}{600 \text{ godzin}} = 29{,}2\% .$$

W elektrowniach świeżo zakładanych, nie posiadających zatem jeszcze pełnego odbytu, strata od żelaza dosięga 40%, a bywa niekiedy nawet wyższa. Okoliczność ta wpływa w wysokim stopniu na ilość zużywanego paliwa w elektrowniach: w celu zmniejszenia tych strat od żelaza należałoby zatem sieć projektować w ten sposób, aby na czas mniejszego odbytu, np. latem, można było wyłączać część przetworników ze sieci pierwotnej.

Niezbędna moc silników w elektrowni zależy jednak nie od średniej sprawności całorocznej, lecz od sprawności przy pełnym odbycie ze sieci wtórnej.

Zagrzewanie się przetworników wymaga stosownych środków do ich ochładzania. W przetwornikach mniejszych starczy na to sama ich powierzchnia zewnętrzna, ochładzająca się samoczynnie, a potrzeba po 20 do 25 $cm^2$ takiej powierzchni chłodzącej na każdy wat tracony w przetworniku, przy pełnym jego wyłonie. We większych przetwornikach nie łatwo osiągnąć tak znaczne powierzchnie chłodzące i dlatego wypada przewietrzać je należycie, a gdy i to nie starczy, uciekamy się zazwyczaj do chłodzenia olejem.

### 3. Przetwornice trójprądu.

Do przetwarzania trójprądu na sprąd stosujemy w zasadzie trzy sposoby: 1) trójprądnik napędza sprądnicę; 2) wirnik trójprądnika oprócz swego właściwego uzwojenia posiada jeszcze uzwojenie drugie, a prądy, wzniecane w tem uzwojeniu dodatkowem, sprądnia dodany przerządnik; 3) samo uzwojenie na wirniku trójprądnika nadążnego jest zarazem niejako i uzwojeniem sprądnicowem (przetwornica jednotwornikowa). W tym przypadku stałka jest magneśnicą wzbudzaną sprądem, wirnik zaś jest twornikiem trójprądnika, zasilanym przez trójprąd, który doprowadzamy do niego za pośrednictwem trzech pierścieni zdawnych, odprowadzamy zaś przez przerządnik

w postaci sprądu. Przetwornice podobnego rodzaju możnaby też przystosować do sprądniania jednoprądów lub dwuprądów.

Takie przetwornice zyskują coraz to szersze zastosowanie, a to z powodu swej dobrej sprawności i niewielkich wymiarów. Przy większem napięciu sprądu jednakże częstotliwość rozprądu nie powinnaby być nadmierna, zmuszałaby ona bowiem do nadmiernego zbliżania wzajemnego zdaw przerządnikowych odwrotnej biegunowości, co znów mogłoby się stać powodem przebijania się sprądu między zdawami. Przy napięciu sprądu na 500 V, częstotliwość drgawek rozprądu nie powinnaby przekraczać znacznie liczby 25, czyli 50 przemian na sek.; przy napięciu sprądu 250 V natomiast zwykła częstotliwość drgawek, t. j. 50 na sek., czyli 100 przemian na sek., okazała się zupełnie odpowiednią.

Napięcie sprądu, wyłanianego z takiej przetwornicy, stoi w pewnym, dość ciasno ograniczonym stosunku do napięcia rozprądu, przez nią wchłanianego, a stosunek ten pozostaje w zależności od jej ustroju. W zastosowaniu do trójprądu stosunek ten napięcia trójprądu wchłanianego do napięcia sprądu wyłanianego bywa 0,65 do 0,71.

Wzbudzanie tego rodzaju przetwornic musi być miarkowne, aby módz je zmieniać stosownie do rozsuwu fal trójprądu, a to w celu zupełnego zesunięcia tych fal tak, aby było $\cos \varphi = 1$.

Gdy chodzi o otrzymanie sprądu o napięciu, dającem się zmieniać w szerokich granicach, to albo ustawiamy przetworniki dodatkowe, za pomocą których zmieniamy napięcie trójprądu doprowadzanego do przetwornicy, albo też w obwód wyłanianego z niej sprądu włączamy posobnie prądnicę wzmożną lub przetwornicę, w celu podwyższenia napięcia. Możemy jednak i z jednej przetwornicy otrzymywać kolejno różne napięcia sprądu wyłanianego i to w sposób dwojaki: Na magnęśnicę nakładamy dodatkowo uzwojenie głównikowe, wytwarzając przez to wzbudzenie sprzężone, a sposób ten stosują zwłaszcza do tramwajów. Zamiast tego możemy też włączać oporce samowznietne w obwody trójprądu, doprowadzanego do przetwornicy jednotwornikowej, a to w celu stworzenia w nim rozsuwu: natenczas prądy bezmocne, powodując przeciwwzbudzanie twornikowe, osłabiają wzbudzenie w magneśnicy. Wyższe napięcie sprądu otrzymamy, wzmagając wzbudzenie, niższe zaś przez zmniejszenie wzbudzenia magneśnicy.

W przetwornicach trójprądnikowo-sprądnicowych możemy trójprądnik napędzać nawet wysokiem napięciem, które natomiast wypada stosownie zmniejszyć przetwornikami, w razie zastosowania co dopiero opisanych przetwornic jednotwornikowych.

**O dozwolonem zagrzewaniu się, oraz o sposobach sprawdzania przetwornic** p. „Prawidła, dotyczące oceny i sprawdzania prądnic i przetworników“, zawarte w oddzielnym zeszycie, dołączonym do tomu II Technika.

# V. PRZYŁĄCZANIE PRĄDNIC DO SIECI, ORAZ ICH MIARKOWANIE.

Uwaga wstępna. W rysunkach rozdziału niniejszego, t. j. rys. 1231 do 1242, powpisywano skrócone oznaczenia poszczególnych przyrządów, a znaczenia tych powpisów i znaków są następujące:

*Wł* — włącznik,
*Wł. s* — wyłącznik samoczynny (niedomiarowy),
*W* — watnik (wskaźnik mocy),
*Bzp* — bezpiecznik (topniakowy),
*V* — woltnik (wskaźnik napięcia),
*R. n* — rozdzielnik napięcia,
*Pł* — przełącznik,
*A* — ampernik (wskaźnik wielkości prądu),
$\times A$ — ampernik ze wskazówką, odchylającą się na obydwie strony,
— . — przyłącze woltnika,
*Pj* — doprzęgarka zasobników, pojedyńcza,
*Pd* — doprzęgarka zasobników, podwójna,
*Op* — opornik: *gł* = głównikowy, *bocz* = bocznikowy.

## a. Normalne układy sprądowe.

### 1. Układy dwuprzewodowe.

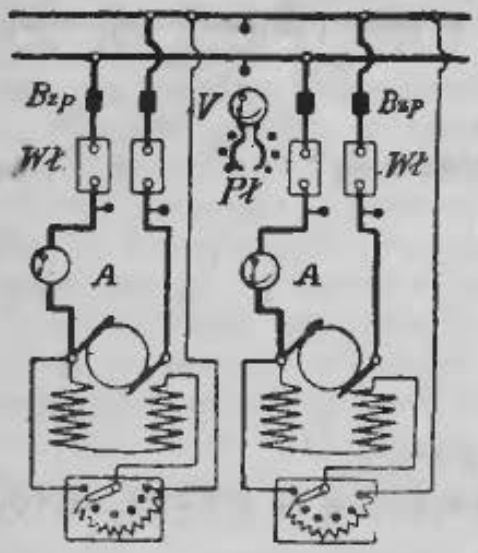
W rys. 1231 przedstawiamy układ połączeń ze siecią dwóch sprądnic bocznikowych, obocznie przyłączonych, z woltnikiem do porównywania napięć, t. j. wskaźnikiem ich różności. W celu szybszego wzbudzenia sprądnicy dołączanej, jako też, by zapobiedz odwróceniu się jej biegunowości, zaleca się przyłączenie boczników jednymi ich krańcami do prętów zbiornych, jak to wskazano w rys. 1231 i w następnych. Natenczas trzeba jednak, zamiast jednego włącznika dwutorowego przy każdej sprądnicy, ustawić po dwa włączniki jednotorowe, albowiem jeden z nich, mianowicie prawy w rys. 1231, możemy wyłączyć dopiero po uprzedniem, stopniowem wyłączeniu i skrótowaniu bocznika, aby tenże bocznik zabezpieczyć od groźnych dla niego prądów samowznietnych, powstających w nim przy nagłem wyłączeniu.

Rys. 1232 przedstawia układ obocznego przyłączenia dwóch sprądnic sprzężonych. Niezbędnym jest tu przewód wyrównawczy między

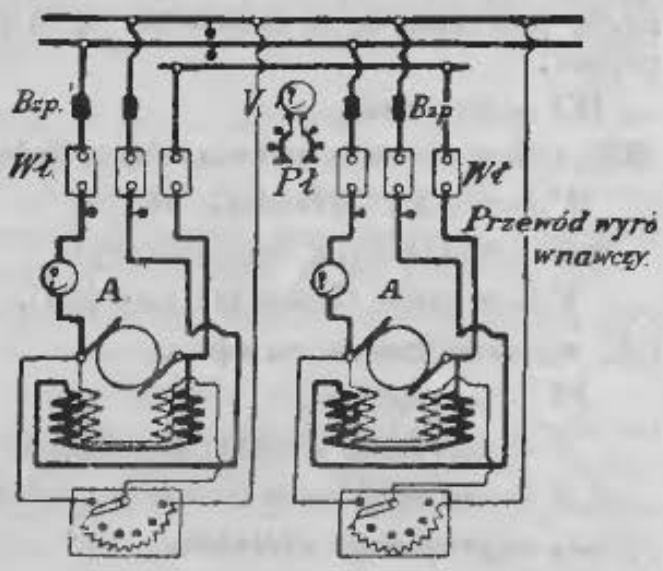
obydwoma głównikami, którego opór musi być mniejszy od sumy oporów tychże główników, mianowicie aby uniemożliwić odwrócenie się biegunowości, oraz w celu należytego rozłożenia odbytu na obydwie sprądnice. Podobny przewód wyrównawczy jest tak samo niezbędny, gdy przyłączamy obocznie dwie sprądnice głównikowe.

W razie przyłączenia i **rzeszy zasobników** układ zależy przedewszystkiem od sposobu ich naprądniania, który zasadniczo może być trojaki:

Rys. 1231.




Rys. 1232.




α) powiększamy napięcie sprądnicy;

β) utrzymujemy w sprądnicy głównej napięcie sieciowe bez zmiany, a zwiększamy napięcie naprądu dla zasobników przez posobne włączenie sprądnicy wzmożnej w ich obwód;

γ) nie zmieniając napięcia sprądnicy, naprądniamy rzeszę zasobnikową w dwóch szeregach, na jakie ją w tym celu dzielimy.

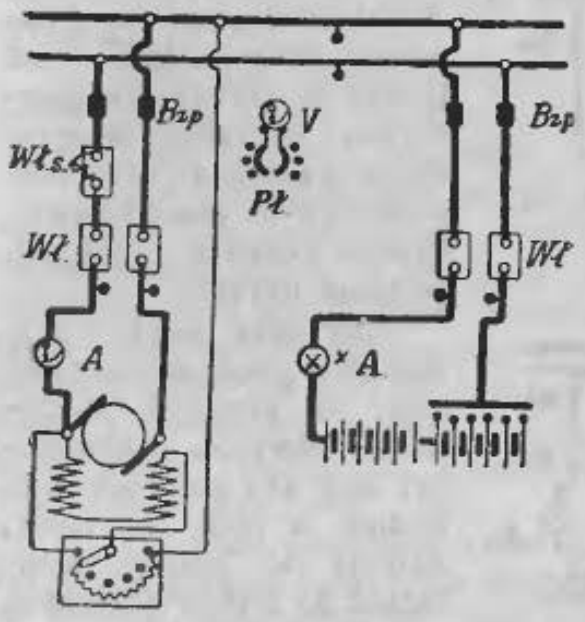
### α. Podwyższenie napięcia w sprądnicy, przez zwiększenie bądź to jej wzbudzenia, bądź też jej ilości obrotów.

Układ (rys. 1233, por. też str. 868) z doprzęgarką pojedyńczą zaleca się jej prostotą, oraz małą ilością zasobników odprzężnych. Natomiast układ taki nadaje się jedynie do zładów, które wyłaniają z siebie prąd tylko wieczorem na oświetlenie, a więc zwłaszcza do zładów mniejszych. Przy tym układzie nie możemy bowiem zasilać sieci podczas naprądniania zasobników, i w tym okresie nie mogą one też stanowić tak zwanego zapasu doraźnego. Stosując natomiast doprzęgarkę podwójną, możemy i podczas naprądniania zasobników zasilać sieć ze sprądnicy; a nadto zasobniki, o ile tylko napięcie ich wyprądu równa się napięciu sprądnicy, będą stanowiły pełny zapas doraźny. Układ taki, lecz z zasobnikami zasilanymi z przetwornic trójprądnych, przedstawiamy np. w rys. 1242 (na str. 871). Gdy jednak wielkość wyprądu zasobników nie dorównywa wielkości prądu sprądnicy, a raczej wielkości odbytu prądu, to, na wypadek

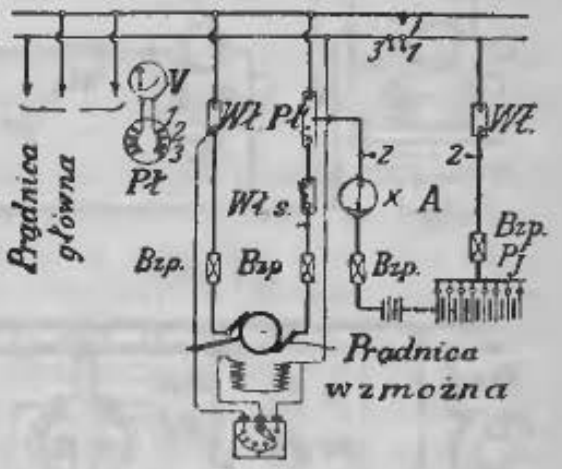
zepsucia się sprądnicy, należałoby dodać przewód zapasowy, za pośrednictwem którego moglibyśmy zasilać tylko tę ilość najniezbędniejszych wchłonników prądu (lamp i t. p.), na jakie starczy wielkość wyprądu zasobników.

Przy takim układzie największa, bezpieczna wielkość naprądu, jaką zasobniki znieść mogą, powinnaby dorównywać wyłonowi sprądnicy; w przeciwnym bowiem razie podczas naprądniania, nawet przy znacznym odbycie do sieci, należyte wyzyskanie mocy sprądnicy i napędzającego ją silnika byłoby niemożliwe, a to ze względu na stadła zasobnikowe, leżące między naprądniakiem i wyprądniakiem doprzęgarki.

Rys. 1233.

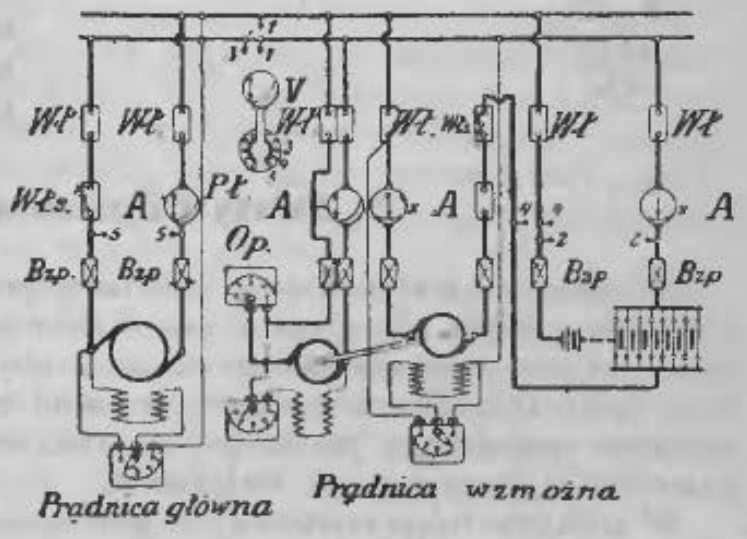



Rys. 1234.




### β. Podwyższenie napięcia naprądu za pomocą oddzielnej sprądnicy wzmożnej.

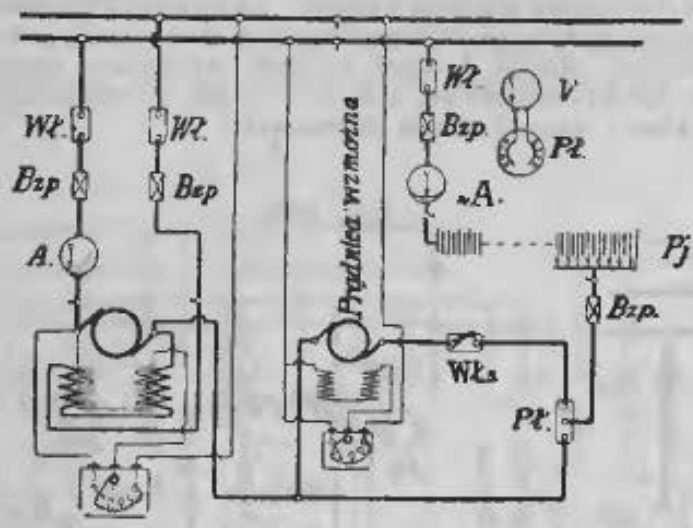
Rys. 1235.



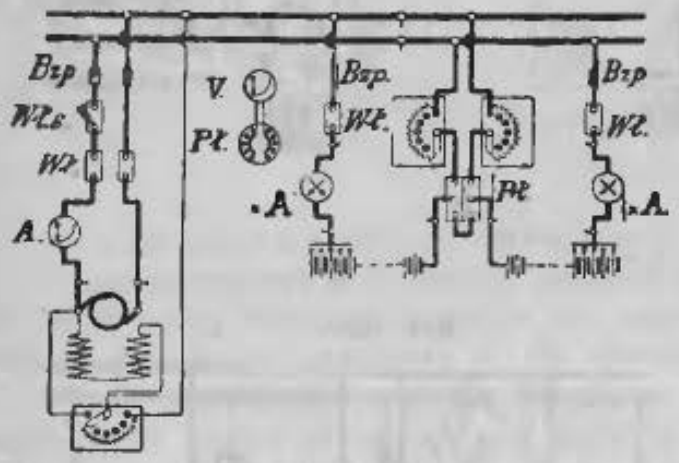

Gdy sprądnica główna pracuje napięciem niezmiennem, podwyższamy napięcie naprądu przez posobne włączenie sprądnicy wzmożnej, napędzanej oddzielnym silnikiem zwykłym, zazwyczaj jednak sprądnikiem, który, wraz z ową sprądnicą wzmożną, tworzy przetwornicę (p. rys. 1234 i 1235). Stosując doprzęgarkę pojedyńczą (rys. 1234), możemy wprawdzie zasilać sieć ze sprądnicy, nawet podczas naprądniania zasobników, które jednakże w tym okresie nie stanowią zapasu doraźnego. Chcąc posiadać taki zapas i podczas naprądniania, wypada zastosować doprzęgarkę podwójną (rys. 1235).

W rys. 1236 przedstawiono układ dla sprądnicy sprzężonej, pracującej obocznie z rzeszą zasobników. Tylko jeden z krańców rzeszy przyłączamy do pręta zbiornego, drugi natomiast do sprądnicy głównej, a mianowicie do tego jej krańca, z którym łączy się jej główník.

Rys. 1236.




Rys. 1237.




### γ. Naprądnianie rzeszy zasobników, rozdzielonej na dwa szeregi.

Układ taki, dla jednoczesnego naprądniania obydwóch szeregów, przedstawiony w rys. 1237, jest tańszy w urządzeniu pierwotnem od układu ze sprądnicą wzmożną, natomiast powoduje on znaczne zwiększenie kosztów bieżących podczas ozysku.

Aby przy nagłem wyłączaniu prąd samowzniecony nie przebijał zosobnienia nawojów magneśnicy, lecz aby się mógł swobodnie w nich rozpłynąć, nawoje te należy przyłączać do prętów zbiornych w taki sposób, iżby pozostawały w sobie zamknięte, nawet wtenczas, gdy wyłącznik samoczynny odłączy sprądnicę od sieci.

## 2. Układy trójprzewodowe.

W układzie takim żarówki stawiamy przeważnie między przewód obojętny a jeden lub drugi z przewodów skrajnych. Przez ów przewód obojętny powraca do sprądnicy z obydwóch przewodów skrajnych tylko różnica ich prądów; przewód ten może być zatem o stosunkowo mniejszym przekroju, a powinien on ową różnicę prądu odwodzić z powrotem do elektrowni.

W układzie trójprzewodowym, jeśli sprądnica pracuje całem napięciem, jakie panuje między przewodami skrajnymi, to, stawiając zasobniki, możemy przewód obojętny przyłączyć tylko do środka ich rzeszy, a mimo to obejść się jeszcze od biedy bez swoistych środków wyrównawczych. Natenczas trzeba jednak baczyć pilnie na to, aby odbyt do obydwóch połówek sieci był przynajmniej średnio jednakowy (chociażby nie w każdej chwili), a osiągamy to przez stosow-

ne przełączanie poszczególnych odnóg połówki dodatnej do odjemnej lub naodwrót.

Aby zapobiedz konieczności takich ustawicznych, a zmudnych przełączeń, wypadałoby zastosować odpowiednie środki wyrównawcze, które w sieciach bez zasobników są nawet nieodzowne, a bywają one trojakiego rodzaju:

1. Dwie sprądnice, napędzane zazwyczaj od tego samego silnika, pracują posobnie, a między nie przyłączamy przewód obojętny (sposób Hopkinson'a).

2. Sprądnica główna pracuje pełnem napięciem, równającem się napięciu między przewodami skrajnymi, a sprądnica wyrównawcza wyrównywa różnicę odbytów do obydwóch połówek sieci (sposób Thomson'a, p. rys. 1238).

3. Sprądnica trójprzewodowa, oprócz zacisków krańcowych, posiada jeszcze zacisk pośredni (o napięciu pośredniem), do którego też przyłączamy przewód obojętny.

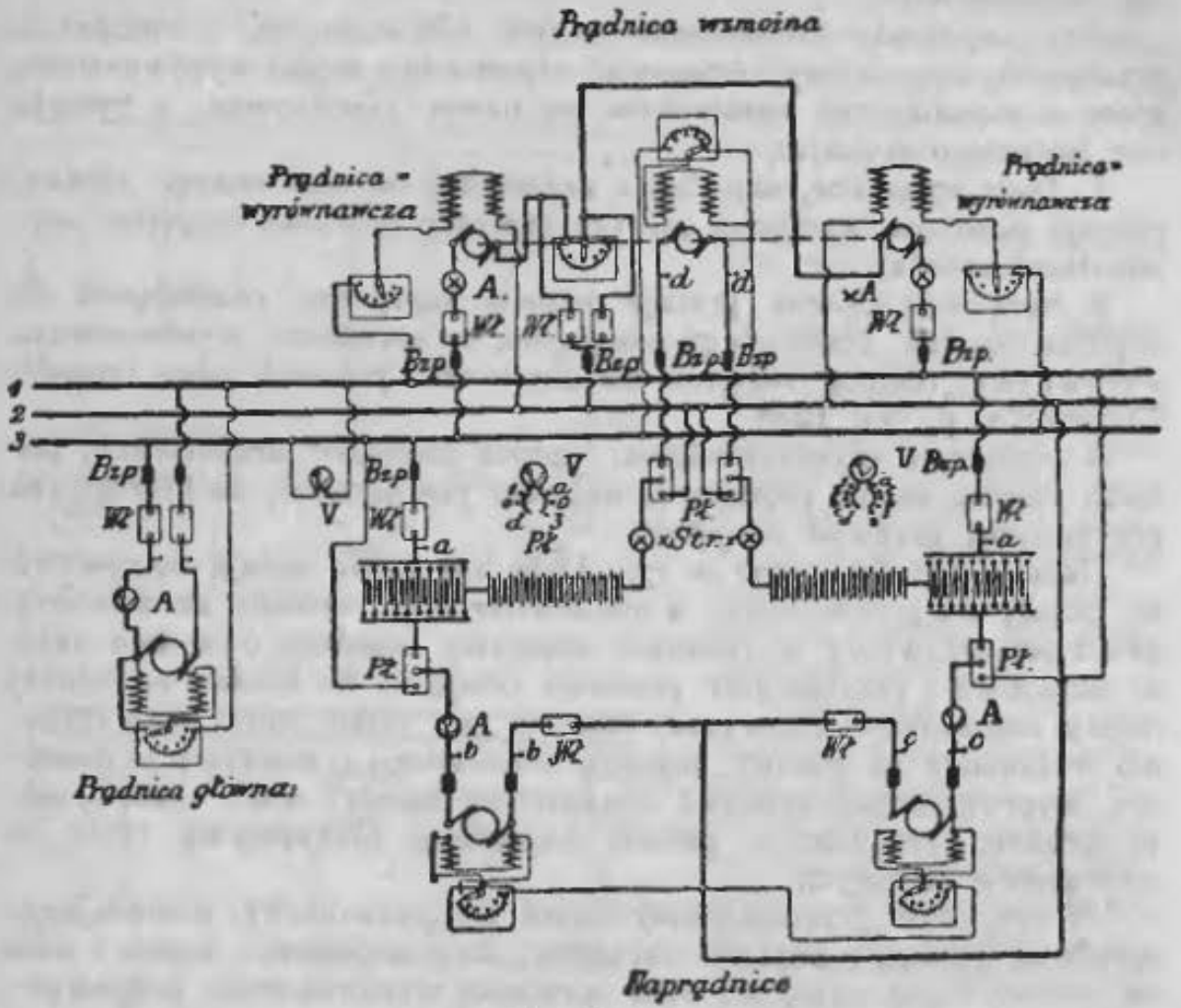
Układy, przedstawione w rys. 1235 lub 1237, nadają się również na układy trójprzewodowe, a mianowicie w ten sposób, że zdwoimy układ przedstawiony w rysunku, złączymy posobnie owe dwa układy składowe i przyłączymy przewód obojętny do środka zdwojonej rzeszy zasobników. Zazwyczaj starczy, gdy tylko jednę parę sprądnic wykonamy na połowy napięcia całkowitego i złączymy je posobnie, wyprowadzając przewód obojętny z pomiędzy nich, i jeżeli resztę sprądnic, pracujących pełnem napięciem, przyłączymy tylko do przewodów skrajnych.

W rys. 1238 przedstawiamy układ trójprzewodowy, posiadający: sprądnicę główną o napięciu skrajnem; dwie naprądnice, każda z nich na połowę tegoż napięcia; dwie sprądnice wyrównawcze, bezpośrednio ze sobą sprzęgnięte; wreszcie sprądnicę wzmożną, która stanowi zarazem niejako i zapas dla naprądnic, bez której jednakże możnaby się obyć. Naprądnice służą do naprądniania zasobników, a nadto stanowią one i zapas doraźny. Gdy naprądniamy zasobniki, posiłkując się sprądnicą wzmożną, nie możemy jednocześnie zasilać z nich sieci, a chcąc to umożliwić, należałoby zmienić cały układ, wzorując się na układzie rysunku 1235, t. j. opuszczając naprądnice, które w takim razie stają się zupełnie zbędne.

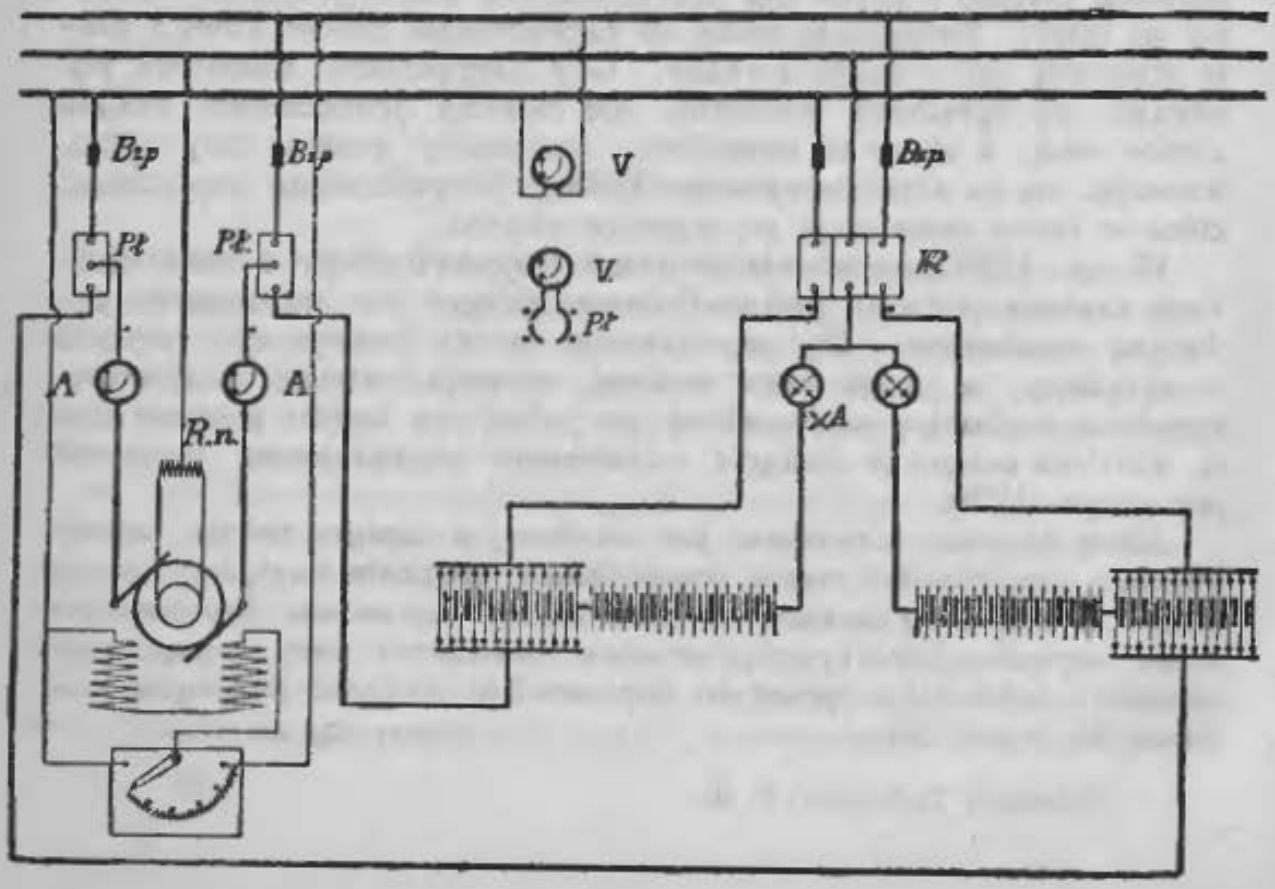
W rys. 1239 przedstawiamy układ trójprzewodowy z rozdzielnikiem napięcia (ustroju Doliwo-Dobrowolskiego) i z doprzęgarką podwójną zasobników. Do naprądniania należy podwyższyć napięcie w sprądnicy, a chcąc tego uniknąć, wypada ustawić dodatkowo sprądnice wzmożne, najdogodniej po jednej dla każdej połówki sieci, albo też można je zastąpić oddzielnemi naprądnicami, podobnie jak w rys. 1238.

Jeżeli do sieci, chwilowo już zasilanej z innego źródła, mamy włączyć sprądnice lub rzesze zosobnikowe, **obocznie** względem owych źródeł ze siecią się łączące, to powinniśmy uprzednio doprowadzić je do napięcia, jakie panuje w sieci. Naodwrót przy wyłączaniu sprądnicy należałoby uprzednio doprowadzić wielkość jej prądu możliwie do granic zera. (dalszy ciąg str. 867).

Rys. 1238.




Rys. 1239.



## b. Miarkowanie sprądnic.

**1. Miarkowanie prądu wzbudzającego opornikiem od ręki.** W sprądnicach bocznikowych opornik leży posobnie z uzwojeniem wzbudzającem. Przy wyłączaniu sprądnicy uzwojenie wzbudzające powinno już być samo w sobie skrótowo zamknięte, aby prądy samowznietne, jakie w niem powstają wskutek przerwania prądu głównego, mogły się w niem spokojnie rozpłynąć, nie przebijając zosobnienia (por. rys. 1231 do 1239). Sposób powyżej opisany znajduje prawie ogólne zastosowanie. W sprądnicach głównikowych opornik stawia się obocznie do głównika.

**2. Uzwojenia samomiarkujące** (w sprądnicach sprzężonych) wychodzą obecnie już z użycia w żładach oświetlających, gdyż skutkiem zagrzania zmienia się z czasem napięcie, co znów i tak wymagałoby domiarkowania opornika od ręki. Natomiast sprądnice sprzężone, a więc z samomiarkownem uzwojeniem wzbudzającem, są wskazane w urządzeniach, które podlegają częstym, a nagłym wahaniom napięcia, np. w mniejszych i średnich elektrowniach tramwajowych, nie zaopatrzonych w zasobniki miarkujące.

**3. Samoczynne nastawianie opornika** miarkującego. Nastawiak opornika napędzamy małym sprądnikiem, który znów wprowadza się w bieg naprzedni lub wsteczny, względnie w stan bezruchu, zależnie od chwilowej wysokości napięcia. Pośrednikiem jest tu oddzielny przekaźnik (relais, wychwyt), działający na rozrusznik prądnika, a posiadający nawój, który pozostaje pod wpływem napięcia, jakie mamy miarkować. Urządzenie to zaleca się do żładów, podlegających silnym wahaniom napięcia, niemiarkowanego przez rzeszę zasobników.

**4.** Miarkowanie przez zmianę ilości obrotów bądźto samoczynne, bądźteż od ręki.

## c. Nastawianie zasobników.

(Por. także str. 802 i nast.).

W urządzeniach, nie wymagających wielkiej jednostajności napięcia, rzeszę zasobników, która ma tylko wyrównywać chwilowe wahania napięcia, włączamy zazwyczaj do sieci obocznie ze sprądnicami bocznikowemi, nie dodając nawet doprzęgarki (por. też ustęp 4 str. 869).

Do żładów oświetlających, w których większa jednostajność napięcia jest nieodzowna, doprzęgarki przy rzeszach zasobników są prawie niezbędne, a nastawiają się one bądźto samoczynnie, bądźteż od ręki, mianowicie w sposób podobny do podanego powyżej pod **3.**

**1. Ogólna ilość stadeł zasobników.** W założeniu, że poszczególne stadło zasobnikowe wyprądnia się z napięciem nie mniejszem niż 1,83 V, niezbędną ilość $z$ stadeł otrzymamy ze wzoru:

$$z = \frac{E + e_{max}}{1{,}83},$$

w którym $E$ oznacza napięcie prądochłonne przyrządów zasilanych przez sieć, $e_{max}$ natomiast największą stratę napięcia, jaka się w sieci pojawia.

W elektrowniach miejskich, w których rzesza zasobników w czasie swego wyprądniania pracuje obocznie ze sprądnicami, chwila największego odbytu przypada zazwyczaj naówczas, gdy zasobniki są jeszcze dalekie od zupełnego wyprądnienia. Licząc, że zasobniki posiadać wówczas jeszcze będą 1,87 V na każde stadło, niezbędną ich ilość możemy określić na zasadzie wzoru:

$$z = \frac{E + e_{max}}{1{,}87},$$

a to tem bardziej, że w chwili zupełnego wyprądnienia zasobników, t. j. gdy ich napięcie spadnie do 1,83 V, odbyt z elektrowni będzie względnie już nie wielki, a więc zmniejszy się strata $e_{max}$ napięcia w sieci.

**2. Ilość stadeł odprzężnych** otrzymamy:

1. Przy **doprzęgarce pojedyńczej** (por. rys. 1233, 1234 i 1236) miarodajnem będzie największe napięcie wyprądu stadła poszczególnego, które to napięcie można średnio liczyć 2,2 V, a natenczas będzie:

ilość $z_1$ stadeł nieodprzężnych: $z_1 = \frac{E + e_{min}}{2{,}2}$, | ilość $z_s$ stadeł odprzężnych: $z_s = z - z_1$.

We wzorach tych $e_{min}$ oznacza najmniejszą stratę napięcia w sieci; znaczenia zaś wartości $z$ i $E$ objaśniono już powyżej pod **1.**

2. Przy zastosowaniu **doprzęgarki podwójnej** (por. rys. 1235, 1238 i 1239), rzesza zasobników ma zasilać sieć nawet podczas swego naprądniania, miarodajnem będzie tu zatem największe napięcie poszczególnego zasobnika, a wartość tego napięcia można liczyć 2,7 V, natenczas będzie:

$$z_1 = \frac{E + e_{min}}{2{,}7}, \quad \text{a} \quad z_s = z - z_1.$$

Ilość stadeł odprzężnych będzie zatem przy doprzęgarce podwójnej znacznie większa niż przy pojedyńczej.

Jeżeli nie znamy wartości $e_{min}$, to bezpieczniej będzie, założyć ją równą: 0 do 1% wartości $E$, przy takiem bowiem założeniu nie będziemy krępowani co do czasu naprądniania.

Liczba przewodów doprzęgowych jest zawsze o 1 większa od liczby stadeł odprzężnych, względnie od liczby zespołów takich stadeł.

Wzory powyższe stosują się i do układu trójprzewodowego, z tem jednakże omówieniem, że wartości $z$, $z_1$ i $z_s$ dotyczą tylko jednej połówki sieci.

Ilość styczników w doprzęgarce, tak pojedyńczej jak i podwójnej, może być o połowę mniejsza od ilości stadeł odprzężnych wtenczas, gdy sieć znosi bez uszczerbku wahania napięcia do 4 V, a więc np. w sieciach fabrycznych, albo w sieciach o napięciu 220 V lub wię-

cej; w takim bowiem przypadku możemy zespalać posobnie po dwa stadła odprzężne, parami, w zespoły odprzężne.

**3. Napięcie naprądu i napięcie wzmożne.** Ponieważ największe napięcie naprądu na poszczególny zasobnik jest 2,7 V, więc całkowite napięcie tegoż naprądu na całą rzeszę zasobników będzie:

$$E_l = 2{,}7\,z \text{ V}.$$

Tak wysokiego napięcia naprądu potrzebujemy jednak tylko podczas wstępnego naprądniania rzeszy, a radzić tu sobie możemy w sposób dwojaki, mianowicie bądźto napędzając sprądnicę wyjątkowo z prędkością przekraczającą jej normę, bądźteż naprądniając dwie obocznie złączone połówki rzeszy.

Podczas prawidłowego ozysku niezbędne największe napięcie naprądu będzie mniejsze od powyżej określonego, albowiem stadła odprzężne, jako krócej pracujące podczas wyprądniania, a więc jako mniej wyprądniające, dochodzą wcześniej do stanu pełnego naprądnienia; możemy je zatem już odłączyć od naprądu, zanim stadła nieodprzężne dojdą do stanu, który wymaga największego napięcia naprądu na poszczególne stadło, t. j. do 2,7 V. W zwykłych okolicznościach można liczyć, że już 15% ogólnej ilości zasobników w rzeszy będzie odłączonych od naprądu, zanim pozostałe wymagać będą owej największości napięcia. Istotnie potrzebne, całkowite napięcie naprądu wyrazi się zatem wzorem:

$$E_l = 0{,}85 \cdot 2{,}7\,z\,.$$

Gdy do naprądniania posiłkujemy się sprądnicą wzmożną, a zasobniki mają zasilać sieć i w czasie swego naprądniania, natenczas napięcie $e_s$ sprądnicy wzmożnej powinno być:

$$e_s = E_l - (E + e_{\min})\,.$$

**4. Przyłączenie wyrównawczej rzeszy zasobników.** Rzeszę włączamy obocznie ze sprądnicą bocznikową, często nawet bez doprzęgarki. Rzesza zasobników prąduje w sieć, gdy napięcie sprądnicy obniży się o pewną wartość. Doskonalszym jednak jest układ pomysłu Pirani'ego, polegający na tem, że obocznie ze sprądnicą główną urządzamy bocznicę, a w nią wstawiamy posobnie i rzeszę zasobników i dodatkową sprądnicę, która stosownie do potrzeby wzmaga lub zwątla napięcie całkowite w tej bocznicy. Dodatkową tę sprądnicę napędzamy zazwyczaj sprądnikiem, a wzbudzamy ją dwoma nawojami, nawzajem sobie przeciwdziałającymi. Przez nawój pierwszy przechodzi całkowity prąd, idący do sieci, przez drugi nawój zaś idzie w kierunku odwrotnym prąd od odjemnego krańca rzeszy przez opornik do dodatnego pręta zbiornego. Stosownie do tego, które z tych dwóch wzbudzeń przeważy, sprądnica dodatkowa wzmaga lub zwątla napięcie całkowite w bocznicy zasobników, czyli wzmaga ona bądźto napięcie prądu sieci dla naprądniania zasobników, bądźteż przeciwdziała jemu, w celu umożliwienia wyprądu ze zasobników, z których napięciem natenczas spółdziała. Układ ten nadaje się do sieci, podlegających częstym i silnym wahaniom napięcia, a więc zwłaszcza do sieci tramwajowych, do napędu wyciągarek kopalnianych, żórawi i t. p.

## d. Układy trójprądowe.

Rys. 1240 przedstawia układ połączeń dla jednej trójprądnicy samotnej.

Rys. 1241 przedstawia podobny układ dla kilku trójprądnic, obocznie do sieci przyłączonych.

Sprąd, niezbędny do wzbudzania trójprądnic, wytwarzamy w oddzielnych sprądnicach, które mogą albo być osadzone na osi trójprądnic, albo też otrzymywać napęd niezależny. Jeżeli każda trójprądnica ma otrzymać swą własną sprądnicę wzbudzającą, której sprądu nie zamierzamy używać na cele postronne, to najwłaściwiej będzie uzwoić ją głównikowo, albo sprzężnie, natenczas bowiem oporniki miarkowne będą mniejsze i mniejsze też będą w nich straty (por. rys. 1240 i 1241).

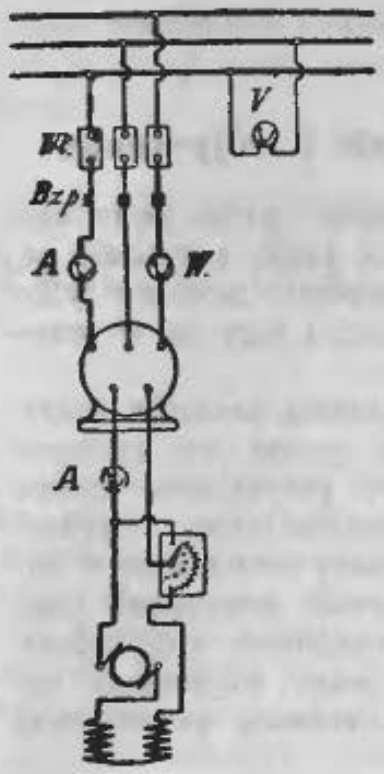
W elektrowniach wielkich stosownem będzie na każde dwie lub trzy trójprądnice stawiać oddzielną sprądnicę wzbudzającą, napędzaną trójprądnikiem, któraby jednocześnie dostarczała sprądu na oświetlanie samej elektrowni i budynków przynależnych. Do wzbudzenia wstępnego, przy pierwszym rozruchu elektrowni, oraz przy ponownym rozruchu, po przerwie w jej pracy, niezbędnem jest niezależne od trójprądnic źródło sprądu, a więc albo oddzielna sprądnica napędzania silnikiem niezależnym od trójprądu elektrowni, albo też rzesza zasobników, która zaleca się nadto w celu wyrównywania napięć i jako zapas dla oświetlenia.

W elektrowniach, pracujących wysokiem napięciem, nie należy takiego napięcia doprowadzać wogóle do rozrządnicy (tablicy rozrządnej), na której znajdować się powinny wyłącznie przyrządy dla prądu przetworzonego na niższe napięcie, podczas gdy przyrządy i wskaźniki prądu o wysokiem napięciu należałoby ustawiać w miejscu oddzielnem, nie ogólnie przystępnem, np. w piwnicy pod samą rozrządnicą.

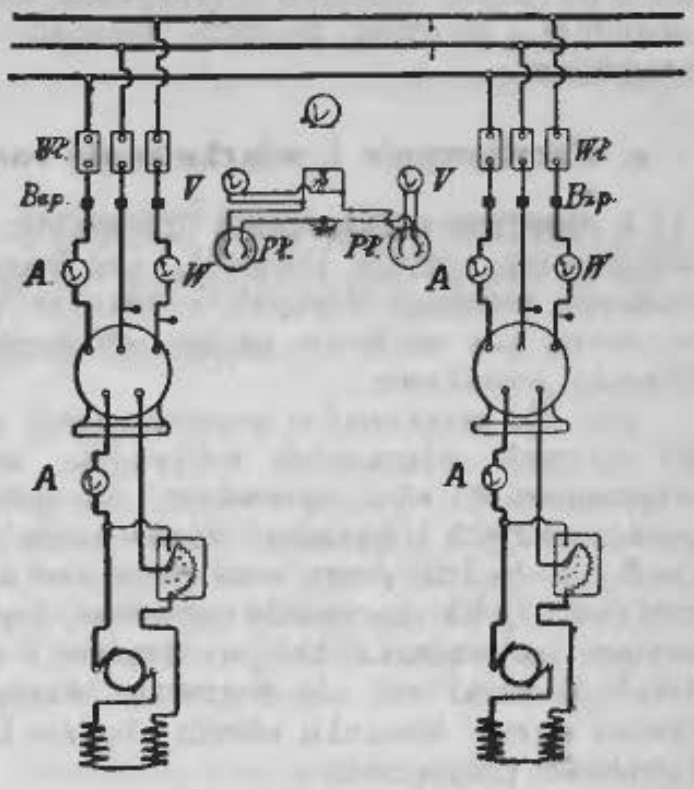
Woltniki, amperniki i watniki przyłączamy do krańcy małych oddzielnych przetworników, wyłączniki główne natomiast, ustawione w piwnicy, łączymy za pośrednictwem drążków z dźwigniami albo z kółkami pokrętczemi (pokrętłami), mieszczącemi się na rozrządnicy. Aby nie przerywać działania elektrowni podczas wydarzających się napraw na rozrządnicy, wskazanym jest taki układ przyłączeń poszczególnych trójprądnic do prętów zbiornych, aby, przy wyłączeniu jednej lub kilku z nich, pozostałe mogły pracować bezpiecznie. Zaleca się tu bardzo zastosowanie rozłączek, wyjemnych bezpiecznie z przewodów pod napięciem, a mianowicie albo rozłączek na okrężnych prętach zbiornych, jak w rys. 1242, albo też na przewodach przyłącznych od poszczególnych trójprądnic, jak to warunkowo wskazano w tymże rysunku. W przypadku pierwszym przez wyjęcie trzech par rozłączek oddzielamy od napięcia trzy przynależne działki prętów zbiornych, wraz z przyłączoną do nich trójprądnicą, w przypadku drugim wyjęcie trzech rozłączek starczy do zupełnego oddzielenia jednej trójprądnicy. Układ, przedstawiony w rys. 1242,

(Ciąg dalszy str. 872).

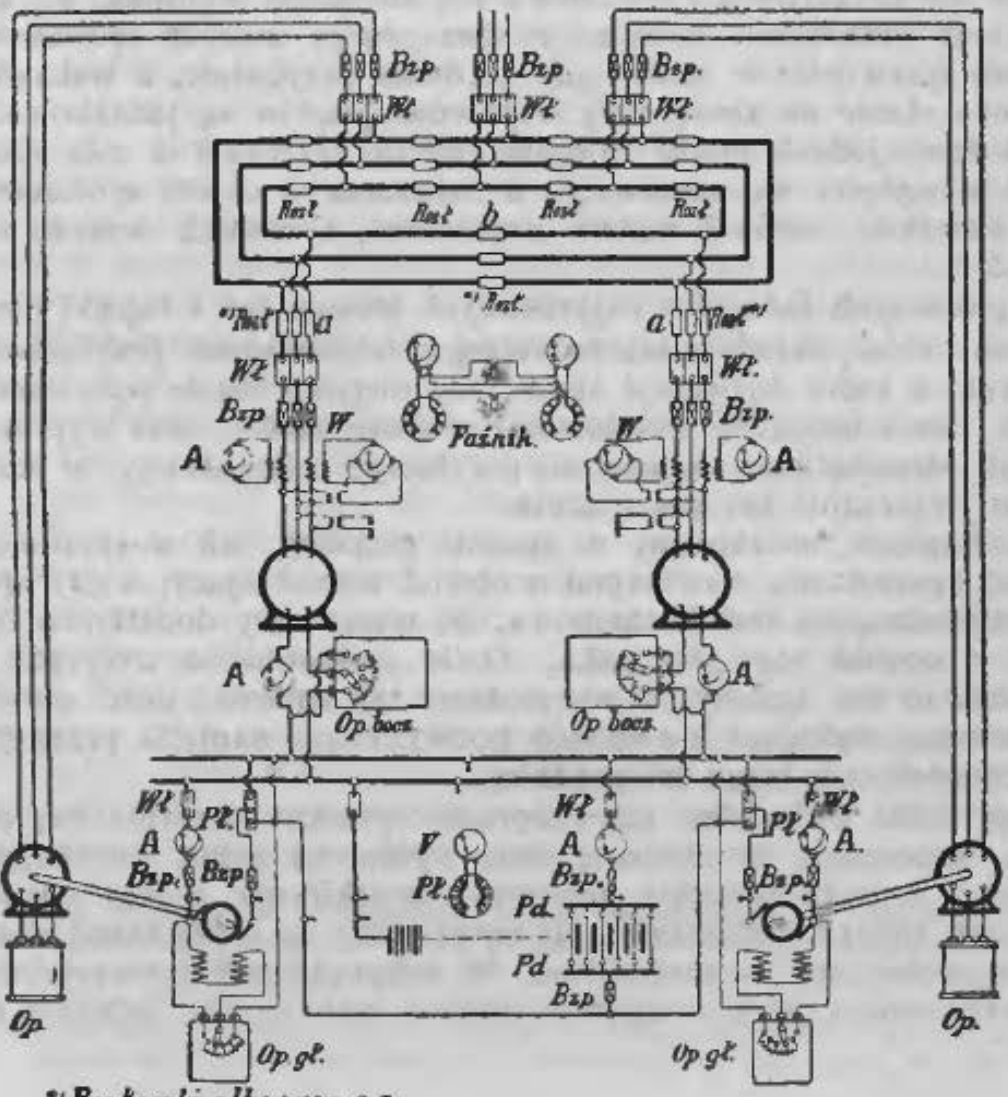
Rys. 1240.




Rys. 1241.




Rys. 1242.




*) Rozłączki albo przy a a albo przy b

uwzględnia już wskazówki powyższe, a do wzbudzania służą w nim zasobniki i obocznie do nich pracujące sprądnice, napędzane trójprądnikami.

### e. Przyłączanie i miarkowanie rozprądnic i trójprądnic.

1. **Oboczne przyłączanie** trójprądnic wymaga, oprócz prawidłowości całego układu połączeń, aby trójprądnice takie posiadały jednakowe przebiegi napięcia, a dokonać przyłączenia możemy tylko w chwili, gdy wielkości napięć, ich częstotliwości i fazy są w przybliżeniu jednakowe.

Aby się przekonać o prawidłowości przyłączenia krańców szeregu obocznie włączonych trójprądnic, wypada, przed ich spólnem włączeniem do sieci, sprawdzić, czy jednakowo przyłączone krańce poszczególnych trójprądnic odpowiadają tym samym fazom. Sprawdzamy to bądźto przez wstawienie żarówek między owe krańce w takiej ilości, jaka odpowiada napięciom, bądźteż przez napędzanie tego samego trójprądnika kolejno prądem z poszczególnych trójprądnic. Jeżeli żarówki się nie rozżarzą, względnie jeżeli trójprądnik nie zmieni swego kierunku obrotu, będzie to wskazówką prawidłowej kolejności przyłączeń.

Faźnik najprostszego ustroju (przyrząd wskazujący spółfazowość) składa się ze żarówki i obocznie z nią stojącego woltnika, a z krańcami tego urządzenia łączymy te dwa prądy, których spółfazowość chcemy sprawdzić: w chwili gdy żarówka przygaśnie, a wskazówka woltnika stanie na zerze, fazy obydwóch prądów są jednakowe.

Możemy jednak prądy doprowadzić do faźnika i w taki sposób, aby ich napięcia się sumowały, a natenczas w chwili spółczesności fazy światłość żarówki będzie największa, a woltnik wskaże sumę napięć.

Oprócz tych faźników najprostszych stosują też i faźniki porównawcze, które składają się ze szeregu odpowiednio przyłączonych żarówek, a które dozwalają sprawdzać nietylko chwilę jednoczesności faz, ale i względne przodowanie w danej chwiil, oraz wyprzedzanie lub nienadążność mającej się przyłączyć trójprądnicy, w stosunku do trójprądnic już pracujących.

2. Napięcie miarkujemy w sposób podobny jak w sprądnicach, a więc opornikami, stawianymi w obwód wzbudzający; a gdy sprądnica wzbudzająca jest bocznikowa, to wstawiamy dodatkowo opornik i w obwód tego bocznika. O ile częstotliwość trójprądu ma pozostawać bez zmiany, to nie możemy też zmieniać ilości obrotów, a natenczas wyklucza się sposób podwyższenia napięcia przez proste przyspieszenie biegu trójprądnicy.

Gdy kilka trójprądnic lub rozprądnic pracuje obocznie względem siebie, natenczas, by zmienić moc wyłanianą przez poszczególną prądnicę, wypada nastawić stosownie miarkownik silnika napędnego, gdyż zmiana wzbudzenia nie wywołałaby tu pożądanego skutku, jaki wywołuje np. w sprądnicach. W trójprądnicach i rozprądnicach obocznie pracujących względna zmiana wzbudzenia jednej z nich,

a więc względna zmiana natężenia jej pola, zmienia tylko wielkość prądu bezmocnego, któryby naodwrót należało raczej wedle możności zmniejszać do zera, a to przez stosowne miarkowanie wzbudzenia.

---

# VI. WŁAŚCIWOŚCI POSZCZEGÓLNYCH RODZAI PRĄDÓW, ORAZ WYBÓR NAJODPOWIEDNIEJSZEGO Z NICH.

## 1. Sprąd.

Sprąd nadaje się równie dobrze do oświetlenia, jak i do przesyłu pracy, lecz tylko na oddalenia niezbyt wielkie *). Przerządnik, z natury swego ustroju, nie znosi bardzo wysokich napięć; dlatego też napięcie sprądu nie przekracza zazwyczaj 500 V, jedynie dla dłuższych szlaków kolejowych stosują i sprąd wyższego napięcia, do 1000 V; wyjątkowo nawet nieco więcej. Skrót grozi sprądnicom spaleniem nawojów.

Przy zmiennym odbycie zasobniki stanowią tu nader dogodny i skuteczny środek wyrównania tych wahań odbytu. By z danego sprądu otrzymać sprąd napięcia odmiennego, zmuszeni jesteśmy stosować przetwornice, a więc przyrządy wirujące, które wymagają bacznej obsługi, a których sprawność pozostaje daleko poza sprawnością przetworników, t. j. przyrządów nieruchomych.

Sprądniki wchłaniają w siebie ilości sprądu, pozostające prawie w prostym stosunku do pracy wykonywanej, a rozruszają się one samoczynnie nawet pod obciążeniem. Sprądniki głównikowe znoszą bezpiecznie przeciążenia większe aniżeli bocznikowe, natomiast zwalniają one znacznie swój bieg pod wzrastającem obciążeniem.

Do **miarkowania prędkości obrotu sprądników** stosujemy przeważnie sposoby poniższe:

a. **Miarkowanie przez zmianę wzbudzenia.** W sprądnikach ilość obrotów zmienia się w odwrotnym stosunku do wzbudzenia. Możemy zatem zmieniać ilość ich obrotów w szerokich granicach, za pośrednictwem oporników, wstawianych posobnie z uzwojeniem wzbudzającem w sprądnikach bocznikowych, a obocznie z niem w głównikowych. Zwykłe sprądniki dozwalają na zmniejszenie swej ilości obrotów na 20 do 30%, a gdy ilość tę chcemy zmniejszyć jeszcze dalej, należy dobrać sprądniki przystosowane do owej wielkiej zmienności, a więc takie, których pole, przy pełnej ilości obrotów, jest względnie słabo wzbudzane. Wzbudzenie, a zatem i ilość obrotów, możemy też zmieniać bez pośrednictwa oporników (które bądź co bądź pochłaniają pewne ilości prądu), a mianowicie przez podział

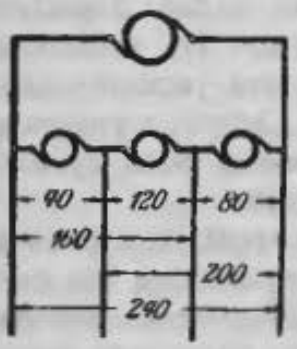
*) Nader prosty układ R. Thury'go dozwala jednak stosować wysokie napięcia sprądu, w celu przesyłu energii na wielkie odległości (np. z Moutiers do Lyonu 180 km, 58000 V). W elektrowni wysyłającej pracuje **posobnie** szereg jednakowych sprądnic, każda o napięciu 2000 do 4000 V, a w elektrowni odbiorczej podobny szereg sprądników, z których każdy napędza oddzielną sprądnicę nizkiego napięcia. Cały ten szereg sprądnic nizkonapiętych pracuje zaś **obocznie** na sieć (Czasopismo techniczne, 1907, Nr. 15).

uzwojenia wzbudzającego na pewien szereg działek, a następnie przez stopniowe wyłączanie lub włączanie poszczególnych takich działek, oraz przez ich przełączanie bądźto posobne, bądźteż oboczne.

b. **Miarkowanie przez wyłączanie poszczególnych par biegunów.** Sposób ten dozwala tylko na kilka stopniowań prędkości, o ile nie zastosujemy dodatkowo i sposobu opisanego już powyżej (pod a.). Ponieważ nadto sprądniki tego ustroju wypadają stosunkowo drożej, więc sposób ten naogół mało znajduje zastosowania.

c. **Miarkowanie przez zmiany napięcia w tworniku sprądnikowym, za pośrednictwem sieci wieloprzewodowej.** Gdy ze sieci mamy zasilać znaczną ilość sprądników, których ilości obrotów mają być zmienne w bardzo szerokich granicach, opłaci się często wykonywać sieć w układzie trój- lub wieloprzewodowym, dzieląc napięcie skrajne na kilka stopni, a to przez ustawienie oddzielnej sprądnicy między każde dwa przewody sąsiednie. Przyłączając natenczas sprądnik w miarę potrzeby to do jednych, to do drugich przewodów, otrzymać w nim możemy kilka napięć zasadniczych, dających nam tyleż prędkości zasadniczych sprądnika, a każdą z nich możemy znów dalej miarkować sposobem podanym pod a. W rys. 1243 przedstawiamy podobny układ czwórprzewodowy, o napięciu skrajnem 240 V, dozwalający (przez stosowne przełączania) działać na sprądnik sześciu rozmaitemi napięciami, a mianowicie: 40, 80, 120, 160, 200 i 240 V.

Rys. 1243.




d. **Miarkowanie sposobem Leonard'a.** Sposób amerykanina Leonard'a polega na tej samej zasadzie co sposób pod c., t. j. na zmianie napięcia, działającego na sprądnik, lecz na zmianie dowoli stopniowanej w granicach od zera aż do napięcia skrajnego. Zmianę w tak szerokich granicach i z bardzo drobnem stopniowaniem otrzymujemy przez to, że do zasilania każdego ze sprądników stawiamy oddzielną sprądnicę, której napięcie zmieniamy w granicach powyżej określonych, przez stosowną zmianę jej wzbudzenia, za pośrednictwem opornika w jej obwodzie bocznikowym. Gdy chodzi o przesył pracy ze sprądnicy do jednego tylko sprądnika, celowość tego sposobu uwydatnia się aż nazbyt dobitnie. Gdy jednak mamy napędzać liczne sprądniki z danej sieci, musimy dla każdego poszczególnego sprądnika ustawić oddzielną przetwornicę (a więc zespół sprądnika pracującego napięciem sieci i napędzanej przez niego sprądnicy), której napięcie miarkujemy dopiero wedle potrzeby i z której dopiero zasilamy sprądnik właściwy. Mimo swą złożoność sposób ten posiada wysokie zalety wielce drobnego stopniowania prędkości obrotowej i możności elektrycznego hamowania mas wirujących prawie aż do prędkości zera, a to z odzyskaniem przynależnej pracy mechanicznej w postaci prądu, wyłanianego z powrotem do sieci, rozumie się ze stratami nieodzownemi przy tego rodzaju przetwarzaniu energii. Sposób ten znajduje szerokie zasto-

sowanie, zwłaszcza do napędu wyciągarek kopalnianych, walcarek, w papierniach i t. p.

e. **Miarkowanie opornikiem w obwodzie twornikowym sprądnika.** Jest to sposób o względnie najmniejszej sprawności, gdyż w oporniku tracimy całą różnicę pracy między biegiem z pełną prędkością, a biegiem z prędkością zmiarkowaną, o ile moment obrotczy prądnika przytem się nie zmniejsza. Gdy się bowiem moment ten zmniejsza wraz z prędkością, natenczas zmniejsza się i wielkość prądu niezbędnego, a zatem względnie mniejszą będzie też i strata w oporniku. Z powodu tego naogół marnotrawnego ozysku, a zarazem z powodu wielkich wymiarów opornika, a więc i znacznych jego kosztów, sposób ten zaleca się chyba wyjątkowo, np. do napędu przewietrzników, pomp odśrodkowych i t. p. urządzeń, dla których napędu moment obrotczy zmniejsza się bardzo znacznie wraz z prędkością. Wreszcie, z powodu swej prostoty, sposób ten znajduje szersze zastosowanie i do miarkowania sprądników drobnych, których straty bieżące, podczas ich ozysku, mniej są dotkliwe.

## 2. Trójprąd.

Trójprąd nadaje się równie dobrze do oświetlenia jak i do przesyłu pracy, a dogodnym jest on zwłaszcza przy przesyle na znaczne odległości. Otrzymanie bezpośrednio z trójprądnic prądów wysoko napiętych nie przedstawia znacznych trudności, a przetwarzanie napięcia w sprawnych przetwornikach nieruchomych odbywa się z łatwością, bez strat nadmiernych i nie wymaga ustawicznego dozoru lub obsługi. Łukówki, promieniując swe światło jednakowo w górę i w dół, wymagają wprawdzie odblaśników (reflektorów), dozwalają się natomiast nader dogodnie zasilać, gdyż możemy wstawiać je bądźto w znacznej ilości posobnie w obwód wyższego napięcia, bądźteż obocznie w obwód o stosownie przetworzonem napięciu nizkiem, a nawet możemy poszczególną łukówkę zasilać oddzielnie z małego przetwornika.

Trójprądniki nienadążne możemy rozruszać pod pełnem obciążeniem (p. str. 851 i nast.), a znoszą one bezpiecznie dość znaczne przeciążenie. Ilość ich obrotów zmieniamy jednym ze sposobów poniższych:

a. **Zmiana częstotliwości** drgawek, spowodowana celową zmianą ilości obrotów trójprądnicy, zmieni też i prędkość obrotową trójprądnika w dowolnie szerokich granicach, a to bez strat w opornikach. Sposób ten, aczkolwiek bardzo prosty, dogodny i sprawny, może jednakże znaleźć zastosowanie tylko w tym przypadku, gdy dany trójprądnik (lub kilka trójprądników, wymagających spółczesnej i jednakowej zmiany prędkości) zasila się z oddzielnej trójprądnicy, wyłącznie dla niego przeznaczonej.

b. **Wyłączenie pewnej części biegunów** trójprądnika zmienia prędkość kątową pola wirującego, a więc i prędkość samego trójprądnika. Sposób ten dozwala jednakże tylko na kilka stopniowań prędkości, a nadto zwiększa on względny koszt samego trójprądnika.

c. **Trójprądnik zespolony** posiada dwa wirniki na spólnym wale i dwie stałki: Pierwszy z wirników pod wpływem pola wirującego wytwarza również trójprąd, lecz trójprąd mniej częstotliwy, a to z powodu nienadążności tego wirnika, który nie jest skrótowany. Od jego pierścieni zdawnych prowadzimy ten trójprąd mniej częstotliwy przez uzwojenie wzbudzające drugiej stałki. Mamy zatem niejako dwa trójprądniki, z których każdy wzbudza się trójprądem innej częstotliwości, a każdej częstotliwości odpowiada przynależna ilość obrotów wirnika. W układzie tym możemy otrzymać trzy stopniowania prędkości, a mianowicie: po jednym z każdego trójprądnika oddzielnie włączonego, trzecie zaś, włączając obydwa prądniki posobnie. Najmniejsza z tych prędkości jest taka, jakąby posiadał jeden trójprądnik o liczbie biegunów, równej sumie liczb biegunów w obydwóch prądnikach. Dodatkowe stopniowanie możemy otrzymać jeszcze przez zastosowanie wyłączania pewnych części z ogólnej ilości biegunów, w sposób podobny, jak powyżej pod b. Trójprądniki tego rodzaju są również bardzo kosztowne.

d. **Opornik w obwodzie wirnika** jest urządzeniem miarkującem prędkość, najszerzej stosowanem, aczkolwiek sprawność jego jest podobna, jak opornika, opisanego na str. 875 pod e., a włączanego w obwód twornikowy sprądnic. I tu bowiem, dopóki się niezbędny moment obrotczy nie zmniejszy, przechodzić będzie przez opornik prąd pełnej wielkości, a więc straty będą bardzo znaczne. Przy zmniejszającym się momencie obrotczym zmniejsza się i tu wielkość prądu, a zatem i strata. Mimo tych strat, tak z powodu swej prostoty, jak i swej podatności do trójprądników zwykłego ustroju, sposób ten znajduje szerokie zastosowanie.

## 3. Jednoprąd (rozprąd jednofazowy).

Ten rodzaj rozprądu pod względem wysokości możliwego napięcia, pod względem dogodnego przetwarzania w nieruchomych przetwornikach znacznej sprawności, wreszcie w zastosowaniu do łukówek, nie ustępuje w niczem trójprądowi, zaleca się nawet przed nim większą prostotą urządzeń.

Natomiast do przesyłu pracy trójprąd jest bardziej odpowiedni, ponieważ nie mamy jeszcze dotychczas jednoprądników (rozprądników jednofazowych) równie doskonałych jak trójprądniki. Nawet nienadążne jednoprądniki nie są zdolne do samoczynnego rozruchu, chyba że zaopatrzymy je w swoiste urządzenia rozruszne, np. w urządzenia, któreby podczas rozruchu wytwarzały pole wirujące, a to za pośrednictwem zwojnic samowznietnych. Lecz rozruszony w ten lub inny sposób jednoprądnik przystanie, gdy tylko obciążenie jego przekroczy określoną granicę. Wprawdzie w czasach najnowszych pojawiły się ustroje jednoprądników z przerządnikami, nie posiadające tych wad, skutkiem czego znajdują one zastosowanie nawet do napędu tramwajów. Należałoby jednak odczekać jeszcze wyników ozysku, by módz ocenić zaufność ich pracy.

## 4. Wybór rodzaju prądu.

1. **Sprąd** zaleca się do nienadmiernie długich sieci, zasilających wyłącznie oświetlenie, a więc pracujących przeważnie tylko wieczorem i nocą, albowiem dodanie zasobników umożliwia jednostajną pracę za dnia i wieczorem, a również i jej przerwę nocą. Do mniejszych zładów oświetlenia nadaje się sprąd nawet bez zasobników, a to z powodu względnej prostoty urządzeń przynależnych. Dalej zastosowanie sprądu jest zupełnie właściwe do napędu prądników w wytworniach nie nazbyt rozległych, zwłaszcza przy jednoczesnem zasilaniu oświetlenia. Następnie możność wyrównywania wahań odbytu zasobnikami czyni sprąd nader podatnym do napędu przyrządów, podlegających takim właśnie wahaniom, a więc do napędu żórawi, tramwajów miejskich i t. p. Niemniej właściwym będzie sprąd do napędu zamiejskich kolei elektrycznych, chyba że nadmierna długość szlaku przechyli szalę na korzyść rozprądu wyższego napięcia. Możność dogodnego przystosowania ilości obrotów sprądnika do chwilowej potrzeby czyni zastosowanie sprądów wskazanem w tych gałęziach przemysłu, które takich zmian prędkości wymagają, a więc w papierniach, drukarniach i t. p. Wreszcie w niektórych zastosowaniach elektrochemicznych, np. w galwanoplastyce i t. p., sprąd nieda się wogóle zastąpić rozprądem, chyba gdybyśmy go uprzednio sprądniali, np. za pomocą sprądniarek.

**Wybor napięcia sprądu:** W małych sieciach na oświetlenie 110 V; w bardziej rozległych lepszym będzie układ trójprzewodowy $2 \times 110$ V, a nawet dwuprzewodowy 220 V; wreszcie w sieciach bardzo rozległych zaleca się układ trójprzewodowy $2 \times 220$ V.

Na przesył pracy napięcie zależy przedewszystkiem od odległości, a stosujemy przeważnie napięcia od 110 do 500 V, wyjątkowo tylko wyższe *).

2. **Trójprąd** nadaje się do przesyłu znacznych ilości energii na dowolne, nawet bardzo wielkie odległości i do urządzeń wszelakiego rodzaju, a więc do rozległych sieci na oświetlenie i przesył pracy. Ponieważ trójprądniki mogą się obejść bez pierścieni i t. p. przyrządów zdawnych, a więc ponieważ nie iskrują, i ponieważ wszystkie części przewodzące prąd mogą w nich być osłonięte odzieżą zosobniającą, więc można je bezpiecznie stawiać i w przestrzeniach wilgotnych (w kopalniach, cukrowniach i t. p.), oraz w miejscach, w których gromadzą się tworzywa wzbuchliwe (gazy kopalniane, proch i t. p.). Wreszcie trójprądniki zwykłe, o wirnikach skrótowanych, można pozostawiać prawie bez dozoru.

**Wybór napięcia trójprądowego:**

1) Nizkie napięcia 120 do 220 V, bez przetworników, są wskazane w mniej rozległych sieciach, pracujących przeważnie na oświetlenie.

2) Średnie napięcie około 500 V, tak w trójprądnicach, jak i w miejscach odbytu zalecałoby się do sieci średniej rozległości.

3) Wysokie napięcie pierwotne, a wtórne bądźto również wysokie, bądźteż przetworzone w miejscach odbytu przetwornikami na

*) Por. dopisek na str. 873.

niższe, zaleca się na wielkie odległości, przyczem przetwarzamy nieraz napięcie do oświetlenia na względnie niższe, a do trójprądników na mniej obniżone. W rozległych sieciach miejskich napięcie pierwotne bywa 3000 do 5000 V, a do przesyłu pracy na znaczniejsze odległości 10000 V, a nawet wyżej do 60000 V.

3. **Jednoprąd** (rozprąd jednofazowy) nadaje się do rozległych sieci na oświetlenie, a również do przesyłu pracy na większe odległości, zwłaszcza do dłuższych szlaków kolei elektrycznych. Ponajczęściej jednak, z wyjątkiem zastosowania w końcu wspomnianego, sprąd lub trójprąd okaże się bardziej dogodnym.

**Wybór napięcia** jednoprądu podlega warunkom, omówionym powyżej dla trójprądu.

---

# VII. PRZEWODY.

## A. Względy ogólne, wpływające na wybór przekroju.

1. Oznaczając przekroje przewodów należy uwzględnić: **koszta nakładowe i ozyskowe, najwłaściwszą stratę napięcia, bezpieczne granice zagrzewania się przewodów,** wreszcie **przewidywane na przyszłość rozszerzenie sieci.**

**Najoszczędniejsze** będą **takie przewody**, dla których suma odsetek rocznych i umorzenia od ich kosztów, wraz z rocznemi kosztami ozysku, będzie możliwie jak najmniejsza. Do kosztów ozysku, oprócz wydatków bieżących na paliwo, obsługę, zarząd i t. p., należy doliczyć jeszcze odsetki i umorzenie od tej sumy, jaką wydać trzeba na zwiększenie mocy elektrowni w celu pokrycia strat w przewodach. W urządzeniach czasowych wypada odliczać na umorzenie odsetki stosunkowo większe.

Najdogodniej będzie dla różnych przekrojów zestawić w tablicy lub w wykresie koszta roczne, wynikające z przeprowadzania prądu przez przewody, a zazwyczaj starczy tu uwzględnienie przekrojów ustanowionych przez Związek elektrotechników niemieckich. Ze zestawienia tego przekonamy się ponajczęściej, iż pod względem oszczędności kilka przekrojów daje w przybliżeniu te same wyniki; z pomiędzy nich wypada więc wybrać ten, który najlepiej czyni zadość pozostałym warunkom.

Istotną wartość może mieć tego rodzaju obliczenie tylko wtenczas, gdy znamy z góry, lub możemy przewidzieć z dostateczną dokładnością warunki, w jakich sieć będzie pracowała, zwłaszcza koszt wytwarzania prądu, średnie odbyty przez przewody, wreszcie coroczną ilość godzin pracy podczas całego okresu umarzania. Często jednak warunków tych nie znamy, a natenczas powyżej podane obliczenie może dać wyniki bardzo dalekie od rzeczywistych. W podobnych przypadkach lepiej nawet zupełnie zaniechać owych bezce-

łowych obliczeń, ograniczając się do wyboru takich przewodów, w których **straty energii** nie byłyby nadmierne, i które dawałyby jeszcze możność rozszerzenia sieci w przyszłości.

Jeżeli przewody obliczamy na zasadzie **dozwolonej straty napięcia,** to powinniśmy uwzględnić największą wielkość prądu, przewidywaną w przyszłości, i przy takim prądzie otrzymać w miejscach jego odbytu jeszcze napięcie nie mniejsze od niezbędnego dla zasilania wchłonników prądu.

Ze względu na **dozwolone zagrzewanie się przewodów,** przez dany przekrój można przeprowadzać nie więcej jak tylko pewną określoną wielkość prądu, zależną jednak poniekąd również i od warunków postronnych, jako to: od czasu pozostawania pod tym prądem największym, od rodzaju zosobnienia przewodu, od sposobu i miejsca jego ułożenia i t. p. Przepisy Związku elektrotechników niemieckich z r. 1907 ustalają dla poszczególnych rodzajów przewodów i poszczególnych ich przekrojów największe prądy dozwolone, a mianowicie:

**1. Przewody odziane, z wyjątkiem kabli podziemnych.**

| Przekrój mm² | Największy prąd: A | Przekrój mm² | Największy prąd: A | Przekrój mm² | Największy prąd: A | Przekrój mm² | Największy prąd: A |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,75 | 9 | 10 | 43 | 95 | 240 | 400 | 640 |
| 1 | 11 | 16 | 45 | 120 | 280 | 500 | 766 |
| 1,5 | 14 | 25 | 100 | 150 | 325 | 625 | 880 |
| 2,5 | 20 | 35 | 125 | 185 | 380 | 800 | 1050 |
| 4 | 25 | 50 | 160 | 240 | 450 | 1000 | 1250 |
| 6 | 31 | 70 | 200 | 310 | 540 | | |

**2. Podziemne kable jednotorowe na sprąd do 700 V, bez drutu dozorczego *).**

| Przekrój mm² | Największy prąd: A | Przekrój mm² | Największy prąd: A | Przekrój mm² | Największy prąd: A | Przekrój mm² | Największy prąd: A |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1,0 | 24 | 16 | 130 | 120 | 450 | 500 | 1035 |
| 1,5 | 31 | 25 | 170 | 150 | 510 | 625 | 1190 |
| 2,5 | 41 | 35 | 210 | 185 | 575 | 800 | 1380 |
| 4 | 55 | 50 | 260 | 240 | 670 | 1000 | 1585 |
| 6 | 70 | 70 | 320 | 310 | 785 | | |
| 10 | 95 | 95 | 385 | 400 | 910 | | |

*) Kablem jednotorowym zwiemy kabel przeznaczony na przewód dla jednego prądu; dwutorowym dla dwóch prądów, np. wysyłanego z elektrowni i powracającego do niej; trójtorowym dla trzech prądów, np. dla trzech faz trójprądu. Każdy taki tor może się jednak składać z dowolnej ilości drutów, a nawet żył.

**8. Podziemne kable wielotorowe.**

| Przekrój mm² | Największy prąd w A na napięcia do 3000 V; kable o torach niespółosiowych 2-torowe | 3-torowe | 4-torowe | o torach spółosiowych 2-torowe | 3-torowe | Przekrój mm² | Największy prąd w A na napięcia od 3000 do 10000 V; kable o torach niespółosiowych 2-torowe | 3-torowe | 4-torowe |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 42 | 37 | 34 | — | — | 4 | — | — | — |
| 6 | 53 | 47 | 43 | — | — | 6 | — | — | — |
| 10 | 70 | 65 | 57 | 70 | 55 | 10 | 65 | 60 | 55 |
| 16 | 95 | 85 | 75 | 90 | 75 | 16 | 90 | 80 | 70 |
| 25 | 125 | 110 | 100 | 120 | 100 | 25 | 115 | 105 | 95 |
| 35 | 150 | 135 | 120 | 145 | 120 | 35 | 140 | 125 | 115 |
| 50 | 190 | 165 | 150 | 180 | 150 | 50 | 175 | 155 | 140 |
| 70 | 230 | 200 | 185 | 220 | 185 | 70 | 215 | 190 | 170 |
| 95 | 275 | 240 | 220 | 270 | 220 | 95 | 255 | 225 | 205 |
| 120 | 315 | 280 | 250 | 310 | 255 | 120 | 290 | 260 | 240 |
| 150 | 360 | 315 | 290 | 360 | 290 | 150 | 335 | 300 | 275 |
| 185 | 405 | 360 | 330 | 405 | 330 | 185 | 380 | 340 | 310 |
| 240 | 470 | 420 | 385 | 470 | 385 | 240 | — | — | — |
| 310 | 545 | 490 | 445 | 550 | 455 | 310 | — | — | — |
| 400 | 635 | 570 | — | 645 | 530 | 400 | — | — | — |

W przewodach o bardzo zmiennej wielkości prądu chwilowa jego wielkość może przekraczać granice, określone w tablicach (np. w przewodach do wyciągarek kopalnianych, do walcarek i t. p.). Tablice dla kabli podziemnych liczono w założeniu zagrzania się o 25° C, a głębokości ułożenia 0,7 m pod powierzchnią ziemi, wreszcie w założeniu, że w spólnym rowie leżą co najwyżej obok siebie dwa kable i oddzielny przewód obojętny. Układając więcej kabli w spólnym rowie, lub układając kable w kanałach, należałoby stosować wielkości prądu, zmniejszone do $^3/_4$ wartości podanych w tablicy. Kable wielokrotne znajdują szersze zastosowanie do przesyłu pracy niż kable jednoprzewodowe.

2. Który z podanych na wstępie trzech względów ma być rozstrzygającym przy doborze przekroju sieci, zależy przedewszystkiem od jej rodzaju:

W sieciach na **wyłączny przesył pracy** wahania napięć są mniej szkodliwe: należy przeto obliczyć przekroje sieci w ten sposób, aby dała możliwie jak największe oszczędności, o ile posiadamy dostateczne dane, niezbędne do takiego obliczenia; w przeciwnym zaś razie obliczamy sieć tak, aby stracona w niej energia była możliwie względnie mała. Sieć, obliczoną w jeden lub drugi ze sposobów powyższych, należy jeszcze sprawdzić na jej zagrzewanie się.

**W sieciach na oświetlenie,** a mianowicie wyłącznie na oświetlenie, albo na oświetlenie i na przesył pracy łącznie, należy przedewszystkiem wyróżnić przewody dosyłowe od rozsyłowych.

Przez przewody dosyłowe dosyłamy prąd z elektrowni do pewnej ilości punktów dosyłowych, z których bierze początek sieć rozsyłowa, rozprowadzająca dalej prąd od punktów dosyłowych do poszczególnych miejsc odbytu prądu. Ta część sieci powinna posiadać możliwie układ okrężny, t. j. taki, aby każdy odbiorca mógł otrzymywać prąd z dwóch stron sieci, a więc aby nie był pozbawiony prądu na wypadek przerwania się sieci po jednej stronie, a zarazem, aby zmiany odbytu w poszczególnych miejscach lepiej się wyrównywały w sieci. Straty napięcia w przewodach dosyłowych mogą być względnie większe, gdyż przy mniejszym odbycie, a więc przy mniejszych stratach napięcia, możemy mimo to otrzymywać dość jednostajne napięcie w punktach dosyłowych, mianowicie przez stosowne obniżanie napięcia w elektrowni. W sieci rozsyłowej natomiast spadek napięcia powinien być względnie mały, aby przy niezmiennem napięciu w punktach dosyłowych, wahania napięcia u wchłonników prądu były możliwie nieznaczne, bez względu na chwilową wielkość odbytu. Przewody dosyłowe, obliczone z wyłącznem uwzględnieniem oszczędności, posiadałyby przekroje tak małe, że wobec niejednakowych zmian odbytu z poszczególnych punktów dosyłowych, pojawiałby się w nich musiały wahania napięcia, przekraczające już granice dozwolone. Przewody dosyłowe wypada zatem obliczać na zasadzie założonych strat napięcia, a sprawdzać na ich zagrzewanie się. Wyłącznie względami oszczędności możemy się kierować tylko w tym przypadku, gdy za pośrednictwem oddzielnych oporników będziemy mogli utrzymywać napięcie w przybliżeniu niezmienne w każdym z poszczególnych punktów dosyłowych.

Straty napięcia w sieci rozsyłowej należałoby tak dobrać, aby wahania napięcia u krańców żarówek nie przekraczały $1{,}5^0/_0$; łukówki natomiast znoszą większe wahania, z czego można skorzystać w ich sieciach lub przewodach, do których się żarówki nie przyłączają.

## B. Obliczanie przekrojów przewodowych.

### Opór $R$ i waga $G$ na 1000 m przewodu miedzianego.

| $q$ mm² | $R$ omów Ω | $G$ kg | $q$ mm² | $R$ omów Ω | $G$ kg | $q$ mm² | $R$ omów Ω | $G$ kg |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,75 | 23,33 | 6,7 | 25 | 0,700 | 225 | 240 | 0,0729 | 2160 |
| 1,0 | 17,50 | 9,0 | 35 | 0,500 | 315 | 310 | 0,0565 | 2790 |
| 1,5 | 11,67 | 13,5 | 50 | 0.350 | 450 | 400 | 0,0438 | 3600 |
| 2,5 | 7,00 | 22,5 | 70 | 0.250 | 630 | 500 | 0,0350 | 4500 |
| 4 | 4,38 | 36 | 95 | 0,184 | 855 | 625 | 0,0280 | 5625 |
| 6 | 2,92 | 54 | 120 | 0,146 | 1080 | 800 | 0,0219 | 7200 |
| 10 | 1,75 | 90 | 150 | 0,117 | 1350 | 900 | 0,0194 | 8100 |
| 16 | 1,09 | 144 | 185 | 0,095 | 1665 | 1000 | 0,0175 | 9000 |

W tablicy powyższej przewody (z wyjątkiem 900 mm² przekroju) zestawiono podług norm przepisanych przez Związek, opór zaś obliczono na zasadzie oporności właściwej $c = 0{,}0175 = 1 : 57$, przy 15° C (por. str. 789), wreszcie wagę przewodów oznaczono na zasadzie ciężkości właściwej drutu miedzianego 9,0.

We wzorach poniższych stosujemy znakowanie:

$E_1$ — napięcie w V na początku, a
$E_2$ — na końcu linii, mierzone między dwoma przewodami,
$N_1$ — moc, wyrażona w watach, przy napięciu $E_1$,
$N_2$ — takaż moc przy napięciu $E_2$,
$R$ — opór w omach jednego całego przewodu, t. j. o długości pojedynczej, od początku do końca linii,
$J$ — wielkość prądu w amperach,
$q$ — przekrój jednego przewodu, w mm²,
$l$ — długość jednego przewodu, w m,
$\delta$ — spad napięcia w jednym przewodzie, w V,
$x$ — stratność na mocy we wszystkich przewodach, wyrażona w % odbytu mocy z końca linii,
$\varphi_1$ — rozsuw prądu względem napięcia na początku linii rozprądowej,
$\varphi_2$ — takiż rozsuw na końcu tejże linii.

## 1. Przewody na odbyt prądu wyłącznie z końca linii.

Przypadek ten zachodzi, np. w przewodach dosyłowych, albo też przy przesyle pracy, gdy każdy prądnik otrzymuje prąd z elektrowni przez oddzielny przewód. Zasady obliczenia dla poszczególnych rodzajów prądów podajemy poniżej:

### α. Sprąd.

**Strata napięcia** wyraża się wzorem:

$$E_1 - E_2 = 2 J R.$$

**Strata mocy** będzie:

$$N_1 - N_2 = 2 J^2 R.$$

**Przekrój przewodu** miedzianego otrzymamy:
Dla danego spadu $\delta$ napięcia:

$$q = \frac{J l}{57 \delta},$$

a dla danej stratności na mocy:

$$q = \frac{N_2 \cdot 2 l \cdot 100}{57 \cdot x E^2_2} \text{ *) (dla miedzi).}$$

*) Dla zwykłych żarówek, wchłaniających po 55 watów, można wzór powyższy zastąpić poniższym, w którym $n$ oznacza liczbę takich żarówek zasilanych:

$$q = \frac{55 n \cdot 2 l \cdot 100}{57 x E_2^2} = 198 \frac{n \cdot l}{x E_2^2}, \text{ w mm}^2.$$

### β. Jednoprąd i trójprąd.

Gdy ani przewód, ani wchłonnik prądu nie posiada samowzniety, można przewody jednoprądowe obliczać podług wzorów, podanych powyżej dla sprądu. Natomiast przy samowzniecie, powodującej rozsuw $\varphi_2$, obliczamy przekrój przewodu, na zasadzie stratności $x$, ze wzorów:

a) dla **jednoprądu**: $q = \frac{N_2 2l100}{57\, x\, E_2^2 \cos^2 \varphi_2}$ (dla miedzi),

b) dla **trójprądu**: $q = \frac{N_2 l100}{57\, x\, E_2^2 \cos^2 \varphi_2}$ (dla miedzi).

Wzory powyższe wykazują, że w trzech przewodach trójprądu (na przesył danej ilości energii, przy jednakowych: stratności, rozsuwie i odległości) zużyjemy tylko $^3/_2 \cdot {}^1/_2 = {}^3/_4$ tej ilości miedzi, jakiej wymagają dwa przewody jednoprądu.

**Moc rozprądów** wyraża się wzorami:

| dla jednoprądu: | dla trójprądu: |
|---|---|
| $N_1 = E_1 J \cos \varphi_1$, | $N_1 = E_1 J \cos \varphi_1 \sqrt{3}$, |
| $N_2 = E_2 J \cos \varphi_2$, | $N_2 = E_2 J \cos \varphi_2 \sqrt{3}$, |

Wartość $\cos \varphi_2$ pozostaje w zależności od rodzaju odbytu: dla żarówek $\cos \varphi_2 = 1$; dla łukówek wartość ta jest tylko nieco mniejsza; natomiast w pełnoobciążonych rozprądnikach nienadążnych $\cos \varphi_2 = 0{,}9$ do $0{,}6$, w nieobciążonych jeszcze mniejsza.

**Strata $N_s$ mocy** we wszystkich przewodach wyraża się wzorami:

dla **jednoprądu**: $N_s = 2 J^2 R$, dla **trójprądu**: $N_s = 3 J^2 R$.

**Strata $E_1 - E_2$ napięcia rozprądów** składa się ze strat od oporu omicznego, oraz ze strat od samowzniety, która jednakże, zmniejszając napięcie, nie powoduje straty na mocy.

Strata $\delta_0$ napięcia od oporu omicznego wyraża się wzorami:

dla **jednoprądu**: $\delta_0 = 2 J R$ (jak dla sprądu),

dla **trójprądu**: $\delta_0 = J R \sqrt{3}$,

w których $R$ oznacza opór jednego przewodu.

Gdy kabel zawiera w sobie obydwa przewody jednoprądu, wzgl. wszystkie trzy (a nawet cztery, t. j. wraz z obojętnym) przewody trójprądu, natenczas można zaniedbać jego samowznietność. Gdy naodwrót kabel opancerzony taśmą żelazną zawiera w sobie tylko jeden przewód, to jego samowznieta jest tak wielka, że tego rodzaju kable jednotorowe stają się wprost niezdatnymi na przewody rozprądu.

Strata $e_s$ napięcia od samowzniety posiada względnie do prądu przesuw 90°, a otrzymamy ją dla **jednego przewodu** ze wzoru:

$$e_s = k p l J,$$

którym $l$ oznacza długość przewodu w **km**, $p$ częstotliwość drgawek (na sek.), wreszcie $k$ spółczynnik zależny od przekroju i wzajemnego położenia przewodów.

**Wartości spółczynnika $k$ samowzniętności dla przewodów miedzianych.**

| Przekrój przewodu w mm² | Spółczynnik $k$, gdy przewody leżą w odstępie wzajemnym: 50 cm | 100 cm |
|---|---|---|
| 10 | 0,00645 | 0,0073 |
| 16 | 0,00622 | 0,0071 |
| 25 | 0,00595 | 0,0068 |
| 35 | 0,00573 | 0,0066 |
| 50 | 0,00551 | 0,0064 |
| 70 | 0,0053 | 0,0062 |
| 95 | 0,0051 | 0,0061 |
| 120 | 0,00495 | 0,0059 |

Całkowita strata napięcia we wszystkich przewodach, spowodowana samowzniętą, będzie:

dla jednoprądu: $E_s = 2kplJ$,

dla trójprądu: $E_s = \sqrt{3}kplJ$.

**Pojemność elektryczna** przewodów, a zwłaszcza kabli, zwiększa wprawdzie nieco napięcie w ich końcach, wpływ jej można jednak naogół zaniedbać w sieciach na oświetlenie lub przesył pracy. Natomiast należy go bacznie uwzględniać, np. w długich kablach telegraficznych i telefonowych, a również przy przesyle pracy na bardzo wielkie odległości i z bardzo wysokiem napięciem.

Z warunków zadania znamy zazwyczaj $N_2$, oraz $\cos\varphi_2$, a wypada dobrać stosownie wartości $E_1$, wzgl. $E_2$. Ponajczęściej dogodnie będzie założyć wartość $E_2$ i podług niej obliczyć niezbędną wielkość prądu, następnie przekrój potrzebny, wreszcie stratę napięcia, a z niej $E_1$.

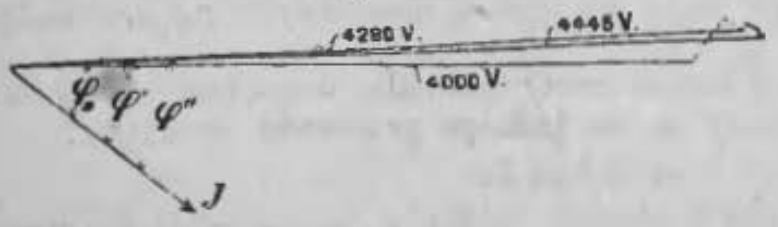
W sieci napowietrznej z przetwornikami całkowita strata napięcia składa się zatem:

1. ze straty napięcia od oporu omicznego i od samowzniety w przewodach;
2. ze straty napięcia od oporu omicznego i od samowzniety w przetwornikach.

Straty napięć możemy też obliczać wykreślnie, a sposób ten objaśniamy na przykładzie poniższym:

**Przykład** obliczenia zładu **trójprądowego**. Z elektrowni mamy zasilać na odległość 10 km 50-ma kilowatami oświetlenie ($\cos\varphi_2 = 1$), a na 3 km dalej dostarczać jeszcze 300 kilowatów trójprądnikom ($\cos\varphi_2 = 0{,}8$). W miejscach odbytu stawiamy przetworniki, w których przetwarzać będziemy wysokie napięcie linii na niższe napięcia odbytowe, a mianowicie 120 V dla oświetlenia, a 500 V dla prądników. Napięcie pierwotne w przetworniku końcowym ma być 4000 V + straty w samym przetworniku, a napięcie to ma w elektrowni wytwarzać bezpośrednio trójprądnica, o częstotliwości drgań $p = 50$ na sek.

Rys. 1244.



Podług obliczenia wstępnego oceniamy, że przekroje w pierwszej, 10-kilometrowej działce będą: 3 po 50 mm², w drugiej zaś 3 po 35 mm².

W rys. 1244 kreślimy (w dowolnej wymiarce) pierwotne napięcie przetwornika: 4000 V, a pod kątem $\varphi_2$, którego $\cos\varphi_2 = 0{,}8$, kreślimy kierunek prądu $J$. Z końca napięcia pierwotnego odcinamy stratę napięcia od samowzniety przetwornika, t. j. 8% od 4000, czyli 320 V, jako kresę w kierunku prostopadłym do $J$, a z końca tej kresy odcinamy omiczną stratę napięcia w przetworniku, o wartości 3% od 4000, czyli 120 V, jako kresę w kierunku równoległym do $J$. Napięcie wynikowe przedstawi się bokiem zamykającym wielobok, a więc łączącym koniec ostatniej kresy z początkiem napięcia pierwotnego, a będzie ono (podług wymiarki) 4280 V. Dołączamy straty w przewodzie, a mianowicie w sposób następujący: Zakładając sprawność przetwornika na 0,96, a rozsuw: $\cos\varphi' = 0{,}77$, otrzymamy wielkość prądu, niezbędną na wydanie 300 KW ze wzoru:

$$N = \eta \cdot EJ\cos\varphi\sqrt{3}, \text{ czyli:}$$

$$J = \frac{N}{\eta E\cos\varphi\sqrt{3}} = \frac{300000}{0{,}96 \cdot 4280 \cdot 0{,}77 \cdot 1{,}7321} = 54{,}7 \text{ A.}$$

Mamy trzy przewody po 35 mm² przekroju i po 3 km długie, czyli o oporze omicznym (podług tablicy ze str. 881) po 3 km $\times$ 0,5 = 1,5 Ω, a więc obliczamy stratę napięcia ze wzoru:

$$JR\sqrt{3} = 54{,}7 \cdot 1{,}5 \cdot 1{,}732 = \sim 142 \text{ V.}$$

Zakładając nadto, że przewody leżą w odstępie wzajemnym po 50 cm, otrzymamy z tabl. str. 884 spółczynnik samowzniętności $k = 0{,}00573$.

Przynależną stratę napięcia otrzymamy ze wzoru:

$$E_s = \sqrt{3} \cdot kpJ = 1{,}732 \cdot 0{,}00573 \cdot 50 \cdot 3 \cdot 54{,}7 = 82 \text{ V.}$$

Składamy dalej wielobok, dostawiając do końca otrzymanej poprzednio wynikowej (4280 V) wyniki obliczeń powyższych, a mianowicie: 82 V $\perp$ $J$, a następnie 142 $\parallel$ $J$ poczem otrzymamy bok zamykający: 4445 V, oraz rozsuw $\varphi''$.

Całkowitą stratę mocy obliczamy ze wzoru (str. 883):

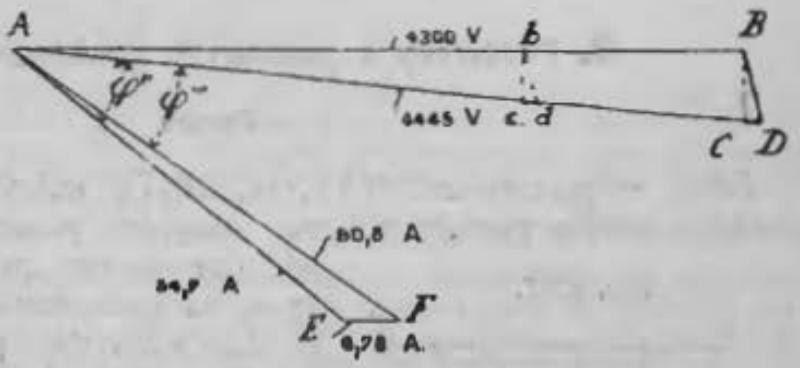
$$N_s = 3J^2R = 3 \cdot 54{,}7^2 \cdot 1{,}5 = 13464 \text{ W,}$$

a z zapasem liczyć będziemy 13,6 KW.

W przetworniku na oświetlenie liczymy znów 8% straty napięcia od samowzniety, a 3% od oporu omicznego, a to względnie do nieznanego nam jeszcze napięcia prądotwórczego w tymże przetworniku.

Rys. 1245 przedstawia wykres wartości przy przetworniku na światło, t. j. między obydwiema działkami linii: W dowolnej, większej wymiarce kreślimy poziomą $Ab = 100$, pionową $bc = 8$ (8% straty napięcia od samowzniety w przetworniku), następnie poziomą $cd = 3$ (3% straty napięcia od oporu omicznego w przetworniku), wreszcie na prostej $Ad$ odcinamy we wymiarce napięć: $AD = 4445$ V, t. j. znane już z poprzedniego wykresu napięcie w początku drugiej działki przewodu, będące zarazem napięciem międzykrańcowem przetwornika. Kreślimy $DB \parallel db$, a otrzymamy $AB = 4300$ V jako napięcie prądotwórcze przetwornika. Całkowitą stratę $DB$ możemy uważać za złożoną z omicznej $CD$ i samowzniętnej $BD$. Stosunek przetwarzania w przetworniku na oświetlenie będzie zatem 4300 : 120.

Rys. 1245.



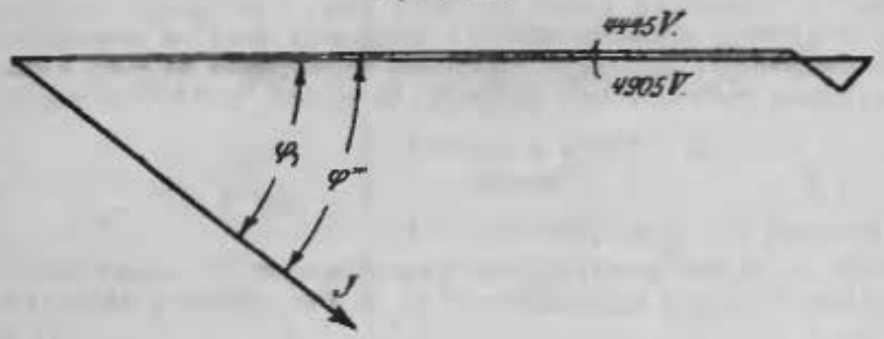

Następnie kreślimy $AE = J = 54{,}7$ A, t. j. znaną już z poprzedniego obliczenia wielkość prądu w trzykilometrowej, drugiej działce, a mianowicie pod kątem $DAE = \varphi''$, którego wartość otrzymaliśmy już z wykresu rys. 1244. Sprawność mocy przetwornika na oświetlenie liczymy znów 0,96, a otrzymamy wielkość prądu pierwotnego, niezbędnego na wydanie 50 KW prądu wtórnego, ze wzoru:

$$J_s = \frac{50 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 4445 \cdot 096} = 6{,}78 \text{ A.}$$

Wielkość tę odcinamy z $E$, jako kresę równoległą do napięcia prądotwórczego (bo oświetlenie nie powoduje rozsuwu), a bok zamykający trójkąt wielkości prądów, t. j. $AF = 60{,}6$ A, przedstawia nam całkowitą wielkość prądu w działce pierwszej, kąt $\varphi'''$ zaś przynależny rozsuw w końcu tejże działki.

W rys. 1246 przedstawiamy wreszcie wykres, dotyczący tej pierwszej działki przewodów o przekroju po 50 mm², a długości po 10 km. W tablicy na str. 881 opór na 1 km przewodów 50 mm² podano na 0,35 Ω, na 10 km będzie zatem 3,5 Ω, a strata omiczna: $JR \mid 3 = 60{,}6 \cdot 3{,}5 \cdot 1{,}732 = 366$ V. Gdy przewody i w tej działce są ułożone w odstępach wzajemnych po 50 cm, natenczas otrzymamy z tablicy (str. 884) wartość $k =$

Rys. 1246.




$= 0{,}00551$, a stratę napięcia od samowzniety:

$$E_s = \mid 3\, k p l J = 1{,}732 \cdot 0{,}00551 \cdot 50 \cdot 10 \cdot 60{,}6 = 294 \text{ V}.$$

W rys. 1246 kreślimy napięcie w końcu działki, t. j. 4445 V, a prąd $J$ pod kątem $\varphi'''$, wziętym z rysunku poprzedniego. Z końca napięcia 4445 V kreślimy: stratę omiczną 366 V $\parallel J$, dalej stratę od samowzniety, t. j. 294 V $\perp J$, a bok zamykający w tym czworoboku określi nam napięcie na początku linii, a więc w elektrowni: $E_1 = 4905$ V. oraz jego rozsuw $\varphi_1$, względem prądu $J$, którego wielkość obliczyliśmy już powyżej 60,6 A.

Strata mocy w tym przewodzie będzie:

$$N_s = 3I^2 R = 3 \cdot 60{,}6^2 \cdot 3{,}5 = 38560\, W = 38{,}6 \text{ KW}.$$

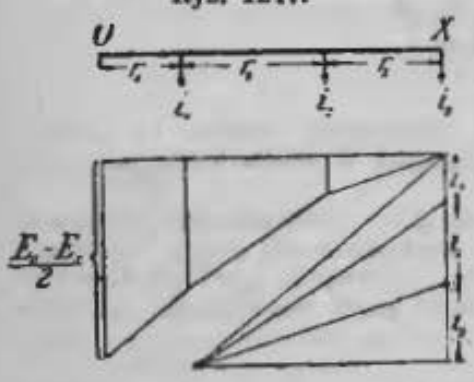
**Uwaga.** Gdy napięcie początkowe $E_1$ jest z góry dane, np. w razie przyłączeń do istniejącej sieci wysokiego napięcia, natenczas przeprowadzamy obliczenie dwukrotnie, a mianowicie: w obliczeniu wstępnem zakładamy napięcie $E_2$ w końcu, oceniając doraźnie spadek napięcia sieci, i podług niego oznaczamy przybliżoną wielkość prądu pierwotnego i jego rozsuw w poszczególnych przetwornikach. Podług tych znanych wielkości obliczamy istotną stratę napięcia sieci i powtarzamy obliczenie przetworników.

## 2. Przewody o posobnych punktach odbytu.

### a. Sprąd.

Jeżeli w przewodzie $OX$ (rys. 1247), który zasila poszczególne, posobnie leżące punkty odbytu, długości poszczególnych jego działek oznaczymy przez $l_1$, $l_2 \ldots$ w m, opory w tych działkach przez $r_1$, $r_2 \ldots$ w $\Omega$, wielkości prądów wyłanianych z poszczególnych punktów odbytu przez $i_1$, $i_2 \ldots$ w A, to spad $\delta$ napięcia od punktu początkowego $O$, aż do końca $X$ **pary** takich przewodów równoległych, wyrazi się wzorem:

Rys. 1247.




$$\delta = E_0 - E_x = 2\,[(i_1 + i_2 + i_3)\, r_1 + (i_2 + i_3)\, r_2 + i_3\, r_3]$$

$$\frac{\delta}{2} = \frac{E_o - E_x}{2} = [i_1 r_1 + i_2 (r_1 + r_2) + i_3 (r_1 + r_2 + r_3)] .$$

Postać wzoru powyższego jest zupełnie podobna do postaci wzoru na moment statyczny odbytów $i_1 . i_2 \ldots$, względem punktu początkowego $O$. Spad napięcia możemy zatem wykreślać w sposób zupełnie podobny, jak wykreślamy momenty statyczne, a więc posiłkując się wielobokiem sił i wielobokiem sznurowym (p. T. I str. 164), a dogodny sposób doboru wymiarek podano w uwadze odsyłaczowej na str. 888.

Gdy przewód posiada przekrój niezmienny, natenczas opory $r$ poszczególnych działek pozostają w prostym stosunku do długości tychże działek. W takim przypadku całkowity spad napięcia, aż do końca przewodu jest taki sam, jakiby się pojawił, gdyby prąd całej wielkości przepływał od początku przewodu aż do środka ciężkości odbytów, obliczonego dla przewodu, który wyobrażamy sobie jako rozciągnięty po linii prostej. Jeżeli zatem punkty odbytu leżą na przewodzie w jednakowych odstępach wzajemnych, a wielkości poszczególnych odbytów są jednakowe i przekrój przewodu się nie zmienia, to całkowity spad napięcia będzie równy temu, jakiby się pojawił, gdyby prąd równy sumie odbytów płynął od początku aż do punktu połowiącego przewód. Jeżeli w przewodzie miedzianym, o niezmiennym przekroju $q$ i przewodności 57, moment statyczny odbytu $i_1$, $i_2 \ldots$ oznaczymy przez $S$, a więc:

$$S = i_1 l_1 + i_2 (l_1 + l_2) + i_3 (l_1 + l_2 + l_3) \ldots ,$$

to całkowity spad napięcia w parze takich przewodów będzie:

$$\delta = \frac{2 S}{57 q} ,$$

a na odwrót dla danego spadu $\delta$ niezbędny przekrój przewodu będzie:

$$q = \frac{2 S}{57 \delta} .$$

Uwaga. W zładach domowych mamy często przyrządy oświetlające jednakowego rodzaju i wielkości, dotychczas ponajczęściej żarówki o wchłonie 55 watów, czyli pół ampera, przy napięciu 110 wolt. Jeżeli we wzorze powyższym na $S$, zamiast wartości $i_1$, $i_2 \ldots$, podstawimy ilości żarówek zasilanych z danego punktu odbytu, licząc po dwie żarówki na każdy amper, a więc $i = \frac{n}{2}$ ($n$ oznacza ilość żarówek w danym punkcie odbytu), to możemy wzory powyższe przekształcić na dogodniejsze przy obliczaniu takich zładów domowych. Ponieważ jednak obecnie wchodzą coraz to bardziej w użycie żarówki przeróżnych rodzajów (zwykłe, nernstówki, tantalówki, osmówki i t. p.) i wchłonów, więc nie podajemy wzorów w ten sposób przekształconych, gdyż czytelnik dla znanego wchłonu danych żarówek, sam łatwo uskuteczni niezbędne podstawienia.

### β. Jednoprąd i trójprąd.

Wzory powyższe można zastosować i do obliczenia przewodów rozprądowych, uwzględniając jednakże właściwości rozprądów, podane na str. 833 i nast. Rozsuw $\cos \varphi$ można zastąpić często średnią jego wartością, co ułatwi nieraz obliczenie. Przewody trójprądowe obliczamy zazwyczaj w założeniu jednakowego odbytu z po-

szczególnych faz i przy projektowaniu należy też dążyć do tego, aby odbyt istotnie rozkładał się możliwie równomiernie na wszystkie trzy fazy.

### 3. Przewody w sobie zamknięte.

#### a. Sprąd.

α) **Napięcie możliwie jednakowe we wszystkich punktach odbytu** (stosowane zazwyczaj w sieciach oświetlenia).

Przewody dosyłowe obliczamy podług danych powyżej pod 1.

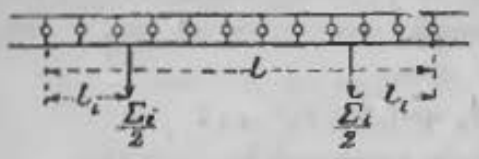
Przewody rozsyłowe, leżące między punktami dosyłowymi, obliczamy natomiast w sposób następujący:

Jeżeli odnogi (względnie żarówki i t. p.) są równomiernie rozłożone na długość $l$ przewodu, to największy spad napięcia (w założeniu, że w obydwóch końcach tego przewodu panuje jednakowe napięcie) wyrazi się wzorem:

$$\Delta e = 2 \frac{\Sigma i}{2} \frac{r}{4},$$

w którym $\Sigma i$ oznacza sumę odbytów prądu wzdłuż całego przewodu o długości $l$, $r$ zaś jego opór (p. rys. 1248).

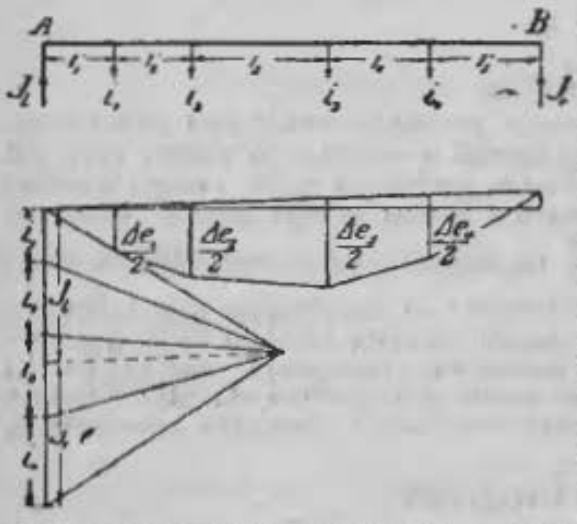
Rys. 1248.



Gdy się odbyt prądu rozkłada nierównomiernie wzdłuż przewodu, natenczas największy spad napięcia oznaczymy najdogodniej sposobem wykreślnym (p. rys. 1249).

Wykreślamy wielobok sił, biorąc poszczególne odbyty prądu za siły, a z niego i z danych odstępów między punktami odbytu, wyrażonych w jednostkach oporu zamiast długości, kreślimy wielobok sznurowy (por. T. I str. 164). Rzędne tego wieloboku, mierzone od boku zamykającego, przedstawiają nam wielkość spadu napięcia w przynależnych punktach przewodu. Odstęp biegunowy powinien być równy jednostce oporu, a gdyby taki odstęp był niedogodny dla wykresu, to bierzemy dogodną wielokrotność tej jednostki, w takim razie jednak wypada i rzędne tyleż razy pomnożyć dla otrzymania istotnych spadów. Jeżeli odstępy $r_1$, $r_2$... obliczyliśmy podług oporu jednego tylko przewodu, np. doprowadzającego, to spad z uwzględnieniem obydwóch przewodów będzie dwa razy większy od otrzymanego we wykresie *).

Rys. 1249.



*) Jeżeli dobierzemy wymiarki: 1 A = 0,5 mm, 1 Ω = 100 mm, odstęp biegunowy zaś, jako równy połowie jednostki oporu czyli 50 mm, to wymiarka rzędnych będzie: 1 V = $\frac{100 \cdot 0{,}5}{50}$ = 1 mm. Jeżeli odstępy wykreśliliśmy podług oporów jednego tylko z pary przewodów, to każdy mm rzędnej przedstawiać będzie: spad 2 V dla sprądu i jednoprądu, a ] 3 V = 1,732 V dla trójprądu.

Kreśląc przez biegun wieloboku sił (wielkości prądów) równoległą do boku zamykającego wielobok sznurowy (linia przerywana w rys. 1249), otrzymamy dwie kresy $J_r$ i $J_l$, przedstawiające nam wielkości prądu, jakie dopływają z jednego, względnie z drugiego końca przewodu.

Przy projektowaniu **sieci elektrowni miejskich** *) trudno z góry przewidzieć, jak się w istocie rozdzielą wielkości odbytów wzdłuż przewodów, wobec czego najwłaściwszem, a zarazem najprostszem będzie założenie, że odbyt rozkłada się równomiernie na całą długość danego przewodu, a natenczas możemy obliczać przewody, t. j. ich przekroje, wzgl. spady napięcia, podług wzoru powyżej podanego, bez potrzeby uciekania się do sposobów wykreślnych. Natomiast wykreślanie spadów napięcia zaleca się w tym przypadku, gdy z danego przewodu przewidujemy w przyszłości dalsze odgałęzienia sieci, albo w przypadku, gdy z góry przewidzieć możemy, że w pewnych punktach danego przewodu będzie odbyt znaczniejszy, np. do teatru i t. p.

*β)* **Napięcia niejednakowe w poszczególnych punktach dosyłowych** (co stosuje się zazwyczaj w sieciach na przesył pracy).

Przy obliczaniu takich sieci zaleca się postępowanie następujące: Odbyty między każdą parą sąsiednich punktów dosyłowych rozdzielamy w sposób właściwy na te dwa punkty, otrzymując w ten sposób ostatecznie odbyt prądu w każdym poszczególnym punkcie dosyłowym. Następnie zestawiamy kolejno tyle wykazów prądów, ile mamy punktów dosyłowych, a to w założeniu, że zawsze tylko jeden z tych punktów ma swój pełen odbyt, pozostałe zaś są nieczynne. Sumując wyniki tych poszczególnych wykazów prądów, otrzymamy wykaz wynikowy dla całej sieci i dla danych odbytów z poszczególnych punktów dosyłowych. Sposób ten zaleca się przedewszystkiem swą prostotą, a również i łatwością sprawdzania poszczególnych składowych wykazów prądowych, których wynikowe otrzymujemy przez proste sumowanie.

**Przykład**: Mamy obliczyć sieć przedstawioną w rys. 1250, o trzech punktach dosyłowych $A$, $B$, $C$, połączonych przewodami o oporach $w_1$, $w_2$, $w_3$. Z każdego z tych przewodów mamy po jednym odbycie: $i_1$, $i_2$, $i_3$ w punktach, które dzielą opór $w_1$, $w_2$, wzgl. $w_3$ na części: $w_1 a$, $w_1 b$; $w_2 b$, $w_2 c$; $w_3 c$, $w_3 a$. Odbyty $i_1$, $i_2$, $i_3$ rozdzielamy między sąsiednie punkty dosyłowe, a mianowicie w ilościach:

$$\text{z odbytu } i_1 \text{ na } A \text{ ilość: } i_1 \frac{w_1 b}{w_1}, \text{ na } B \text{ ilość: } i_1 \frac{w_1 a}{w_1};$$

$$\text{z odbytu } i_2 \text{ na } B \text{ ilość: } i_2 \frac{w_2 c}{w_2}, \text{ na } C \text{ ilość: } i_2 \frac{w_2 b}{w_2};$$

$$\text{z odbytu } i_3 \text{ na } C \text{ ilość: } i_3 \frac{w_3 a}{w_3}, \text{ na } A \text{ ilość: } i_3 \frac{w_3 c}{w_3}.$$

*) Por. Przegląd Techn. 1905, № 16 i 21. Z. Berson, Obliczanie sieci elektrycznych w praktyce.

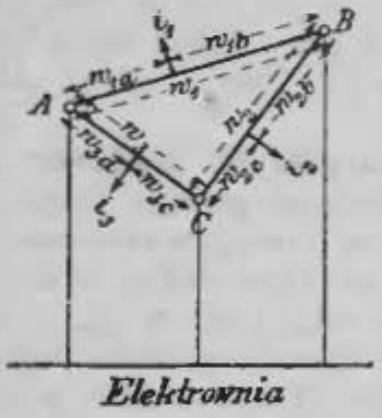
Odbyty $J_A$, $J_B$, $J_C$ z punktów dosyłowych $A$, $B$, $C$ otrzymamy przez proste sumowanie ilości na nie przypadających, a więc:

$$J_A = i_1 \cdot \frac{w_1 b}{w_1} + i_3 \frac{w_3 c}{w_3};$$

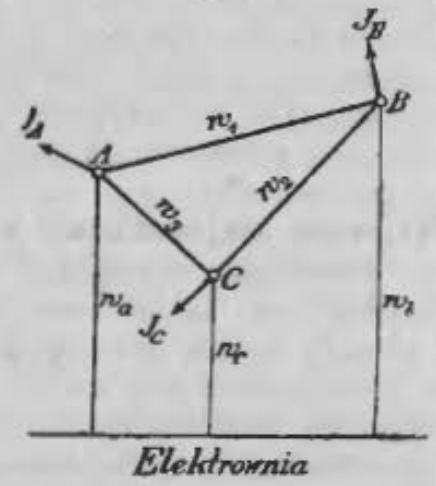
$$J_B = i_2 \cdot \frac{w_2 c}{w_2} + i_1 \frac{w_1 a}{w_1};$$

$$J_C = i_3 \cdot \frac{w_3 a}{w_3} + i_2 \frac{w_2 b}{w_2}.$$

Rys. 1250




Rys. 1251.




Gdy założymy, że czasowo $J_B = 0$, $J_C = 0$, a tylko $J_A$ ma swą pełną wartość powyżej podaną, to prąd $J_A$ (p. rys. 1251) dopływa z elektrowni do punktu $A$ trzema drogami:

1) przez $w_a$; 2) przez $w_b$, rozszczepiając się następnie na dwie drogi: $w_1$, oraz $(w_2 + w_3)$; 3) przez $w_c$, rozszczepiając się następnie na dwie drogi: $w_3$, oraz $(w_2 + w_1)$.

Prąd $J_A$ dopływa zatem z elektrowni do punktu $A$, rozdzielając się na te drogi, co do wielkości prądu, w stosunku:

$$\frac{1}{w_a} : \frac{1}{w_b + \frac{1}{\frac{1}{w_1} + \frac{1}{w_2 + w_3}}} : \frac{1}{w_c + \frac{1}{\frac{1}{w_3} + \frac{1}{w_1 + w_2}}}.$$

W sposób zupełnie podobny przeliczamy wykaz prądów dla przypadków, gdy tylko $J_B$ ma swą pełną wartość, a $J_A = 0$ i $J_C = 0$, wreszcie dla przypadku gdy $J_C$ ma swą pełną wartość, a $J_B = 0$ i $J_A = 0$.

Gdy sieć posiada $n$ punktów dosyłowych, otrzymamy w ten sposób $n^2$ składowych wielkości prądu, z których zawsze $n$ wielkości przypada na każdy poszczególny przewód dosyłowy. Znając zatem wielkość prądu w każdym z przewodów dosyłowych, możemy sprawdzić, czy założona wartość jego oporu $w_n$ jest właściwa, a w razie potrzeby wprowadzić stosowną poprawkę. Ułatwiamy sobie obliczenie, zestawiając poszczególne obliczenia w tablicę, lub też sumując

je wykreślnie przez odcinanie kres odpowiedniej długości na linii danego przewodu.

**b. Jednoprąd i trójprąd.**

I tu można stosować zasady podane pod 2 $\beta$.

## C. Wykonanie sieci i miarkowanie w nich napięcia.

### a. Wykonanie sieci.

**1. Przewody napowietrzne.** Przekrój takich przewodów nie przekracza zazwyczaj 95 mm², w wyjątkowych zaś przypadkach dosięga 120 mm². Słupy drewniane wypada nasycać przeciw gniciu, zwłaszcza w częściach odziemnych (p. str. 109). Słupy stawiamy zazwyczaj w odstępach około 40 m, w krzywych gęściej. Ze względu na to, że pod wpływem wiatru druty bardziej zwisające, podlegają silnym bujaniom, utrzymanie pewnych granic tego zwisu jest pożądane. Nie należałoby jednak przesadzać w ograniczeniu zwisu, gdyż zwiększałoby to siły wyprężające drut, powodując nawet jego zerwanie. Nadto siły tak zwiększone oddziaływałyby szkodliwie na słupy, zwłaszcza na ustawione w krzywych, a raczej na załomach.

Jeżeli oznaczymy przez:
$f$ — zwis drutu, w m,
$g$ — wagę drutu, w kg/mb.,
$l$ — rozstęp słupów, w m,
to otrzymamy składową poziomą siły ciągnącej ze wzoru:

$$H = \frac{gl^2}{8f}.$$

Wyprężając drut podczas układania przewodów, wypada uwzględnić chwilową temperaturę powietrza, a w tablicy poniższej zestawiamy w **cm** najmniejsze **zwisy** drutów miedzianych, jakie przy danej temperaturze i danych rozstępach międzysłupowych należy przynajmniej zachować, jeżeli podczas mrozów — 20° C (z uwzględnieniem obciążenia śronem) naprężenie w drucie ma nieprzekraczać 400 kg/cm².

| Rozstęp $l$ m | Temperatura podczas rozpinania drutu | | | | | | Rozstęp $l$ m | Temperatura podczas rozpinania drutu | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | — 20° | — 10° | 0° | + 10° | + 20° | + 30° | | — 20° | — 10° | 0° | + 10° | + 20° | + 30° |
| 20 | 11 | 15 | 20 | 23 | 27 | 32 | 40 | 44 | 51 | 58 | 66 | 72 | 78 |
| 30 | 25 | 30 | 37 | 43 | 48 | 53 | 50 | 68 | 77 | 84 | 92 | 98 | 105 |

Słupy, stawiane w krzywych lub na załomach, należy obliczać i na gięcie, a zakładamy natenczas zazwyczaj gięcie bezpieczne w drzewie 70 kg/cm², w żelazie 800 do 1000 kg/cm². Wobec tych, dość nizkich naprężeń bezpiecznych, obliczamy zazwyczaj słupy takie bez uwzględnienia dodatkowego obciążenia drutów śronem, licząc na to, że przy takiem obciążeniu dodatkowem stosunkowo nizkie

wartości naprężeń bezpiecznych dosięgną zaledwie granicy sprężystości tworzywa. Podług przepisów Związku elektrotechników niemieckich, parcie wiatru na słupy i przewody należy liczyć po 125 kg/m². Gdy słupy posiadają przekrój niejednakowej wytrzymałości we wszystkich kierunkach, np. przekrój dwuteownikowy w słupach żelaznych, natenczas na szlaku prostym należy słupy takie stawiać w ten sposób, iżby kierunek największej wytrzymałości przekroju leżał prostopadle do szlaku. Słupy zagłębiamy na 1,5 do 2 m w ziemię na szlaku prostym, w krzywych natomiast stosujemy jeszcze dodatkowo: obrzut kamienny, przyciągi, zastrzały i uwięzie; wreszcie słupy żelazne osadzamy często w posadach betonowych. Słupy drewniane, nawet na szlaku prostym, powinny u wierzchołka być przynajmniej 12 cm grube (por. str. 113).

2. **Kable** w ołowiu i opancerzone układamy zazwyczaj wprost w ziemię, na głębokości 0,7 do 1 m, a gdy grunt jest kamienisty, układamy je na podsypce z piasku i obsypujemy również piaskiem. W celu ich ochrony od uderzeń oskardami i tym podobnymi narzędziami kopaczemi, pokrywamy niekiedy kable cegłami lub płytami betonowemi, albo kamiennemi. Pod ulicami miejskiemi najwłaściwszem miejscem dla kabli będzie przestrzeń pod chodnikiem, po wewnętrznej stronie jego obrzeżnicy. Jeżeli kable poduliczne układamy pod jezdnią, wypada je pokryć cegłami i t. p. Kładąc je pod chodnikami, należałoby na przejściach w poprzek jezdni (na skrzyżowaniach się ulic) przeciągać kable poprzez rury żelazne lub żeliwne, ułożone pod jezdnią, a to w celu uniknięcia w przyszłości jej rozkopywania dla naprawy kabla.

## b. Miarkowanie napięcia sieci.

1. **Ryczałtowe miarkowanie napięcia sieci.** Gdy przewody dosyłowe posiadają przekroje dostatnie, czyli gdy przy pełnym odbycie spad w nich nie jest zbyt wielki, a gdy i przewody rozsyłowe mają przekroje właściwe (p. str. 888), można przy mniejszym odbycie podtrzymywać dość jednostajne napięcie w sieci przez stosowne obniżenie napięcia w elektrowni. Poprzez druty dozorowe otrzymujemy w elektrowni wskazania o wahaniach napięcia w poszczególnych punktach dosyłowych i zgodnie z temi wskazaniami obniżamy lub podwyższamy ryczałtowo napięcie w elektrowni. Druty dozorowe mieszczą się zazwyczaj we wnętrzu kabla głównego, a przeprowadzają do elektrowni napięcie, jakie się w danej chwili pojawia w punkcie dosyłowym.

W sieciach sprądowych jeden koniec każdego z drutów dozorowych przyłączamy do przynależnego przewodu dosyłowego w samym punkcie dosyłowym, drugi zaś w elektrowni, poprzez stosowne oporce, do dwóch dozorowych prętów zbiornych *). Między te dwa pręty, spólne dla wszystkich drutów dozorowych danej sieci, wstawiamy woltnik, który wskazywać nam będzie średnie napięcie wszyst-

*) Przegląd techniczny 25 maja 1905 r.

kich punktów dosyłowych. Podług tych wskazań podwyższamy lub obniżamy napięcie sprądnic i zasobników elektrowni tak, aby średnie napięcie w punktach dosyłowych utrzymywało się na pożądanej wysokości. Napięcie prądu w elektrowni musi być większe od napięcia w punktach dosyłowych, a mianowicie większe o wartość spadu napięcia w samych przewodach dosyłowych.

W sieciach rozprądowych (jedno- lub trójprądowych) jedne końce drutów dozorowych przyłączamy w punktach dosyłowych, poza przetwornikami, do przewodu nizkiego napięcia, drugie zaś w elektrowni do prętów zbiornych, spólnych dla wszystkich drutów dozorowych: mierzymy zatem napięcie w punktach dosyłowych już z uwzględnieniem spadu napięcia w samych przetwornikach.

W sieciach rozprądowych wysokiego napięcia koszt drutów dozorowych zwiększa się niepomiernie skutkiem tego, że niebezpiecznem byłoby pomieszczać owe druty w kablu z przewodami wysokiego napięcia, a więc trzebaby je ułożyć w oddzielnym kablu. Dlatego też, w celu uniknięcia tych kosztów, w sieciach takich obywamy się często bez drutów dozorowych, zadawalając się oceną spadu napięcia na zasadzie chwilowej wielkości odbytu prądu i zmieniając napięcie główne w elektrowni w przystosowaniu się do tak ocenionego spadu.

**2. Dzielnicowe miarkowanie napięcia.** Miarkowanie ryczałtowe, wymagające samoczynnego wyrównywania się napięć w sieci, można dogodnie stosować do sieci nizkiego napięcia tylko wtenczas, gdy sieć jest okrężna i obliczona na nieznaczne spady napięcia, oraz gdy i w przewodach dosyłowych spad jest również niewielki. Ponieważ miarkowanie ryczałtowe upraszcza znacznie urządzenia w elektrowni i ułatwia ich obsługę, należałoby zatem zawsze dążyć do tego, aby takie miarkowanie stało się możliwem, co jednakże niezawsze da się urzeczywistnić. Gdy chodzi o zasilanie dzielnic bardziej odległych, których sieć nie łączy się okrężnie i z dostatecznie małym oporem z siecią pozostałą, natenczas w celu zaoszczędzenia kosztów na długim kablu dosyłowym, wypada zmniejszyć w nim przekrój przewodów, a więc zwiększyć w nim spad napięcia. Gdy w takiej dzielnicy mamy utrzymać to samo napięcie jak w sieci pozostałej, wskazanem będzie miarkowanie dzielnicowe. W tym celu wstawiamy w samej elektrowni w przewód dosyłowy owej dzielnicy sprądnicę wzmożną (a w układzie trójprzewodowym dwie takie sprądnice), która wzmaga napięcie dla danej dzielnicy. Sprądnice te mogą być bocznikowe, dogodniejszemi jednak będą główníkowe, gdyż w nich, przy właściwym doborze uzwojenia głównikowego, niezbędne napięcie wzmożne da się miarkować samoczynnie wielkością prądu, płynącego do danej dzielnicy, podczas gdy w takiejże sprądnicy bocznikowej napięcie to musielibyśmy miarkować opornikiem na boczniku.

Dlatego też główníkowe sprądnice wzmożne znajdują szerokie zastosowanie w przewodach dosyłowych, zasilających szlaki podmiejskie, a więc szlaki nietylko bardziej oddalone od elektrowni, lecz zarazem i takie, na których jazda odbywa się z większą prędkoś-

cią. Celem tej sprądnicy wzmożnej jest tu zatem nietylko zrównoważenie spadu napięcia w długim przewodzie dosyłowym, lecz i dalsze wzmożenie tego napięcia w samym końcu przewodu dosyłowego i w przewodach zdawnych szlaku, niezbędne dla przyspieszenia biegu sprądników.

W przypadku, gdy odbyt w dzielnicy odległej jest naogół niewielki, zaleca się zastosowanie w tej dzielnicy napięcia stosownie obniżonego, a więc i żarówek na takie nizkie napięcie, które ustalamy na to napięcie, jakie się w sieci pojawia podczas największego odbytu. Gdy odbyt jest mniejszy, zmniejszamy napięcie w elektrowni opornikiem, wstawionym w przewód dosyłowy owej dzielnicy.

W sieciach bardzo rozległych połączenie punktów dosyłowych przewodami wyrównawczymi spowodowałoby nadmierne koszta dodatkowe, lecz i w tym przypadku można ponajczęściej obyć się bez miarkowania dzielnicowego, gdyż w tak rozległych sieciach stosujemy zazwyczaj wysokie napięcie, a w przewodach na takie napięcie jego spad w stosunku do napięcia całkowitego bywa nieznaczny, a więc nieznaczne też i wahania napięcia w nizkonapiętej sieci wtórnej.

BIBLIOTEKA
Dyrekcji Okręgowej Kolei Państwowych
w Lublinie

# VIII. OŚWIETLENIE.

## A. Określenie światłości niezbędnej.

Zestawienie niezbędnych ilości godzin oświetlania w poszczególnych miesiącach i w ciągu całego roku, jako też bliższe szczegóły o różnego rodzaju światłostkach (jednostkach światłości) podano w dziale XVII, „Gazownictwo“. W dziale niniejszym jako jednostkę światłości stosować będziemy wyłącznie światłostkę olbrotową, którą zwać będziemy poprostu światłostką (świtł.).

Aby z żarówek otrzymać odpowiednią jasność w przestrzeniach zamkniętych, a więc wewnątrz budynków, wypada na 1 m² podłogi liczyć średnio światłostek:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| w widowniach, salach koncertowych i balowych . | 9 | do | 14 | świtł. |
| w salach zebrań, szkolnych, wykładowych i odczytowych . . . . . | 5 | „ | 9 | „ |
| w bawialniach (świetlicach), sklepach i biurach . . | 4 | „ | 7 | „ |
| w pokojach mieszkalnych i hotelowych . . . . | 2 | „ | 3,5 | „ |
| w sypialniach, w pokojach podrzędnych, na korytarzach i schodniach, oraz w towarowniach. | 1,5 | „ | 2,5 | „ |
| w salach dla chorych i w koszarach . . . . . | 1 | „ | 2 | „ |

Do oświetlenia ulicznego żarówkami można stosować te same zasady jak dla oświetlenia gazowego (p. dział XVII „Gazownictwo“), zastępując zwykły palnik żarowy, żarówką o 35 świtł.

Jedna łukówka na 8 A sprądu, wydająca 400 do 500 światłostek, a zawieszona na wysokości 6 do 15 m, starczy na oświetlenie poniżej podanych powierzchni:

| | | | |
|---|---|---|---|
| w kuźnicach . . . . . | 800 do | 1500 | $m^2$ |
| na stacyach kolejowych . . . . . | 300 „ | 500 | „ |
| w żeliwiarniach (oświetlenie ogólne). | 500 „ | 600 | „ |
| „ „ (w miejscach pracy). | 200 „ | 230 | „ |
| we wytworniach silnic . . . . . | 150 „ | 200 | „ |
| w przędzalniach i tkalniach . . . | średnio | 200 | „ |

Przy oświetlaniu torów kolejowych można się kierować wskazówkami poniższemi:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Łukówka na sprąd amperów . . . . . | 10 | 12 | 15 |
| Takaż na rozprąd (z odblaśnikiem) amperów. . . | 15 | 20 | 25 |
| Wzniesiona ponad tor m . . . . . | 12 | 15 | 18 |
| Oświetla krąg o średnicy w m . . . . . | 60 | 80 | 100 |

W wytworniach wszelakiego rodzaju poza oświetleniem ogólnem, oświetlamy jeszcze poszczególne miejsca pracy, dodając, np. na każdą obrabiarkę, zależnie od jej wielkości, po jednej do dwóch żarówek o światłości 16 do 25 świł.

## B. Żarówki.

Zwykłe żarówki węglowe zużywają średnio po 3 do 3,5 W na światłostkę, a takież żarówki sprawności wysokiej nawet tylko 2 W, lecz taką wyższą sprawność okupujemy ponajczęściej zmniejszeniem się ich trwałości, która w zwykłych żarówkach dosięga 800 do 1000 godzin palenia, w tak zwanych zaś żarówkach wysokiej sprawności spada na 100 do 150 godzin. Przez żarówki zwykłe, a również przez zwykłe żarówki wysokiej sprawności, należy rozumieć żarówki, w których żarzywem jest włókno węglone, a to w przeciwstawieniu do osmówek, tantalówek i t. p., w których żarzywem jest włókno metalowe, a więc osmowe, tantalowe i t. p., a wszystkie te żarzywa żarzą się w próżni. Zasadniczo odmiennym rodzajem żarówek są żarówki bezpróżniowe, do których żarzywa powietrze ma dostęp swobodny.

W zależności od ceny prądu i żarówek zaleca się dobranie takiego ich rodzaju, aby suma kosztów na godzinę była możliwie mała. W obliczeniu tem należałoby uwzględnić i tę okoliczność, że światłość żarówki z czasem się zmniejsza, a więc uwzględnić i stopień i czas tego zmniejszania się, oceniając światłość danej żarówki podług jej światłości średniej dla całego okresu jej trwania.

Żarówka zwykłej sprawności, gdy pracuje napięciem podwyższonem, zwiększa swą światłość i staje się sprawniejszą, lecz zato mniej trwałą.

Po pewnym czasie palenia się, żarówka zwykła posiada **światłość** $\lambda$, wyrażoną w światłostkach, a określającą się wzorami:

$$\lambda = C_1 e^{0,8}, \text{ oraz } \lambda = C_2 (ei)^3,$$

w których $e$ oznacza napięcie w V. $i$ zaś wielkość prądu w A, wreszcie $C_1$, $C_2$ spółczynniki, stałe dla chwilowego stanu żarówki, zmniejszające się jednak w miarę czasu, przez jaki się już żarówka paliła.

Wchłon właściwy, wyrażony w W/świł., a więc wchłon na każdą wyłanianą światłostkę, określa się dla żarówek zwykłych wzorem:

$$\frac{ei}{\lambda} = \left(\frac{C_2}{C_1}\right)^{2/3} \frac{1}{e^{4,5}}.$$

Ze wzoru na światłość żarówki: $\lambda = C_1 e^{6,8}$, widzimy, że światłość zmienia się w stosunku 6,8-ej potęgi napięcia, czyli że małe nawet wahania napięcia powodować muszą silne wahanie się światłości, a mianowicie w przybliżeniu 7 razy większe od wahań napięcia, jak to uwidocznia poniższe zestawienie:

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahanie napięcia w %. . . . | 0,5 | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 |
| Wahanie światłości w % . . . | 3,5 | 7 | 10,6 | 14,4 | 18,3 | 22,3 |

Szybko po sobie następujące wahania napięć rozprądów stają się w swych skutkach na światłość żarówki niepochwytnemi dla oka, dopóki częstotliwość drgań nie będzie mniejsza niż 35 na sek., a to z dwóch przyczyn: 1) pod wpływem pojemności cieplikowej włókna świetliwnego w żarówce, wahania jej światłości są mniejsze niż wahania napięcia; 2) oko ludzkie na pochwycenie wrażenia potrzebuje pewnego, aczkolwiek bardzo małego okresu czasu, a wrażenie odbierane przez siatkówkę posiada również pewną, aczkolwiek bardzo krótką trwałość, skutkiem czego oko nie dostrzega zmian, następujących po sobie w bardzo krótkich odstępach czasu (działanie kinematografu). Przy zwykłej częstotliwości drgań w rozprądach, t. j. 50 na sek. oko niezdolne jest wogóle pochwycić wrażenia jakiegokolwiek migotania światła, a granicę, do której zejść można z częstotliwością bez pogorszenia niezbędnej jednostajności światła, będą: dla oświetlenia biur 35, a dla oświetlenia zewnętrznego lub w wytworniach 25 do 30 na sek.

Mimo całej staranności przy wyrobie żarówek, jest prawie niemożliwem, otrzymać towar bezwzględnie jednakowy. Należy zatem przebrać starannie żarówki gotowe, rozdzielając je na partye możliwie jednakowego napięcia i oporu. Ważnem bowiem jest, aby w tym samym zładzie elektrycznym wszystkie żarówki były na jednakowe napięcie, a jednakowość ich oporu staje się jeszcze ważniejszą, gdy żarówki pracują posobnie: natenczas bowiem żarówka o większym oporze wchłaniałaby w siebie więcej napięcia kosztem drugiej, posobnie z nią włączonej. Pierwsza z nich świeciłaby wprawdzie z większą światłością, lecz przepaliłaby się względnie prędko; druga zaś paliłaby się nie dość jasno. To samo dotyczy i żarówek o dwóch włóknach posobnie wstawionych.

Żarówka zmniejsza z czasem swą światłość z dwóch mianowicie powodów: sama światłość żarzącego się włókna staje się mniejsza, a nadto powierzchnia wewnętrzna bańki szklanej pokrywa się cienką warstewką ulatniającego się tworzywa włóknianego (np. węgla),

tracąc skutkiem tego na przezroczystości. Doświadczenia wykazały zmniejszenie się światłości o 20, wzgl. 50%, po liczbie godzin palenia się, zestawionych w tablicy poniższej dla rozmaitych żarówek:

| Wchłon właściwy . . . . . w W/świł. | 2 | 2,5 | 3 | 3,5 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| 20% zmniejszenia światłości następuje po . . . . . godz. | 100 | 150 | 300 | 450 | 600 |
| 50% zmniejszenia światłości następuje po. . . . . godz. | 170 | 270 | 675 | 1300 | — |
| Średnia trwałość godzin palenia się . . . | 300 | 360 | 700 | 1370 | — |

Wchłon bezwzględny żarówki zmniejsza się z czasem w miarę jej palenia, natomiast jej wchłon właściwy, t. j. na światłostkę wyłanianą, zwiększa się. Ze względów oszczędności lepiej będzie nie czekać aż do przepalenia się żarówki, lecz wymienić ją wcześniej, a więc zanim się jej wchłon właściwy nadmiernie powiększy.

**Sprawdzanie żarówek.** Nierównomierności włókna węglanego spostrzegamy, wystawiając żarówkę w ciemnym pokoju na powoli się zwiększające napięcie: miejsca cieńsze lub osłabione we włóknie węglanem rozżarzają się wcześniej i są świetlejsze. Niedostateczność próżni wykażą nam względnie prędkie ustawania drgań włókna, wywołanych przez potrząśnienie żarówką; obecność powietrza hamuje bowiem owe drgania, a to pod wpływem tarcia się włókna o powietrze. Dokładniej sprawdzić możemy próżnię, posiłkując się iskiernikiem, czyli przetwornikiem iskier, układu Rhumkorf'a, wydającym iskry 1 do 2 cm długie: jeden biegun tego przetwornika doziemiamy, do drugiego zaś przytykamy jeden kraniec żarówki, trzymanej w palcach za szkło w ten sposób, aby palcami nie dotykać trzonka. Gdy próżnia jest należyta, pojawi się słaba fosforescencya (świetlikowanie) na szkle pod palcami; gdy zaś próżnia jest niedostateczna, dostrzeżemy zjawisko podobne, jak w rurkach geislerowskich.

**Żarówka nernstowska** jest żarówką bezpróżniową, a więc do jej żarzywa powietrze ma dostęp swobodny. Żarzywo składa się tu z tlenków magnezu i t. p. metali, które to tlenki w stanie niezagrzanym nie posiadają prawie wcale przewodności elektrycznej, a nabierają jej dopiero przez uprzednie zagrzanie. Żarówki tego rodzaju, po włączeniu w obwód prądu, nie zapalałyby się zatem samorzutnie, potrzeba je uprzednio zagrzać. W tym celu obocznie z właściwem żarzywem wstawiają mały oporzec z dobrego przewodnika elektrycznego, który, po włączeniu w obwód prądu, rozżarza się niezwłocznie i zagrzewa żarzywo, złożone z owych tlenków, torując w ten sposób drogę dla prądu poprzez owe żarzywo. Żarówki takie zapalają się same po włączeniu w obwód. Wchłon właściwy bywa w żarówkach nernstowskich 1,6 do 2 W/świł., a ich trwałość 200 do 300 godzin świecenia, skutkiem czego, mimo swą dobrą sprawność, żarówki te nie dają takiej oszczędności, jaką im rokowano, zwłaszcza że i koszt samej żarówki jest jeszcze względnie znaczny. Żarówkę nernstowską wyrabiają przeważnie w czterech wielkościach,

a mianowicie o światłości: 25, 50, 65 i 130 świł., a o wchłonach: 40, 80, 100, wzgl. 200 W.

**Żarówki o żarzywie metalowem.** W latach ostatnich skierowano usiłowania ku zastąpieniu włókna węglanego w żarówkach drucikami z metali, zwłaszcza z metali grupy platynowej i ziem rzadkich, a więc drucikami z irydu, osmu, tantalu, wolframu, cyrkonu i t. p. Żarówki takie odznaczają się przed zwykłemi sprawnością 2 do $3^1/_2$ razy większą; nie wszystkie jednak z tych metali zapewniają dostateczną trwałość żarówek. I te żarówki obniżają swą sprawność po dłuższem paleniu, lecz stosunkowo nie tak znacznie jak zwykłe, bo tylko o 5 do $10^0/_0$, względnie do swej sprawności początkowej.

$\alpha$) **Żarówka osmowa** (osmówka), pomysłu Auer'a, różni się od zwykłych jedynie tem, że włókno zwęglone zastąpiono drucikiem z osmu, żarzącym się również w próżni. Zużywa ona na światłostkę tylko około 1,5 W; szerszemu jej zastosowaniu stała jednak na przeszkodzie ta okoliczność, że nie udawało się do niedawna otrzymać takich żarówek o ogólnie stosowanej światłości i na naprężenie wyższe niż 36 wolt, skutkiem czego w zładach istniejących, pracujących ponajczęściej na 110 V, trzeba było trzy takie jednakowe żarówki włączać posobnie w obwód. W sieciach rozprądowych radzono sobie w ten sposób, że do każdej żarówki dodawano oddzielny maleńki przetwornik, który przetwarzał napięcie sieci na napięcie wtórne 36 V, dla bezpośredniego zasilania żarówki. W ostatnich jednak czasach udało się otrzymać żarówki osmowe, zwykłej światłości, na napięcia wyższe, a mianowicie na 55, a nawet na 110 V. Jednakże żarówki osmowe są nader czułe na wstrząśnienia, a drucik osmowy jest w nich wogóle tak wątły, że, w razie palenia się żarówki w położeniu pochyłem, ugina się on, a nawet łamie; dlatego też żarówki te można ustawiać tylko pionowo.

$\beta$) **Żarówki tantalowe** (tantalówki) są w zasadzie podobne do osmówek, drucik osmowy zastąpiono jedynie drucikiem tantalowym. Zużywają one 1,25 do 1,4 W/świł., a sprawność początkowa obniża się tylko nieznacznie nawet po dłuższem paleniu. Żarówki te są mniej czułe na wahania napięcia, a wyrabiają je przeważnie na światłość 25 świł. i na napięcia 110 V.

$\gamma$) **Żarówki cyrkonowo-wolframowe**, wyrabiane i u nas w kraju przez Tow. akc. warszawskiej fabryki lamp elektrycznych, posiadają sprawność wysoką, wchłaniają bowiem tylko około 1 W na światłostkę, a i znaczną trwałość, średnio 800 godzin palenia. Wyrabiają je zazwyczaj na napięcia 110 V.

## C. Łukówki (lampy łukowe).

### 1. Ustrój i sposób działania łukówek.

Światłość łukówki jest rozmaita w różnych kierunkach i zależy nietylko od ustroju łukówki, ale przeważnie i od rodzaju prądu, jakim ją zasilamy. W wykresach rys. 1252, wzgl. rys. 1253, przedstawiamy światłość łukówki sprądowej, wzgl. rozprądowej, w ten spo-

sób, że na promieniu każdego kierunku odcięto kresę, przedstawiającą światłość, jaką łukówka wyłania w tymże kierunku: krzywe, łączące końce tych kres, są wykresowemi światłości. Wykresy te przedstawiają rozłożenie światłości w poszczególnych kierunkach przy zastosowaniu kloszy zupełnie przezroczystych; osłaniając łuk kloszami omglonymi lub z tworzyw tylko przeświecających, możemy wprawdzie złagodzić w wysokim stopniu te niejednostajności światła w różnych kierunkach, tracimy natomiast znaczną część światłości całkowitej. W łukówkach sprądowych koniec węgla dodatnego upala się w taki sposób, że nabiera postaci krateru, którego powierzchnia promieniuje około 85% całkowitego światła, wydawanego przez taką łukówkę. Dlatego też przy oświetleniu bezpośredniem stawiamy węgiel dodatni zawsze górą, t. j. tak, aby jego krater kierował się w dół. Z laski węgla dodatnego spala się dwa razy więcej niż z laski odjemnego, która bywa zatem zazwyczaj bądźto krótszą, bądźteż o mniejszej średnicy. Na laski odjemne stosujemy węgle jednolite, natomiast na laski dodatne używamy zazwyczaj **węgli urdzenionych.**

Rys. 1252.

Rys. 1253.

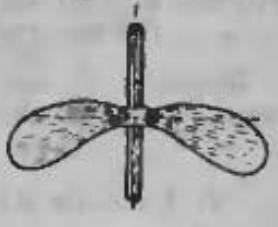
Największą światłość wydaje łukówka sprądowa w kierunku odchylonym od poziomu w dół o 40° (rys. 1252). Jeżeli światłość tę oznaczymy przez $S_m$, światłość zaś wydawaną w kierunku poziomym przez $S_p$, to średnia światłość $S$ wszystkich kierunków będzie w przybliżeniu:

$$S = \frac{1}{4} S_m + \frac{1}{2} S_p .$$

W łukówkach rozprądowych (rys. 1253) obydwa węgle upalają się stożkowato i prawie jednakowo; prawie jednakową jest też wydawana z nich światłość. W łukówce takiej kierunki największej światłości są odchylone względem poziomu o 40° w górę, względnie w dół. Aby w takiej łukówce wyzyskać i promienie światła kierujące się w górę, stawiamy tuż nad łukiem mały odblaśnik, który odbija te promienie w dół, skutkiem czego rozkład światłości zbliża się do przedstawionego w wykresie rys. 1252, dla łukówki sprądowej. Odblaśnik ten, hamując przepływ powietrza ku węglowi górnemu, powoduje nadto zmniejszenie jego **zgaru** (upalania się).

Osłaniając nieprzenikalnie dla powietrza taką łukówkę, zmniejszamy znacznie zgar węgli i otrzymujemy tak zwane łukówki trwałopalne (małozgarowe). W łukówkach tych, tak sprądowych jak i rozprądowych, końce spalających się węgli są spłaszczone i rzucają największą światłość w kierunku prawie poziomym, jak to wskazano w wykresie rys. 1254.

Rys. 1254.



Wskutek utrudnionego dostępu powietrza, zgar węgli jest znacznie powolniejszy, a mianowicie zgar węgla dodatnego 1 do 2 mm, odjemnego zaś 0,25 do 0,5 mm na godzinę, a więc

cztery razy mniejszy. Sprawność łukówki trwałopalnej (mało-zgarowej) jest mniejsza niż zwykłej, czyli że na tę samą światłość zużywamy większą ilość watów. Sprawność tę pogarsza jeszcze okoliczność, że nieprzenikalna osłona szklana staje się niebawem mniej przezroczystą, a to skutkiem drobnego pyłku węglanego, osadzającego się na jej powierzchni wewnętrznej. Ponieważ koniec węgla spala się w tych łukówkach gładko, bez wydrążenia w postaci krateru, więc położenie łuku nie jest tak ustalone jak w łukówkach zwykłych i łuk krąży wzdłuż obrzeży końcy węgli, co powoduje pewną niejednostajność światła. Dlatego też łukówki te nie nadają się do oświetlenia, od którego wymagamy zupełnej jednostajności.

Zmniejszyć zgar węgli (przy uniknięciu wad łukówki trwało-palnej) możemy do pewnego stopnia i w zwykłych łukówkach, ustawiając tuż nad łukiem mały krążek poziomy, przez którego otwór przechodzi węgiel górny, w sposób podobny jak przez odblaśnik łukówek rozprądowych. W sposób też podobny krążek ten hamuje przepływ powietrza wzdłuż węgli, powodując przez to zmniejszenie ich zgaru o 40%. Łukówki dotychczas omówione miewają laski węglane, wyrabiane z możliwie czystego węgla, przez jego stłaczanie. W ostatnich czasach stosują jednak coraz to szerzej i węgle z domieszką pewnych soli metalowych, które zabarwiają łuk na barwę zależną od rodzaju metali. Pierwsze tego rodzaju **łukówki barwne**, wprowadzone przez Bremer'a, posiadały we węglach domieszkę, która zabarwiała łuk na żółto, obecnie jednak otrzymujemy przez stosowne domieszki do węgla łuk bądźto o świetle czysto białem, bądźto zaróżowionem, bądźto zażółtawionem, bądźteż w innych odcieniach barwy. Laski węglowe w łukówkach barwnych nie stoją poosiowo naprzeciw siebie, lecz stawiają się ukośnie do siebie, a pochyło względem pionu, t. j. tak, aby łuk między ku dołowi skierowanymi końcami lasek przebiegał w kierunku przybliżenie poziomym. Łukówki barwne wydzielają z siebie podczas palenia spaliny zdrowiu szkodliwe i z tego powodu nienadają się one do oświetlenia wnętrzy budynku.

**Długość i grubość lasek węglanych** pozostaje w zależności i od ustroju łukówki i od jakości węgla. W poniższych tablicach zestawiamy dane dla węgli doborowego gatunku:

1. Łukówki sprądowe.

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wielkość prądu . . . . . w A | | | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 15 | 20 |
| Napięcie międzykrańcowe łukówki . . . V | | | 40 | 40 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 |
| Średnica górnego węgla urdzenionego. mm | | | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 21 | 23 |
| „ dolnego węgla jednolitego . „ | | | 9 | 10 | 12 | 13 | 15 | 16 | 17 |
| Długość węgli w mm | 300 | starczy na godzin palenia | 8,5 | 8,5 | 8,5 | 9 | — | — | — |
| | 400 | | 13 | 13 | 13 | 13,5 | 14,5 | 13 | 13 |
| | 500 | | 17 | 17 | 17 | 18 | 19,5 | 17 | 17 |
| | 650 | | — | 22 | 22 | 23 | 26 | 23 | 23 |

2. Łukówki rozprądowe (z odblaśnikiem).

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wielkość prądu . . . . . w A | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 15 | 20 | 25 |
| Średnica górnego węgla urdzenionego mm | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 13 | 15 | 16 |
| „ dolnego węgla jednolitego. „ | 8 | 9 | 10 | 12 | 13 | 15 | 17 | 19 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Długość węgli = 400 mm | Napięcie międzykrańcowe . . . . . V | 28 | 28 | 28 | 29 | 29 | 30 | 31 | 31 |
| | palą się . . . godzin | 8 | 8 | 8 | 8 | 8,5 | 8,5 | 8,5 | 8 |
| Długość węgli = 500 mm | Napięcie międzykrańcowe . . . . . V | — | 29 | 29 | 30 | 30 | 31 | 32 | 32 |
| | palą się . . . godzin | — | 10,5 | 10,5 | 10,5 | 11 | 11 | 11 | 10,5 |
| Długość węgli = 650 mm | Napięcie międzykrańcowe . . . . . V | — | — | — | 31 | 31 | 32 | 33 | 33 |
| | palą się . . . godzin | — | — | — | 14,5 | 15 | 15 | 15 | 14,5 |

**Napięcie międzykrańcowe** łukówek zwykłych podano w zestawieniu powyższem. Przekonywamy się z niego, że przy napięciu sieci 110 V wypada wstawiać po dwie takie łukówki posobnie, a więc i palić je spółcześnie, w sieciach zaś o 220 V napięcia nawet po 4 do 5 takich łukówek. Okoliczność ta powoduje nieraz pewne niedogodności, których możemy uniknąć przez zastosowanie łukówek trwało-palnych, posiadających większe napięcie międzykrańcowe, a mianowicie średnio 70 V na rozprąd, a 80 V na sprąd. Stawiając posobnie z taką łukówką oporzec domierny na 40, wzgl. 30 V, możemy palić łukówki poszczególne w sieciach o napięciu 110 V, a po dwie takie łukówki w sieciach o napięciu 220 V.

### Sprawność.

Wchłon na jedną światłostkę średniej światłości na półkuli dolnej bywa: w łukówkach **sprądowych** (na 6 do 20 A) po 0,5 W, w mniejszych natomiast do 1 W (liczby te dotyczą łukówek bez krążków, hamujących przepływ powietrza, i nie obejmują strat w oporcach domiernych); dla łukówek **rozprądowych** zaś podajemy zestawienie poniższe:

| Wielkość rozprądu w A | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 15 | 20 | 25 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| wchłon W/świł. . . . | 1,35 | 1,0 | 0,9 | 0,8 | 0,7 | 0,6 | 0,55 | 0,5 |

## 2. Miarkowanie łuku i sposób włączania łukówek.

Jeżeli światłość łukówki niema podlegać znaczniejszym wahaniom, to długość łuku powinna pozostawać możliwie niezmienną mimo zgaru węgli. Sposoby utrzymywania niezmiennego odstępu między końcami węgli polegają bądźto na wyzyskaniu tej okoliczności, że wraz z odstępem międzywęglowym zmienia się wielkość przepływającego prądu, bądźteż na wyzyskaniu zmiany napięcia międzykrańcowego, które również pozostaje w zależności od odstępu między końcami węgli, bądźteż wreszcie na łącznem zastosowaniu obydwóch tych czynników, a więc zmian napięcia i wielkości prądu, do miarkowania odstępu międzywęglowego. Zależnie od tego, którym z trzech powyższych sposobów posiłkujemy się do miarkowania długości łuku, rozróżniamy trzy zasadnicze ustroje łukówek, a mianowicie:

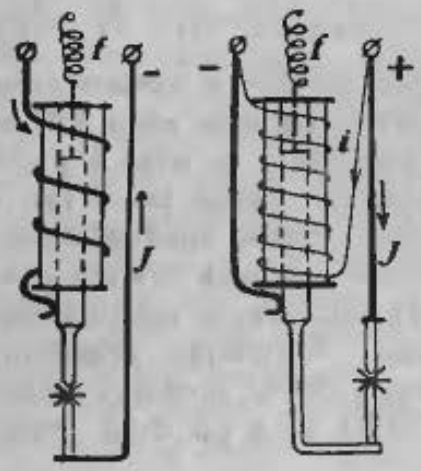
#### a. Łukówka główníkowa (rys. 1255).

Przez zwojnicę elektromagnesu miarkującego przepływa cały prąd, idący do węgli: im większym będzie zatem ten prąd, tem silniej bę-

dzie zwojnica wciągała w siebie rdzeń elektromagnesu, którego ciężar znosimy częściowo sprężyną $f$ w ten sposób, aby się jeszcze pozostała pewna przewaga $G$ tego ciężaru, określona wzorem:

$$G = kzJ, \text{ czyli } J = \frac{G}{kz} = \text{stałej.}$$

Rys. 1255. Rys. 1256.




We wzorach tych $k$ oznacza pewien spółczynnik stały, $z$ ilość zwojów głównika, a $J$ wielkość prądu w $A$, która to wielkość ma być stała, aby i odstęp międzywęglowy pozostawał niezmienny, a więc w ustroju tym łukówkę miarkujemy poniekąd na **stałą wielkość prądu**. Łukówki głównikowe nie nadają się wcale do posobnego ustawiania w obwodzie, znajdują przeto zastosowanie tylko w tych przypadkach, gdy działają samotnie, np. w najaśnicach i t. p.

*β*. **Łukówka bocznikowa** (rys. 1256).

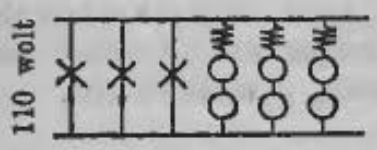
Zwojnica elektromagnesu jest bocznikiem, i jeżeli oznaczymy przez $G$ przewagę ciężaru jej rdzenia nad działaniem sprężyny $f$, przez $k_1$ spółczynnik o pewnej wartości stałej, przez $z_1$ ilość zwojów bocznika, a przez $r_1$ jego opór, wreszcie przez $e$ napięcie międzykrańcowe, a przez $i$ wielkość prądu w A, wywołanego w boczniku przez owo napięcie, to ważnym będzie wzór:

$$G = k_1 z_1 i = \frac{k_1 z_1 e}{r_1}, \text{ czyli } e = \frac{G r_1}{k_1 z_1} = \text{stałej.}$$

Łukówka bocznikowa utrzymuje zatem w sobie niezmienne napięcie międzykrańcowe, a więc nadaje się dobrze do posobnego ustawiania w obwodzie, jednakże nie w ilości zbyt wielkiej. Łukówka ta nadaje się równie dobrze do obocznego włączania w sieć, której napięcie nie podlega znacznym wahaniom.

W jednym i drugim przypadku dla zapobieżenia migotaniu światła niezbędnem jest ustawienie w obwód łukówek oporca domiernego, stosownej wielkości, a przy posobnem ustawianiu takich łukówek oporzec może być spólny dla całego szeregu łukówek posobnych, natenczas jednak powinien on znosić około 30% sumy napięć międzykrańcowych całego szeregu łukówek posobnie włączonych. Z uwzględnieniem podanych już poprzednio napięć międzykrańcowych w poszczególnego rodzaju łukówkach wynika z powyższego, że w sieć o najczęściej stosowanem napięciu 110 V możemy wstawiać posobnie nie więcej jak po dwie łukówki. W rys. 1257 przedstawiono szkic takiego włączenia, oznaczając łukówki kółkami, żarówki zaś krzyżykami.

Rys. 1257.



### γ. Łukówka różnicowa, czyli sprzężona (rys. 1358).

Jest to łukówka bocznikowo-głównikowa, w której bocznik przeciwdziała głównikowi w ten sposób, aby się dwa te działania ze sobą równoważyły. Stosując zatem znakowania poprzednie, z pod $\alpha$ i $\beta$, otrzymamy warunek:

$$kzJ = k_1 z_1 i = \frac{k_1 z_1 e}{r_1}, \text{ czyli } \frac{e}{J} = \frac{kz r_1}{k_1 z_1} = \text{stałej},$$

a więc łukówka miarkuje się w ten sposób, aby jej **opór chwilowy**, t. j. $e : J$, pozostawał niezmiennym. Łukówka różnicowa (sprzężona) nadaje się równie dobrze do włączeń posobnych jak i obocznych, a przed łukówką bocznikową ma tę wysoką zaletę, że nie wymaga tak wielkich oporców domiernych. Starczy tu bowiem, jeśli ten oporzec znosić będzie 25% sumy napięć międzykrańcowych danego szeregu łukówek posobnych, a nawet 15%, lecz tylko w tym przypadku, gdy szereg łukówek włączamy poprzez rozrusznik. Natenczas można się nawet obyć bez oporca domiernego, a więc, np. w sieć o napięciu 110 V wstawiać posobnie trzy łukówki o napięciu międzykrańcowem po 35 V, co powoduje znaczne oszczędności na pracy traconej w oporcach. Jednakże łukówki tak nizkiego napięcia są same w sobie mniej sprawne, czyli wchłaniają więcej watów na każdą wyłanianą światłostkę, skutkiem czego ogólna oszczędność energii we wyżej pomienionym układzie nie jest znów tak znaczna, jakby się na pierwszy rzut oka zdawać mogło. Układ taki, a więc rozdział napięcia 110 V na trzy łukówki posobne, będzie zatem odpowiedni tylko wtenczas, gdy chodzi nam jednocześnie o możliwie daleko posunięte rozdzielenie źródeł światła na danej przestrzeni.

Rys. 1358.

Ponieważ łukówki różnicowe (sprzężone) możemy łączyć posobnie w ilości prawie nieograniczonej, więc nadają się one nawet do bezpośredniego, posobnego włączania w obwody wysokiego napięcia. W takim jednak przypadku, ze względu bezpieczeństwa obsługi, należy łukówkę tak urządzić, aby przy jej opuszczaniu, w celu wymiany węgli lub czyszczenia, łukówka się samoczynnie wyłączała z obwodu wysokiego napięcia i samoczynnie się też doziemiała. Gdy łukówki stawiamy posobnie, zwłaszcza we większej ilości, powinny one posiadać urządzenie, któreby na wypadek zgaśnięcia łuku samoczynnie dawało obejście dla prądu przez czasowe włączenie oporca zastępczego. Nie poślednią też zaletą łukówek różnicowych (sprzężonych) tak przed bocznikowemi jak i przed głównikowemi, jest spokojniejsze ich światło.

Napięcie sieci rozprądowej powinno być przynajmniej o 15% większe od sumy napięć międzykrańcowych w szeregu łukówek posobnie w nią wstawionych. Zamiast oporca domiernego, bez samowznietności, zaleca się tu raczej oporzec w postaci zwojnicy, o znacznej samowzniecie, czyli tak zwana tłumica, która sprawniej przy-

tłumia migotania światła, a więc mniej zużywa energii, powodując jednak rozsuw fali napięcia od fali prądu, co wypada uwzględnić należycie. Łukówki rozprądowe możemy przyłączać samotnie nawet do sieci dowolnego napięcia, za pośrednictwem oddzielnego małego przetwornika, któryby przetwarzał napięcie sieci na napięcie nie większe niż to, przy jakiem łukówka palić się może bez migotania.

---

# IX. TRAMWAJE I KOLEJKI ELEKTRYCZNE.

## a. Tory.

Bliższe szczegóły p. str. 450 i nast. W Europie znajdują obecnie już prawie wyłączne zastosowanie szyny bezpodkładowe z rowkiem, wagi 40 do 45 kg/m b., łączone przeważnie na wcios, albo złączem o łubce na wcios, a obydwa toki toru łączą się nawzajem ze sobą zesporami (p. rys. 1033 i 1034 str. 453). Szyny te bywają przeważnie zlewne, a od ich tworzywa wymagamy wytrzymałości $K_z = 65$ do 70 kg/mm², przy rozciągnięciu $\varphi = 12$ do $15\%$. Szyny układamy bez podkładów wprost na warstwie betonu 150 do 200 mm grubej, albo na warstwie tłucznia (szabru) 200 do 250 mm grubej. Warstwa ta jest bądźto całkowita pod obydwu tokami, bądźteż rozdzielona na dwa pasy, po 500 mm szerokie, a mianowicie po jednym pod każdy taki tok. Warstwy te tłucznia układamy albo wprost na dnie wykopu, albo na układance kamiennej. Pod tory średniej szerokości (1435 mm) warstwy podtorowe bywają około 1700 mm szerokie, a odstęp między osiami takich torów bywa 2500 do 2700 mm przy szerokości wagonu 2100 do 2200 mm.

W Stanach Zjednocz. stosują przeważnie szyny teownikowe, bez rowków, na podkładach drewnianych, układanych dotykiem jeden tuż przy drugim.

O **szerokościach toru** i jego promieniach krzywości p. str. 450 i nast.

Największa **stromość** toru, pod jaką podjeżdżać mają same wagony silnikowe, bez wagonów doprzęgnych i o ile pracują tylko czepnością, nie powinna przekraczać 1 : 12.

Złącza szynowe w tokach, służących do **odprowadzania prądu,** otrzymują dodatkowe przełącza miedziane z taśmowników, drutów lub lin drucianych, o przekroju 50 do 100 mm², a to w celu polepszenia przewodności poprzez złącze. Powierzchnia styku między stycznikami tego przełącza a szyną bywa 10 do 12 razy większa od przekroju samego przełącza, a styczniki te bywają bądźto miedziane, bądźteż żelazne, lecz natenczas cynowane. Podobne przełącza zakładamy też między obu tokami w odstępach około 200 m. Dokonywano licznych prób, aby złącza szyn, oraz ich przełącza elektryczne, zastąpić zlipieniem samych storców szyn sąsiednich, np. spo-

sobem elektrycznym Falk'a, albo też sposobem Goldschmidt'a, przy zastosowaniu termitu, jednakże próby te nie dały dotychczas jeszcze wyników pożądanych.

Opór omiczny jednego toku składa się z dwóch części zasadniczych, a mianowicie: z oporu samych szyn, który liczymy dla całkowitej długości danego toku, oraz ze sumy oporów poszczególnych przełączy miedzianych przy złączach szynowych, których przewodność zaniedbujemy. Opór właściwy tworzywa szyn, a więc żelaza zlewnego, bywa $^1/_5$ do $^1/_6$.

**Przystanki** rozmieszczamy zazwyczaj **przed** skrzyżowaniami się z ulicami poprzecznemi lub z innym szlakiem. O wymijankach p. str. 452.

### b. Elektrownia.

Oznaczając przez:

$P$ — średni odbyt energii, mierzonej w elektrowni, w watogodzinach na 1 tkm,

$G$ — średnią wagę roboczą wagonu, w t, a więc jego wagę własną i połowę obciążenia największego,

$v$ — średnią prędkość jazdy, w km/godz., łącznie z przystankami,

$a$ — ilość wagonów, znajdujących się jednocześnie na sieci torów,

otrzymamy moc $L$ średniego odbytu elektrowni, w KW:

$$L = PGva : 1000.$$

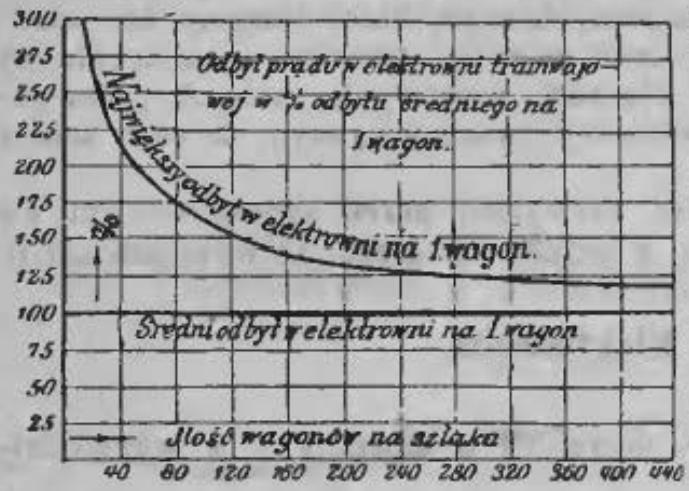
W zależności od stanu torów, częstości łuków, ich promieni krzywości, odstępów między przystankami i t. p., doprowadzając prąd przez zwykły **przewód zdawny**, bądźto napowietrzny, bądźteż podziemny, możemy wartość spółczynnika $P$ liczyć średnio na 50 do 70 W. godz./tkm, a w warunkach mniej korzystnych nawet 90 do 100 W. godz./tkm. Wartości te nie uwzględniają jeszcze pracy, niezbędnej na przezwyciężenie większych stromości na długich wzniesieniach, którą to pracę wypada uwzględnić dodatkowo, jako iloczyn ze wzniosu i wagi wagonu podjeżdżającego, w założeniu, że sprawność między elektrownią a osią napędną wagonów bywa średnio 0,6 do 0,65. Natomiast wypada również uwzględnić, że na spadkach ponad 11 do 12‰ wagony staczają się samą siłą ciążenia, i że potrzeba tu dodawać tylko tę część pracy, jaką wymaga przyspieszenie ruchu wagonów, zwłaszcza przy ruszaniu z przystanków. Śnieg lub liście, pokrywające tor, zwiększają czasowo odbyt elektrowni o 20 do 25%. Do odbytu, niezbędnego na poruszanie wagonów, należy dodać i odbyt potrzebny na ich oświetlanie i ogrzewanie.

**Wagi własne wagonów.**

| | Wagony silnikowe | | | Wagony doprzęgne |
|---|---|---|---|---|
| Ilość osi . . . . . | 2 | 2 | 4 | 2 |
| „ siadów . . . . . | 16 | 20 | 28 | 16 |
| „ stani (miejsc dla stojących) | 16 | 14 | 12 | 14 |
| Waga w stanie roboczym ∞ t | 8,3 | 9 | 16,5 | 4—4,5 ościenione<br>2,5—3 bezścienne |

**Prędkość jazdy** bywa: na ulicach miejskich 10 do 15, na małoludnych nawet do 20, a na drogach podmiejskich do 30 km/godz.

Rys. 1259.




Do ruszania z miejsca i do osiągnięcia pożądanej prędkości we względnie krótkim czasie potrzebne jest dość znaczne przyspieszenie, dosięgające 0,8 m/sek², które znów wymaga czasowego zwiększenia prądu wchłanianego. Skutkiem tego, gdy ilość wagonów pracujących jednocześnie jest nieznaczna, odbyt elektrowni podlega bardzo silnym wahaniom, które się wyrównywują w miarę tego, jak się zwiększa ilość wagonów zasilanych jednocześnie z danej elektrowni (por. rys. 1259).

Do wyrównywania tych wahań najdogodniej będzie ustawić dodatkowo **wyrównawczą rzeszę** zasobników, a natenczas prądnice potrzebują dostarczać tylko prąd o wielkości, przystosowanej do odbytu średniego podczas najbardziej ożywionego ruchu.

Taka rzesza zasobników przedstawia nadto pewien zapas czasowy na wypadek przerwy w działaniu prądnic, wreszcie dozwala ona skrócić czas ozysku codziennego w elektrowni, gdyż możemy z niej zasilać pierwsze poranne i ostatnie wieczorne wagony, a również i oświetlenie nocne samej elektrowni, a nawet prądniki jej naprawiarni.

Ilość stadeł w rzeszy zasobników wyraża się liczbą $E:e$, jeżeli przez $E$ oznaczymy napięcie między prętami zbiornymi (ponajczęściej $E = 550$ do 600 V), a przez $e$ napięcie międzykrańcowe poszczególnego stadła, zależne od rodzaju płyt. Wartość $e$ waha się zazwyczaj w granicach 2 do 2,1 V, a średnio można ją liczyć po 2,07 V na stadło.

Rzeszę tę naprądniamy najdogodniej, posiłkując się prądnicami wzmożnemi.

**Wielkość poszczególnych prądnic** należy dobrać z uwzględnieniem niejednostajności odbytu (powodowanej zmienną gęstością ruchu w różnych porach dnia i roku), oraz z uwzględnieniem oczekiwanego rozwoju ruchu w przyszłości, a przy doborze tym wypada dążyć do otrzymania możliwie wielkich, a jednakowych prądnic.

**Położenie** elektrowni należałoby właściwie tak dobierać, aby leżała jak najbliżej środka ciężkości odbytu. Ze względu jednak na cenność gruntu w śródmieściu i na trudności w dostawie paliwa i dostarczeniu taniej wody, większe elektrownie tramwajów miejskich leżą ponajczęciej na kraficach miast, a nawet w okolicach podmiejskich. W takim przypadku stosujemy zazwyczaj trójprąd wysokiego napięcia, doprowadzamy go do poszczególnych przetworni, roz-

rzuconych wzdłuż sieci toru, w których przetwarzamy trójprąd wysokiego napięcia, przetwornicami na sprąd o napięciu 550 do 600 V.

## c. Doprowadzanie prądu.

**1. Przewody napowietrzne** znajdują najszersze zastosowanie do zdawania prądu wagonom, albowiem tego rodzaju przewody zdawne są nietylko najtańsze co do kosztów urządzenia, lecz są zarazem i najbardziej zaufne pod względem działania. Drut zdawny na szlakach prostych podwieszamy sprężyście w odstępach 35 do 40 m, za pośrednictwem podwójnego zosobnienia, bądźto u wysięgników, bądźteż u drutów poprzecznych, a mianowicie zazwyczaj ponad osią toru. Jednakże przy zastosowaniu krążka zdawnego, obmyślonego przez Dickinson'a, drut zdawny leży nad przytorzem. Drut zdawny leży zazwyczaj na 5 do 6 m, wyjątkowo tylko do 7,5 m ponad torem, a przekrój tego drutu bywa 50 do 100 $mm^2$, zazwyczaj kołowy, 8 do 9 mm średnicy, czasami jednak stosujemy i przekroje ósemkowate (8). Tworzywem drutu bywa zazwyczaj miedź twardo wyciągana, o wytrzymałości na zerwanie: $K_z = 3800$ do 4000 $kg/cm^2$, a o przewodności 96 do 97% względnie do miedzi szczerej. Drut zdawny podwieszamy u osobniaków za pośrednictwem zacisków. Cały przewód zdawny dzielimy zazwyczaj zosobniającemi złączkami międzydziałkowemi na poszczególne działki, około 500 m długie. Przyległe końce działek sąsiednich przyłączamy do rozłącznika międzydziałkowego, za pośrednictwem którego możemy każdą działkę zosobnić od sąsiedniej, a w razie potrzeby możemy, rozłączając w ten sposób jeden lub obydwa końce działki, doprowadzić ją do stanu bez napięcia. W czasie ozysku kilka takich działek łączymy ze sobą w jeden dział przewodu zdawnego, pozostawiając rozłączniki między takimi działami otwarte, czyli dzieląc cały przewód na pewną liczbę działów, nawzajem od siebie zosobnionych. Do każdego działu dosyłamy oddzielnie prąd od dodatnego pręta zbiornego z elektrowni lub z przetworni, a to za pośrednictwem oddzielnego przewodu dosyłowego, który w miastach układamy zazwyczaj pod chodnikami w postaci kabla opancerzonego, przy drogach podmiejskich natomiast prowadzimy go w postaci przewodu gołego, po słupach, na kołpakach porcelanowych.

Każdy przewód dosyłowy posiada w elektrowni (względnie w przetworni) swój włącznik, a nadto zabezpiecza się on wyłącznikiem samoczynnym, który go wyłącza w razie nadmiaru prądu, jakiby się mógł pojawić skutkiem skrótu lub t. p.

**Zdawanie prądu.** Z przewodu zdawnego zdajemy prąd do wagonu będącego w ruchu, za pośrednictwem: bądźto krążka zdawnego z obrzeżami, obchwytującemi ów przewód, bądźteż pałąka zdawnego, który w łukach nie wykoleja się tak łatwo z przewodu jak krążek, i dlatego w Europie znajduje szersze zastosowanie, podczas gdy w Stanach Zjednoczonych naodwrót krążek więcej się rozpowszechnił.

Każdą działkę przewodu zdawnego wypada zabezpieczyć od błyskawic i piorunów za pomocą odgromników, a mianowicie bądźto rożkowych, bądźteż z magnetycznem gaszeniem iskier.

Gdy nad przewodem zdawnym, albo nad gołym przewodem dosyłowym przechodzi drut inny, wątłoprądny, np. telegraficzny lub telefonowy, natenczas, w razie zerwania się takiego drutu, jego zetknięcie się z przewodem wysokiego napięcia grozi poważnem niebezpieczeństwem i przechodniom, na których taki drut spadnie, i miejscom, do których prowadzi, gdyż mógłby tam wzniecić pożar. Dlatego należy owe druty nietylko zaopatrzyć w bezpieczniki, któreby wykluczały możność wznlecenia pożaru, lecz nadto zabezpieczyć wogóle od zetknięcia się z przewodami wysokiego napięcia. W tym celu osłaniamy w takich miejscach przewody w końcu wspomniane po ich wierzchu listwami drewnianemi lub z innego tworzywa nieprzewodnego, albo rozpinamy ponad nimi, w odstępie 0,75 m, doziemione: bądźto druty ochronne, bądź też siatki.

**Przewodem powrotnym** dla prądu bywają ponajczęściej same szyny toru (p. powyżej pod **a.**), na które prąd przechodzi z prądnika wagonowego poprzez osie i koła wagonu. Sposób ten, jakkolwiek najtańszy, nie jest jednakże bez wad, z których najwybitniejszą jest przechodzenie prądów z toru do ziemi i ich wałęsanie się w niej. Takie **prądy wałęsające się** szukają sobie drogi powrotnej o najmniejszym oporze, a więc przechodzą przeważnie na metalowe przewody podziemne, jako to na rury gazowe i wodociągowe, na pancerze kabli i t. p. Przy przejściu na nie, o ile wielkość takiego prądu jest dość znaczna, rozkłada on elektrolitycznie metalowe tworzywo tych przewodów *). Aby temu zapobiedz, należy wedle możności zmniejszać wielkość owych prądów wałęsających się, czyli utrudniać przejście prądu z szyn do ziemi. W tym celu trzeba prądowi ułatwiać drogę powrotną do elektrowni poprzez szyny, zmniejszając wedle możności ich opór elektryczny, a mianowicie przynajmniej do tego stopnia, aby największy spad napięcia w szynach nie przekraczał wartości 5 do 7 V. Gdy rozległość sieci jest bardzo znaczna, pojawia się nieraz konieczność odprowadzania prądu powrotnego przez oddzielne przewody zosobnione do elektrowni (wzgl. przetworni), a czasami nawet konieczność wstawiania w koniec takiego przewodu oddzielnej prądnicy prądochłonnej, która, obniżając napięcie, kieruje prąd ku sobie, odprądniając niejako ów przewód.

Aby zupełnie zapobiedz prądom wałęsającym się (co jest niezbędne, np. w blizkości naukowych pracowni fizykalnych, aby nie zamącać ich doświadczeń i spostrzeżeń), oddajemy prąd powrotny wagonu drugiemu przewodowi zdawnemu, również zosobnionemu, a czynimy to za pośrednictwem drugiego krążka lub pałąka zdawnego.

W warunkach odpowiednich zaleca się też układ trójprzewodowy, między którego zosobnionymi przewodami skrajnymi panuje

*) Przepisy, dotyczące zapobiegania szkodliwości prądów wałęsających się, opracowane przez Związek niemieckich gazowników i wodociągarzy, p. Przegląd techniczny 1907.

napięcie $2 \times 550$ lub $2 \times 600$ V, a którego przewodem obojętnym są szyny torowe. Z powodu dwa razy większego napięcia układ ten jest sprawniejszy, a straty napięcia w przewodzie obojętnym są względnie małe, powodują zatem mniej prądów wałęsających się.

2. **Przewody podziemne.** Zdawne przewody podziemne pomieszczamy zazwyczaj w kanale betonowym, a to w postaci prętów teownikowych lub ósemkowatych, ułożonych na osobniakach. Kanał posiada w swym stropie pionową szczelinę nawskrośną, 25 do 30 mm szeroką, wzdłuż całego toru, przez którą przechodzi ramię zdawne. Ramię to, przytwierdzone do wagonu, sięga poprzez szczelinę w kanał, a koniec jego, wykształcony w przyrząd zdawny, ślizga się po przewodzie zdawnym. Gdy naprądnianie wagonów jest różnorodne, a więc na jednych oddziałach szlaku z przewodów podziemnych, na innych zaś z napowietrznych lub ze zasobników, natenczas owo ramię zdawne urządza się w ten sposób, aby je można było wysuwać ze szczeliny w górę. Jeżeli urządzamy ów kanał podziemny, to zaleca się ułożyć w nim przewód powrotny, a natenczas z pod wagonu sięgają poprzez szczelinę w kanał dwa takie ramiona zdawne. Szczelinę podłużną rozmieszczamy bądźto na śródtorzu, bądźteż na przytorzu, a najlepiej w jednym z toków (na szlakach dwutorowych we wewnętrznym), a mianowicie w ten sposób, aby tworzyła zarazem rowek na obrzeże kół tramwajowych, przez co unikamy trzeciego rozcięcia powierzchni ulicy na każdy tor, utrudniając sobie wzamian ustrój rozjazdów. Pręty zdawne miewają takie same długości jak szyny torowe, a przy każdem ich złączu urządzamy właz do kanału dla jego oczyszczania; wodę opadową odprowadzamy podziemnie w odstępach 40 do 50 m. Zdawne przewody podziemne nie szpecą ulic miejskich i to jest ich główną zaletą przed napowietrznemi, natomiast są one w urządzeniu droższe, a w ozysku i droższe i mniej zaufne. Pierwszy taki tramwaj w Europie zbudowano w Budapeszcie.

3. **Tramwaje o stykach rozstawnych.** Wzdłuż toru, bądźto śród niego, bądźteż zawieszone u słupów, rozmieszczamy w pewnych odstępach niezbyt wielkich oddzielne styczniki zasilane prądem. Ze zdawnych tych styczników prąd przechodzi na drugi pręt, po nich się ślizgający, a przytwierdzony do wagonu. Styczniki na słupach mogą być stale pod prądem, natomiast styczniki w śródtorzu powinny być pod prądem tylko wtenczas, gdy nad nimi znajduje się wagon, który w ten sposób broni niejako przechodniom dostępu do tych styczników, chroni ich zatem od porażenia prądem. Mimo liczne pomysły, mające udoskonalić ten rodzaj tramwajów, nie znalazł on dotychczas szerszego zastosowania.

4. **Tramwaje zasobnikowe.** Każdy wagon silnikowy otrzymuje swą oddzielną rzeszę zasobników, która może starczyć na odbyt całodzienny, albo też naprądnia się podczas przerw jazdy, zazwyczaj na przystankach krańcowych. Tramwaje takie nie szpecą ulic, są jednakże mniej dogodne w ozysku z dwóch mianowicie powodów: wielkiej wagi zasobników i czasu traconego na ich naprądnianie. Obecnie waga rzeszy zasobników na wagon dosięga 3,5 t, wymaga

zatem silniejszej budowy i samego wagonu i toru, a nadto przyczynia się do szybszego ich zużycia. By zmniejszyć wedle możności wagę zasobników, stosujemy względnie wysoki wyprąd na jednostkę powierzchni płyt, zmniejszając przez to ich trwałość, która cierpi również wskutek ustawicznych wstrząśnień i uderzeń, nieuniknionych podczas jazdy. Sprawność zasobników jest względnie mała, co zwiększa koszty prądu. Zaufność działania jest mniejsza aniżeli przy zastosowaniu zdawnych przewodów napowietrznych. Zwłaszcza gdy śnieg pokryje tory, moc zasobników staje się często niedostateczną. Wreszcie zasobniki wydzielają zaduchy kwasu, których dotychczas nie udało się jeszcze usunąć w zupełności, a które nie mogą być przyjemne dla jadących.

5. **Zasilanie naprzemianne z przewodu napowietrznego i ze zasobników.** Przewody napowietrzne prowadzimy tylko ponad ulicami, z których oszpeceniem łatwiej się nam pogodzić, a więc ponad ulicami przedmieść i ponad drogami podmiejskiemi. Wagon, jadąc temi ulicami, czerpie prąd z przewodu zdawnego tak do napędu prądników, jak i do naprądniania zasobników, których wyprądem napędzamy następnie prądniki podczas jazdy przez ulice śródmieścia, nie oszpeconego napowietrznymi przewodami zdawnymi. Ponieważ zasobniki naprądniamy tu częściej, a wyprądniamy przez okresy krótsze, aniżeli w układzie z pod 4., więc waga zasobników będzie tu znacznie mniejsza.

6. **Zasilanie naprzemianne z przewodu napowietrznego i podziemnego.** W miastach, nie podlegających nadmiernemu zaśnieżeniu, będzie to może sposób najwłaściwszy, gdy niektórych części nie chcemy oszpecać przewodami napowietrznymi.

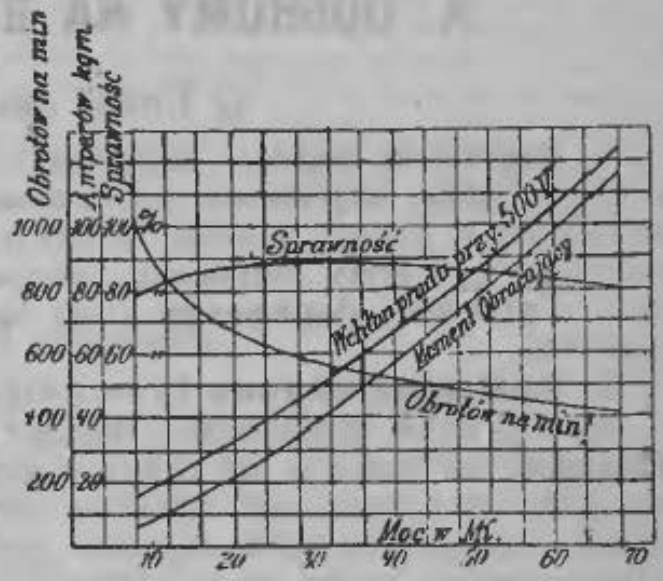
## d. Wagony i prądniki.

W celu należytego wyzyskania wagi wagonu na otrzymanie możliwie wielkiej czepności, napędzamy zazwyczaj obydwie jego osie, a mianowicie każdą z nich oddzielnym prądnikiem. Każdy z tych prądników może bez nadmiernego zagrzania się*) wyłaniać ze siebie przez godzinę bez przerwy moc 25 do 30 *MK*, doraźnie zaś, przez czas krótki, do 50 *MK*. Stopniowania mocy silników dokonywamy w ten sposób, że włączamy je naprzód obydwa, wraz z opornikiem posobnie; następnie zmniejszamy stopniowo opór w oporniku, a gdy ten opór dojdzie do zera, wzmagamy dalej moc wyłanianą, włączając obydwa prądniki obocznie względem siebie, lecz posobnie z opornikiem; wreszcie przez stopniowe zmniejszanie oporu w oporniku do zera otrzymujemy największą moc, jaką prądniki wyłonić mogą. **Nastawnice** budujemy zazwyczaj na 7 do 8 stopniowań mocy; z nich jednakże tylko dwa stopniowania są przeznaczone na pracę przez dłuższe okresy czasu, a mianowicie te dwa stopniowania, jedno posobne i jedno oboczne, przy których opornik po-

*) P. prawidła, dotyczące oceny i sprawdzania prądnic i t. d., podane w zeszycie oddzielnym, dołączonym do niniejszego tomu Techniki.

zostaje zupełnie wyłączony z obwodu. Nastawnicę zaopatrujemy w magnetyczny gaszak iskier, a na każdem podścieniu wagonu, t. j. na przedniem i tylnem, stawiamy oddzielną nastawnicę dla danego kierunku jazdy: naprzód, względnie wstecz. Prądniki bywają zazwyczaj czterobiegunowe, a mieszczą się one w staliwnych oponach szczelnych, t. j. nieprzenikalnych na kurz i wodę. Oprawa prądnika spoczywa jednym końcem na łożyskach, obchwytujących oś wagonu, drugim końcem zaś na sprężystem podwieszeniu u ostoi wagonu, może się zatem z lekka pokręcać około osi wagonu w miarę sprężynowania jego ostoi. Siłę w prądnikach przenosimy na oś wagonową za pośrednictwem stadła kół zębatych, o przełożeniu 1 : 3 do 1 : 5,5. Zębnik bywa ze stali Siemens-Martynowskiej, a koło większe, osadzone na osi wagonowej, staliwne i z dwóch półkręgów złożone. Taki prądnik o mocy 35 *M* waży, wraz z kołami zębatemi, około 900 kg, cały zład elektryczny jednego wagonu, t. j. dwa prądniki i dwie nastawnice z przynależnościami, około 2400 kg. Do tramwajów stosujemy prawie wyłącznie sprądniki głównikowe, jako posiadające wielki moment rozruszny, a zarazem jako miarkujące swą prędkość samoczynnie, w zależności od mocy wyłanianej (p. rys. 1260). Sprądniki bocznikowe znajdują zastosowanie prawie wyłącznie tylko na szlakach zębnicowych, a to w celu odzyskiwania z nich prądu podczas jazdy w dół.

Rys. 1260.




Każdy wagon silnikowy otrzymuje nadto: dzwonek ostrzegawczy, piasecznicę, odgromnik i wyłącznik samoczynny na prąd wysokiego napięcia. Do oświetlenia wagonu stawiamy zazwyczaj 10 żarówek w dwóch oddzielnych obwodach obocznych, a mianowicie w każdym z nich po 5 posobnie włączonych żarówek.

**Hamowanie** bywa trojakiego rodzaju:

1. Hamowanie ręczne przez dociskania 4-ech lub 8-u klocków hamulcowych do obręczy kół, a to za pośrednictwem wrzeciona śrubowego.

2. Hamowanie elektryczne odbywa się:

a. przeciwprądem, t. j. prądnik nastawiamy na bieg wsteczny; sposób ten stosujemy jednak tylko w razie niebezpieczeństwa;

b. skrótem, t. j. prądnik działa jako sprądnica, której prąd pochłaniamy opornikiem;

c. za pośrednictwem elektromagnetyzmu, a mianowicie:

α) hamulec tarczowy składa się z dwóch tarczy, dociskanych do siebie elektromagnetycznie: jedna z tych tarczy siedzi niepokrętnie na osi wagonu, druga zaś jest złączona z jego ostoją;

β) zwykłe klocki hamulcowe dociskamy za pośrednictwem rdzenia żelaznego, wciąganego elektromagnetycznie w zwojnicę;

γ) hamując wagon elektromagnetycznie o szyny.

Przy hamowaniu z pod b. i c prądu hamującego dostarcza nam sprądnik, działający jako sprądnica, napędzana rozpędem wagonu.

3. Hamowanie powietrzne. Hamulce są ustroju podobnego jak w pociągach kolejowych, sprzężarkę napędzamy jednak od osi wagonu.

Przy hamowaniu elektrycznem lub powietrznem silniczy ze swego stanowiska może obsługiwać wszystkie przyrządy hamujące i to nietylko u wagonu silnikowego, lecz i u doprzęgniętego.

---

# X. ODGROMY NA BUDOWLACH.

## a) Uwagi ogólne.

1) **Odgrom na budowli** składa się z trzech części zasadniczych, a więc z **iglicy odgromowej** z nierdzewiejącym **śpicem metalowym.** ustawionej w postaci wysokiej żerdzi w możliwie najwyższym punkcie budowli, z **płyty doziemnej**, zakopanej głęboko w grunt wilgotny, i z **przewodu doziemnego**, który łączy śpić iglicy z płytami doziemnemi.

2) **Działalność odgromu** bywa dwojakiego rodzaju:

a) Gdy obłok gromonośny znajduje się jeszcze w tak **znacznem oddaleniu** od budowli, że piorun z niego na odgrom przeskoczyć nie może, natenczas pod wpływem elektryczności obłoku, np. dodatnej, rozszczepia się w odgromie elektryczność w ten sposób, że odjemna zbiera się na śpicu odgromowym, podczas gdy odczepiona od niej elektryczność dodatna odpływa do ziemi. Pod wpływem wytwarzającego się znacznego napięcia, elektryczność odjemna wypływa ze śpica na obłok, a łącząc się na niem z jednakową ilością elektryczności dodatnej, osłabia nabój elektryczny obłoku gromonośnego, czyli zmniejsza jego groźność na wypadek, jeżeli z niego następnie piorun istotnie wypadnie na budowlę.

b) Gdy obłok gromonośny **zbliży się** do budowli na tyle, że zosobniająca warstwa powietrza między obłokiem a budowlą, skutkiem zmniejszonej swej grubości, stanie się już niezdolną do nieprzepuszczenia iskry elektrycznej pod danem napięciem, natenczas piorun wypada z obłoku na budowlę, kierując się drogą najmniejszego oporu do ziemi. Prawidłowo zbudowany odgrom stanowi właśnie ową drogę najmniejszego oporu, i dlatego piorun uderza w śpic odgromu i po jego przewodzie spływa do ziemi, bez szkody dla budowli.

3) **Groźność piorunów** dla danego rodzaju budowli wyraża się liczbą budowli, corocznie uszkodzanych od pioruna, w stosunku do jednego miliona istniejących takich budowli. Statystyka wykazała w Niemczech zwiększenie się tej groźności w trójnasób w okresie trzydziestoletnim od r. 1850 do r. 1880, a średnia groźność piorunów dla budynków w okresie od r. 1874 do r. 1877 wyraziła się tam liczbą 188. Jednakże w bardziej górzystych Niemczech południowych, gdzie szczyty gór i wzgórz są niejako naturalnymi odgromami dla budynków, stawianych przeważnie w dolinach, groźność roczna w tymże okresie czasu wyraziła się liczbą 77, podczas gdy jednocześnie w równinnych Niemczech północnych dosięgała 277. W równinie bowiem budynek stanowi wywyższenie ponad teren, bardziej zbliżone do chmury gromonośnej; zosobniająca warstwa powietrza między nim a obłokiem jest zatem cieńsza i piorun łatwiej ją przebije, aniżeli grubszą warstwę między obłokiem a samą ziemią.

Budowle wiejskie, stojące we wielkich wzajemnych odstępach, są znacznie więcej narażone na pioruny, aniżeli w zwartych szeregach stojące budynki miejskie. Niektóre rodzaje budowli są pod tym względem bardziej zagrożone od innych, a wogóle z pośród budynków wiatraki i kościoły wyróżniają się stosunkowo wielką ilością uszkodzeń od piorunów i to tak dalece, że dla nich groźność pioruna bywa 10 do 100 razy większa, aniżeli dla budynków zwykłych. Zjawisko to nietrudno objaśnić: wiatraki, ze względu na możliwie swobodny dostęp wiatru do nich, stawiamy możliwie na wyniosłościach terenu, a więc na szczytach małych wzgórków i zdala od innych budowli, aby one nie przesłaniały wiatru; podobnie i kościoły, aby były zdala widoczne, stoją często na miejscach bardziej wyniosłych, a nadto znaczna wysokość kościołów, zwłaszcza ich wież, sprawia, że stają się one najkrótszą drogą dla pioruna z obłoku do ziemi. Z przyczyn podobnych groźność pioruna dla wysokich kominów fabrycznych jest również stosunkowo bardzo znaczna.

## b) Ustrój odgromów.

1) **Iglice odgromowe** są to przeważnie żerdzie żelazne, cynkowane lub cynowane, 2 do 4 m długie, o przekroju przynajmniej 0,7, lepiej jednak przynajmniej 1,5 cm². Na koniec iglicy nasadza się śpic miedziany, trwale pozłocony, aby nie rdzewiał. By uniknąć nadmiernych wysokości iglic, które wyjątkowo tylko przekraczają 5 m, wypada na budowlach rozleglejszych stawiać nieraz po kilka takich iglic. Jako przestrzeń ochronioną przez iglicę odgromową uważamy zazwyczaj przestrzeń, objętą prostym stożkiem kołowym o osi pionowej, którego wierzchołek leży w śpicu iglicy, a połówka $\beta$ kąta wierzchołkowego ma wartości poniższe:

a) dla najwyższych narożników budowli $\beta = 45^0$ do $55^0$, dla narożników niżej położonych natomiast $\beta = 68^0$;

b) dla najwyższych krawędzi budowli $\beta = 65^0$, dla niżej leżących $\beta = 71^0$;

c) dla wszelakich części dachu najwyższego $\beta = 71^0$, a jeżeli części te otrzymają ochronę dodatkową przez przewody napowietrzne, to $\beta = 76^0$;

d) wszelkie części budowli, występujące poza te stożki, należy ochronić iglicami dodatkowemi, przynajmniej 25 cm długiemi, licząc dla nich kąt stożka ochronionego $\beta = 45^0$.

Stałe proporce pod chorągwie mogą spełniać dodatkowo i czynność iglicy, jeżeli zaopatrzymy je w śpice prawidłowe, należycie połączone z przewodem odgromnym.

2) **Przewody napowietrzne** bywają bądźto żelazne, a natenczas cynkowane lub cynowane, bądźteż miedziane; stosujemy je zaś w postaci prętów, albo też w postaci lin drucianych. Przekrój przewodu żelaznego, nierozgałęzionego ma być przynajmniej 100 $mm^2$, a odnóg przynajmniej 50 $mm^2$. W przewodach miedzianych starczą przekroje dwa razy mniejsze, w cynkowych $1^1/_2$ razy większe, a w ołowianych 3 razy większe od powyżej podanych dla żelaza. Na złączach niezlipianych lub niezlutowanych metaliczna powierzchnia styku powinnaby być nie mniejsza niż 10 $cm^2$. Przewód między śpicem a płytą doziemną wypada prowadzić drogą najkrótszą a przytwierdzać go bez zosobniania i niezakleszczając go w trzymakach; ważną jest dogodność jego sprawdzania. Gdy ustawiamy kilka iglic, należy je wszystkie wzajemnie połączyć ze sobą oddzielnym przewodem. Wszelkie większe części metalowe budowli, jako to kryćby metalowe, wiązary i schody żelazne, rury wodociągowe, gazowe i ściekowe, należy zaufnie poprzyłączać do przewodów odgromowych.

3) **Przewody podziemne** bywają miedziane cynowane, albo żelazne cynkowane, a kończą się one płytami doziemnemi, albo w ich zastępstwie taśmami, prętami, rurami lub wreszcie siatkami drucianemi, ułożonemi pod wodą zaskórną (np. w studniach), albo nawet we wodzie stawów, jezior lub rzek. Płyty żelazne bywają 5 mm grube, miedziane zaś 2 mm, o powierzchni 1 $m^2$. Pręty i rury doziemne powinny zagłębiać się we wodę zaskórną przynajmniej na 5 m. Gdy wody zaskórnej niełatwo dosięgnąć, natenczas stosujemy płyty doziemne 2 $m^2$ pow., ułożone w warstwie koksu rozdrobnionego, albo też stosujemy kilka przewodów i płyt doziemnych ogólnej powierzchni przynajmniej 2 $m^2$, a wszystkie te płyty należy dobrze nawzajem ze sobą połączyć.

4) **Złącza** powinny posiadać przewodność nie mniejszą niż w samym przewodzie i powinny być trwale zlutowane. Corocznie, najlepiej na wiosnę, należy całość obejrzeć (np. lunetą) i sprawdzić, przedewszystkiem zaś śpice iglic.

# DZIAŁ SIEDMNASTY.

# GAZOWNICTWO.

**Uwaga wstępna.** Gaz świetliwny wytwarzamy przeważnie przez **wygazowanie** (suchą dystylacyę) węgla kamiennego, a mianowicie jego gatunków bardziej **gazownych.** Wszelkie usiłowania dotychczasowe, skierowane ku wyszukaniu lepszego sposobu na wytwarzanie gazu świetliwnego, nie dały wyniku pożądanego. **Gaz wodny** i **wodnoczadowy.** aczkolwiek stały się podatne do oświetlania przez zastosowanie i do nich palników żarowych (auerowskich), nie zdołały jednak wyprzeć zwykłego gazu świetliwnego, który w tychże palnikach żarowych znalazł silną broń do spółzawodnictwa z oświetleniem elektrycznem. I **acetylenowi,** mimo jego dobrego światła i wielu wynalazków, dotyczących tego rodzaju oświetlenia, nie można rokować zbyt szerokiego pola zastosowania.

## A. Surowce, oraz ich wydajność.

**1. Ilość gazu** świetliwnego, jaką możemy otrzymać z jednostki danego węgla, zależy przedewszystkiem od zawartości w nim wodoru w nadmiarze, t. j. ponad tę ilość, jaka wytwarza wodę, łącząc się z tlenem we węglu zawartym.

**2. Uzysk gazu i koksu z węgla** *).

| Gatunek węgla | 1 hl węgla waży kg | Uzysk gazu ze 100 kg węgla m³ | Uzysk koksu na objętość % | Uzysk koksu na wagę % | 1 hl koksu waży kg | Właściwości otrzymanego koksu |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Westfalski . . . | 80—86 | 27,0—30,4 | 130—140 | 60—69 | 39—42 | ścisły, gruby. |
| Saarbrücken . . | 72—80 | 26,5—29,1 | 120—130 | 57—65 | 36—40 | dość ścisły, średnio gruby. |
| Dolnośląski . . | 82—87 | 25,0—27,3 | 125—135 | 65—72 | 41—47 | dziurkowaty, dość gruby. |
| Górnośląski . . | 76—80 | 27,4—28,4 | 118—122 | 62—70 | 41—45 | ścisły, drobny. |
| Zwikau . . . . | 77—80 | 24,9—26,6 | 105—115 | 50—60 | 38—42 | dzinrkowaty, drobny. |
| Pilzeński, czarny | 73—80 | 24—27 | 120—130 | 50—60 | 33—37 | dziurkowaty, drobny. |
| „ łupkowaty | 65—70 | 31—34 | 95—100 | 51 | 33—37 | łupkowaty, drobny, lichy. |
| Falkenau, brunatny . . . . | 62—67 | 31—33,4 | 50—55 | 33 | 40—45 | łupkow., drobny, b. lichy. |

**3. Uzysk mazi pogazowej,** względnie do wagi węgla bywa:
z węgli angielskich i westfalskich. 4,25%
z węgli śląskich i saskich . . . 4,75%.

**4. Wody pogazowej** otrzymujemy na ogół 10%, względnie do wagi węgla, a mianowicie o gęstości 2,5° Baume'go, ze śląskich węgli jednakże tylko 8% wody pogazowej, o gęstości 1,5 do 2° B.

*) N. H. Schilling, Handbuch für Steinkohlengas-Beleuchtung, 3 wyd. str. 81.

### 5. Składniki gazu.

1. Składnikami **światłodajnymi** są: benzol $C_6H_6$, naftalin $C_{10}H_8$, etylen $C_2H_4$, butylen $C_4H_8$, acetylen $C_2H_2$, propylen $C_3H_6$ i t. p.

2. Składnikami **obojętnymi** pod względem świetliwości, lecz ciepłodajnymi, a więc pożytecznymi w palnikach żarowych, są: gaz błotny $CH_4$, wodór H, oraz czad (tlenek węgla) CO.

3. Składnikami **zanieczyszczającymi** są: bezwodnik węglowy $CO_2$, amoniak $NH_3$, siarkowodór $H_2S$, węglowodory nasiarczone, dwusiarczek węgla $CS_2$, cyan $(CN)_2$, siarkocyan, czyli rodan CNS, azot N.

Np. Bunsen znalazł w gazie świetliwnym gazowni w Heidelbergu w odsetkach na objętość: etylenu 2,55, propylenu 1,21, pary benzolowej 1,33, wodoru 46,20, gazu błotnego 34,02, czadu (tlenku węgla) 8,88, bezwodnika węglowego 3,01, azotu 2,15, tlenu 0,65.

### 6. Uzysk gazu w poszczególnych okresach wygazowania.

W danym przypadku, przy ogólnym uzysku 27 $m^3$ gazu ze 100 kg węgla westfalskiego, otrzymano:

| Składników w % na objętość | w 1-ej godz. | w 2-ej godz. | w 3-ej godz. | w 4-ej godz. |
|---|---|---|---|---|
| Bezwodnika węglowego. | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,00 |
| Węglowodorów ciężkich. | 8,65 | 4,46 | 1,51 | 1,11 |
| Czadu (tlenku węgla) . | 3,37 | 4,27 | 2,46 | 1,69 |
| Gazu błotnego . . . . | 73,92 | 51,17 | 43,94 | 34,13 |
| Wodoru . . . . . | 13,56 | 39,60 | 51,59 | 63,07 |
| Ciężkość właściwa, wzgl. do powietrza . . . | 0,540 | 0,400 | 0,320 | 0,260 |

**7. Ciężkość właściwa** gazu świetliwnego bywa 0,34 do 0,45 średnio 0,4, w stosunku do powietrza.

8. Mieszanki gazu z powietrzem są **wzbuchliwe,** wzgl. jeszcze **zapalne,** dopóki stosunek objętości gazu do powietrza w mieszance pozostaje w granicach 1 : 4 do 1 : 14.

Podług doświadczeń Clerk'a *), mieszanki gazowo-powietrzne w naczyniu objętości 5,19 l dawały poniższe prężności po wzbuchu:

| Stosunek objęt. gazu do powietrza | 1 : 14 | 1 : 13 | 1 : 12 | 1 : 11 | 1 : 9 | 1 : 7 | 1 : 6 | 1 : 5 | 1 : 4 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Prężność po wzbuchu . . . . . | 2,72 | 3,50 | 4,08 | 4,15 | 5,31 | 5,92 | 6,12 | 6,19 | 5,44 kg/cm² |

**9. Wartość opałowa** (cieplikowa) 1 $m^3$ gazu świetliwnego bywa 4500 do 7000 cpł. (p. str. 936), a do jej oznaczania służy, np. kalorymetr Junker'a.

**10. Wartość świetliwną** gazu określamy, oznaczając **światłość** jego płomienia przez porównanie ze **światłostką,** czyli z jednostką światłości, przyczem gaz ma się palić w palniku wzorcowym i w warunkach ściśle ustalonych.

Jako **palnik wzorcowy** na gaz znajduje jeszcze szerokie zastosowanie zwykły palnik szczelinowy lub dwudziurkowy, które dają płomień motylkowaty, a mają zużywać po 142 l (5 ang. stóp sześć.)

*) The gas engine by Dugald Clerk, London 1886.

gazu na godz. W Londynie wzorcem jest palnik Argand'a, zużywający taką samą ilość gazu, w Berlinie zaś podobny palnik Argand'a, lecz zużywający 150 l gazu na godz. Średnia światłość tych palników wzorcowych bywa około 15 do 16-u światłostek olbrotowych.

Światłostką zwiemy jednostkę, służącą za miarę światłości źródeł światła. Jednostki te bywają rozmaite:

1) **Światłostka paryska**, określająca się światłością lampy Carcel'a.

2) **Światłostka olbrotowa**, stosowana pierwotnie w Anglii, a następnie i w Niemczech pod nazwą „Normalkerze" (N K), znajduje i u nas najszersze zastosowanie. Jest to światłość płomienia świecy olbrotowej, 44,5 mm wysokiego, a spalającego 7,77 g olbrotu na godz.

Stosując w dalszym ciągu wyrażenie „światłostka" bez określenia jej rodzaju, oznaczać przez nie będziemy światłostkę olbrotową, jako najbardziej rozpowszechnioną.

3) **Światłostka parafinowa**, stosowana do r. 1890 przez Związek niemieckich Zawodowców Gazowych i Wodociągowych, jest światłością 50 mm wysokiego płomienia świecy parafinowej, o średnicy 20 mm.

4) **Światłostka octano-amylowa**, inaczej **światłostką Hefnerowską** zwana, jest światłością 40 mm wysokiego płomienia lampy octano-amylowej, o średnicy knota 8 mm. Związek niemieckich Zawodowców Gazowych i Wodociągowych uznał tę światłostkę za obowiązującą dla siebie, zamiast dawniej stosowanej światłostki parafinowej, a i Związek Elektrotechników niemieckich uchwalił w r. 1897 jej stosowanie pod nazwą niewłaściwą „Hefnerkerze" (oznaczenie: HK, dawniejsze zaś HE), gdyż nie jest to światłość świecy, lecz lampy Hefner'a.

**Tablica porównawcza rozmaitych światłostek.**

| Światłostka Carcel'a | Światłostka olbrotowa | Światłostka parafinowa | Światłostka Hefner'a |
|---|---|---|---|
| 1,000 | 8,578 | 8,767 | 10,525 |
| 0,117 | 1,000 | 1,023 | 1,228 |
| 0,114 | 0,977 | 1,000 | 1,200 |
| 0,095 | 0,815 | 0,833 | 1,000 |

Jednostką jasności powierzchni oświetlonej jest jasnostka, zazwyczaj metrowa:

Jasnostka metrowa jest jasnością, jaką **jedna światłostka** wytwarza na **białej** powierzchni, **prostopadłej** do padających na nią promieni, a ustawionej w odległości **jednego metra** od źródła światła. Zależnie od rodzaju światłostki, podług której oznaczamy jasnostkę metrową, wypadałoby rozróżniać jasnostki: Carcel'owo-metrową, olbrotowo-metrową, parafinowo-metrową, Hefnerowsko-metrową i t. p.

Przez jednostkę bez przymiotnika wyróżniającego rozumieć będziemy jasnostkę najwięcej rozpowszechnioną, a więc metrowo-olbrotową.

Podług prof. Cohn'a z Wrocławia: przy jasności 50 jasnostek czyta się tak dobrze jak przy świetle dziennem; do zwykłej pracy potrzeba około 10 jasnostek; oświetlenie uliczne należy liczyć przynajmniej na 0,1 jasnostki, a dla ulic pierwszorzędnych 1 jasnostkę lub więcej.

Światłość danego źródła światła oznaczamy przez jego porównanie ze źródłem wzorcowem, a mianowicie na zasadzie prawa:

Wzajemny stosunek światłości dwóch źródeł światła, dających jednakowe jasności w pewnym punkcie (np. na przeponie fotometru), jest równy stosunkowi kwadratów odległości tegoż punktu od owych źródeł światła, rozumie się z zastrzeżeniem, że światło każdego ze źródeł pada prostopadle na powierzchnię, w której punkcie badamy jasność.

Do porównywania światłości dwóch źródeł światła, na zasadzie prawa powyższego, służą przyrządy, **fotometrami** zwane, z których najszersze zastosowanie znajduje jeszcze fotometr Bunsen'a. Źródła światła stawiamy w nim po przeciwległych stronach przepony papierowej, na której zrobiono małą tłustą plamę. Przesuwamy jedno ze źródeł światła, albo też samą przeponę tak długo, dopóki się one nie znajdą w położeniu, przy którem przestajemy dostrzegać owej plamki. Położenie to odpowiada jednakowej jasności, wytworzonej na przeponie, przez każde z porównywanych źródeł światła. Od pewnego czasu fotometr Bunsen'a ustępuje przed fotometrem ustroju Lummer'a i Brodhun'a *), zwłaszcza do pomiarów dokładniejszych. Składa się on z dwóch pryzmatów szklanych, o stykających się ścianach przeciwprostokątnych. Ściana ta jednego z pryzmatów jest jednakże nie płaska, lecz lekko, walcowato wypukła, skutkiem czego ściany te nie stykają się ze sobą całą swą powierzchnią, lecz tylko wązkim paskiem przy linii stycznej. Przez tę parę pryzmatów patrzymy wprost na jedno źródło światła, podczas gdy drugie stoi z boku: promienie pierwszego odbijają się całkowicie od całej wewnętrznej powierzchni ściany, z wyjątkiem owego paska, przez który przechodzą swobodnie do oka. Promienie drugiego źródła, stojącego z boku, odbijają się podobnież całkowicie o wewnętrzną powierzchnię ściany drugiego pryzmatu, pod kątem prostym, wpadają zatem do oka, z wyjątkiem jednak obszaru owego paska, przez który przechodzą swobodnie w bok, bez odbicia się. Oko widzi zatem w pasku wspomnianym jasność, wytworzoną przez źródło nawprost stojące, w pozostałej zaś powierzchni jasność, wytworzoną przez źródło z boku stojące. Dopóki dwie te jasności nie są sobie równe, wzrok nasz wyróżnia ów pasek na pozostałej powierzchni. Gdy wskutek stosownego przesunięcia (źródła światła lub pryzmatów) pasek stanie się niedostrzegalnym dla oka, obydwie badane jasności będą nawzajem sobie równe: w tem położeniu źródeł światła kwadraty ich odległości od pryzmatów, a ściślej biorąc, od osi owego paska, wyrażają wzajemny stosunek światłości obydwóch źródeł.

*) Zeitschrift f. Instrumentenkunde 1892, str. 41.

# B. Wyrób gazu.

## a. Piece i wygaźnice (retorty) *).

**1. Piece o paleniskach zwykłych**, w których paliwo leży na ruszcie warstwą 0,23 do 0,30 m. Gdy przewiewie zajmuje połowę powierzchni rusztu, można całkowitą powierzchnię rusztu średnio liczyć na piec:

| | | | |
|---|---|---|---|
| z 1 wygaźnicą | 0,12 do 0,14 m², | z 5 wygaźnic. | 0,19 do 0,21 m² |
| z 2 wygaźnic. | 0,14 „ 0,16 „ , | z 6 „ | 0,21 „ 0,23 „ |
| z 3 „ | 0,16 „ 0,19 „ , | z 7 „ | 0,23 „ 0,27 „ |

Z dawna używane piece Desawskiego Tow. gaz. mają tylko 0,15 m² rusztu na 6 wygaźnic, a 0,12 m² na 3 wygaźnice.

**2. Piece półczadnicowe** na 2 do 7 wygaźnic. Na ruszcie paliwo leży warstwą 1 m grubą, pod ruszt dopływa powietrze **czadujące**, które, przechodząc przez grubą warstwę paliwa, wytwarza z niego czad (CO). W celu spalania tego czadu na $CO_2$, doprowadzamy do paleniska, ponad warstwą paliwa, jeszcze powietrze **dopalające**, zazwyczaj nagrzane. Niekiedy nagrzewamy i powietrze czadujące. (Np. ustroje Horn'a, Desawski, Hasse-Vacherot'a i t. p.).

**3. Piece z czadownicami** na 7 do 11 wygaźnic. Czadownica, zazwyczaj w postaci paleniska zasypnego, mieści się przed, pod lub za piecem właściwym, a to w zależności od warunków miejscowych i ustroju samego pieca. Każdy piec posiada swą własną czadownicę, albo też z jednej czadownicy zasilamy czadem dwa piece sąsiednie. (Np. ustroje: Liegel'a, Oechelhäuser'a, Goldbeck'a, Schilling-Bunte'go, Hegener'a, Hasse-Didier'a, Klönne'go i t. p.).

Warstwa rozżarzonego koksu w czadownicy, liczona od wierzchu dopływu powietrza czadującego do spodu odlotu czadu, bywa 0,75 do 1 m wysoka, a dno czadownicy, zależnie od warunków miejscowych i ustroju, zagłębia się na 1,4 do 2,8 m pod naziom wygazowni.

Gdybyśmy wszystek bezwodnik węglowy ($CO_2$), jaki się wytwarza w dolnych warstwach paliwa, odtleniali we wyższych jego warstwach na tlenek węglowy (CO), to czad wychodzący z czadownicy zawierałby w sobie 34,71% tlenku węgla i 65,29% azotu (na wagę). Takich wyników teoretycznych nie możemy jednak osiągnąć w czadownicach, stosowanych w przemyśle, i uważamy czad za doskonały, gdy zawiera nie ponad 3% $CO_2$, a zawartość 5 do 6% już za szkodliwą.

Podobnie jak w piecach półczadownicowych, nagrzewamy zawsze i w piecach czadownicowych powietrze dopalające, a mianowicie na 200 do 500°; powietrza czadującego natomiast nie nagrzewamy zazwyczaj wcale, kilka jednak ustrojów piecowych stosuje i to nagrzewanie.

---

*) Wzorowe kształty wygaźnic na gaz świetliwny podano na arkuszu 18 i 19 z r. 1891/2 Zbioru rysunków, wydawanego przez Towarz. „Hütte“ przy Politechnice w Charlottenburgu.

Piece półczadownicowe znajdują przeważnie zastosowanie w gazowniach mniejszych, czadownicowe we większych.

Piece półczadownicowe zalecają się taniością swego ustroju, a nadto wyzyskiem ciepła promieniującego z paliwa, które to ciepło pada wprost na wygaźnice, natomiast wytwarzają one czad gorszego gatunku.

Czadownice wytwarzają czad lepszy, powodując natomiast znaczne straty ciepła przez jego rozpromieniowanie. Zapewniają one jednakże większą jednostajność żaru w żarowisku pieca, powodują zatem mniej szybkie przepalanie się wygaźnic, ułatwiają obsługę i pozwalają na ułożenie większej ilości wygaźnic w jednem żarowisku.

Na każde 100 kg węgla wygaźnianego zużywamy koksu na opał:

w piecach o palenisku zwykłem 22 do 40 kg,
„ „ półczadownicowych . 15 „ 22 „,
„ „ czadownicowych . . 12 „ 18 „.

**4. Obmurze** wygaźnic otacza je w odstępie 75 do 100 mm, same zaś wygaźnice leżą w odstępach wzajemnych 80 do 160 mm.

Grubość muru między piecami bywa . . . 51 do 64 cm,
„ bocznych murów krańcowych całej rzeszy pieców . . . . . 77 „ 129 cm,
wreszcie grubość tylnej ścianki pieca . . . . . 64 „ 129 cm.

Na sklepienie stosujemy ogniotrwałą cegłę kliniastą, nad niem zaś murujemy sklepienie odciążające z cegły zwykłej lub z pośledniego gatunku cegły ogniotrwałej. Z powodu znacznego żaru całe obmurze wymaga zaufnego wzmocnienia ściągami żelaznymi.

**5. Wygaźnice** (retorty) leżą w obmurzu zazwyczaj poziomo, w ustroju Coze'go jednakże pochyło. Przekrój ich bywa owalny, albo półowalny, z dnem płaskiem, kształtu leżącej litery D (⊏), a pojemność poszczególnej wygaźnicy 75 do 200 kg.

Związek niem. Zawodowców Gaz. i Wod. ustalił w r. 1867 poniższe przekroje owalne i półowalne dla wygaźnic.

| Przekrój owalny | | | | Przekrój półowalny | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| № | Szerokość mm | Wysokość mm | Waga kg | № | Szerokość mm | Wysokość mm | Waga kg |
| I | 525 | 380 | 560—620 | V | 525 | 365 | 510—565 |
| II | 525 | 315 | 525—580 | VI | 525 | 315 | 490—540 |
| III | 470 | 380 | 550—600 | VII | 470 | 350 | 490—540 |
| IV | 430 | 350 | 490—540 | VIII | 470 | 315 | 475—540 |

Grubość ścianek 60 do 65 mm; długość wygaźnic zwykła 2,45 do 2,75, wyjątkowo do 3,1 m. W Niemczech stosują chętniej przekrój owalny.

Tworzywem wygaźnic jest mieszanina z 1 części (na objętość) glinki i $^1/_3$ do 2 części mielonych skorup ogniotrwałych. Z przodu wygaźnica miewa ścianki zgrubione do 150 mm, w celu zaufniejsze-

go pomieszczenia śrub na przymocowanie jej łbicy. W zależności od dobroci tworzywa i od sposobu ozysku wygaźnica może przetrwać 400 do 1200 dni pracy.

Łbica żeliwna miewa ścianki 20 do 26 mm grube, a jej pokrywa doszczelnia się do niej za pośrednictwem obrzeża toczonego (zamknięcie Morton'a). Ze łbicy wychodzą rury wznośne, 105 do 200 mm prześwitu, które odprowadzają gaz do koryta, stojącego na piecach.

Wygazowanie węgla zabiera 4 do 6 godzin czasu, a każda wygaźnica wydaje dziennie 150 do 300 $m^3$ gazu.

Ponad **ilość wygaźnic**, niezbędnych w dniu największego odbytu gazu, dodajemy jeszcze na zapas (naprawy i t. p.), 20 do 50% owej ilości w gazowniach mniejszych, a 10 do 30% we większych.

**6. Wygaźnia** powinnaby być tak przestronna, aby przed piecami pozostawała przestrzeń swobodna 5 do 8 m, niezbędna na zasypywanie wygaźnic węglem, oraz na wyrzucanie koksu. Za piecami należałoby, od tylnej ściany budynku, pozostawić swobodny odstęp o szerokości 1,2 do 2,4 m. Wysokość ścian podokapowych bywa 5,5 do 10 m, a w grzbiecie dachu niezbędne są wywiewniki w postaci naddasza lub oddymnicy. Posadzka bywa z ciosów kamiennych, jednakże jej pas przedpiecowy, na szerokość około 2 m, powinien być z żeliwnych płyt żłobkowanych.

**7. Komin** miewa wysokość 20 do 40 m, a przekrój równający się $^1/_3$ do $^1/_2$ całkowitego pola rusztów; albo też liczą po 0,1 $m^2$ przekroju komina na każde 6 wygaźnic; jego wnętrze otrzymuje wykładzinę ogniotrwałą do połowy wysokości komina. Dalsze szczegóły o kominach p. T. I str. 958 i nast.

## b. Koryto.

Na 2 do 6 pieców liczymy jedno spólne koryto, na ich wierzchu stojące. Koryto takie jest długą skrzynią żelazną lub żeliwną, o dnie półwalcowem. Szerokość jego bywa 0,45 do 0,70 m, a wysokość 0,50 do 0,65 m; grubość ścianek w korytach żelaznych 7 do 10 mm, w żeliwnych zaś 13 do 20 mm. Koryto napełnia się do połowy wodą, w którą zagłębiają się skierowane w dół przedłużenia rur wznośnych od wygaźnic. Gaz, w nich wygazowany, przechodzi zatem przez te rury wznośne i ich przedłużenia do koryta poprzez wodę w niem stojącą, w której zbiera się maź pogazowa. Maź ta ścieka z koryta przez upust mazi, zazwyczaj ustroju Drory'ego. Do oczyszczania koryta stosują szeroko przyrząd Hasse'go.

## c. Chłodniki.

W chłodnikach gaz ma się chłodzić i z siebie wydzielać resztki mazi. Powierzchnię chłodnika ochładzamy bądźto samem powietrzem zewnętrznem, bądźteż po części wodą. W pierwszym przypadku, na 1000 $m^3$ codziennego wyrobu gazu, potrzeba 16 do 20 $m^2$ powierz-

chni chłodzącej, w drugim zaś przypadku o połowę mniej, lecz natomiast 1,5 do 3 $m^3$ wody chłodzącej dziennie.

1. Żeliwne chłodniki, ochładzane powietrzem, miewają rury o średnicy 100 do 450 mm.

2. Żelazne chłodniki pierścieniowate, ochładzane samem powietrzem lub powietrzem i wodą, miewają wysokość 6 do 12 m, przy średnicach: zewnętrznej 800 do 1200 mm, a wewnętrznej 600 do 1000 mm.

3. Żeliwne lub żelazne chłodniki z wewnętrznemi rurami, chłodzonemi wodą, a 80 do 150 mm prześwitu, bywają 5 do 10 m wysokie, przy średnicy zewnętrznej 900 do 1300 mm.

4. Do wydzielania ostatnich resztek mazi pogazowej znajdują szerokie zastosowanie odkraplacze mazi, a mianowicie: sitowy ustroju Pelouze'a i Audouin'a, albo też ustroju Drory'ego. Powodują one jednak stratę prężności gazu 50 do 80 mm sł. wod.

### d. Płóczki gazu (scrubber'y).

Zadaniem tych płóczek jest wydzielenie amoniaku z gazu. W tym celu gaz powinien spotykać podczas swego przepływu możliwie jak największe powierzchnie wody lub ciał owilżonych. Z początku swego przebiegu, gaz jeszcze nieoczyszczony oddaje amoniak nawet wodzie, już w znacznym stopniu zaamoniaczonej, pod koniec jednak swego przebiegu, gaz powinien się spotykać z wodą możliwie jeszcze czystą, któraby łatwiej mogła w siebie wchłonąć resztki amoniaku w gazie zawarte. Dlatego też prawidłowy ustrój płóczek gazu powinienby się opierać na zasadzie przeciwprądów, a przynajmniej do niej zbliżać. Wielkie powierzchnie wody, przy możliwie ciasnych, lecz za to licznych przepływach dla gazu, otrzymujemy przez wypełnienie przestrzeni płóczki: zraszanymi przetakami (sitami) z blachy lub drzewa, w odstępach 150 do 200 mm, pręcinami drewnianemi (w postaci rusztów), żwirem, koksem, chrustem, włosiem drzewnem, odcinkami blachy i t. p.

Na 1000 $m^3$ dziennego wyrobu gazu liczą po $2^1/_2$ do 5 $m^3$ przestrzeni w płóczkach, które bywają 3 do 20 m wysokie, przy średnicy 1 do 3 m. Budują jednakże i płóczki o przekroju prostokątnym i wielokątnym.

Zamiast płóczek powyżej wspomnianych, albo też dodatkowo oprócz nich, znajdują jeszcze szerokie zastosowanie: płóczka o tarczach wirujących (zanurzających się swą dolną częścią w wodę) ustroju Kirkham'a, płóczka półeczkowa ustroju Ledig'a, płóczka deszczółkowa ustroju Fleischhauer'a i t. p. W nowszych czasach stosują wreszcie i płóczki swoiste dla wydzielania i uzysku związków cyanowych z gazu.

Woda pogazowa, odchodząca z płóczek, zawiera w sobie dość znaczny procent amoniaku, jest więc cennym surowcem na wyrób soli amonowych, oraz czystej wody amoniakowej, t. j. rozczynu amoniaku w wodzie. Niektóre gazownie posiadają własne oddziały do przerobu owej wody pogazowej.

## e. Przewietrzak.

Przewietrzak na gaz stawiamy zazwyczaj bądźto przed płóczkami, bądźteż za niemi, a celem jego jest wytworzenie różnicy prężności gazu, niezbędnej na wywołanie ruchu przy przejściu gazu od wygaźnic, poprzez wszystkie przyrządy, aż do gazieńca (głównego zbiornika gazu), w którym panować jeszcze musi pewna nadprężność, potrzebna na przepchanie gazu przez przewody uliczne i domowe do palników.

Najszersze zastosowanie znajdują przewietrzaki ustroju Beale'go, lecz pozatem i sprężarki tłokowe i strumienice parowe.

Obok przewietrzaka lub sprężarki wypada urządzić oblot, przez który gaz może się cofać, na wypadek nadmiernego sprężu, a przechodzić swobodnie w kierunku naprzednim podczas ich bezruchu. Miarkownik oblotu, ustroju Oechelhäuser'a, zapobiega nadto powstaniu próżni (lub jej nadmiaru) w korycie.

## f. Odsiarczanie gazu.

Gaz surowy zawiera w sobie około 2% siarkowodoru ($H_2S$), który wydzielamy, przeprowadzając gaz poprzez warstwy wodorotlenku żelazowego [$Fe(OH)_3$], a więc np. żelaziaka łąkowego. Gdy się wodorotlenek żelazowy już przesyci wchłoniętym siarkowodorem, odświeżamy go, wystawiając na działanie powietrza, wskutek czego siarka wydziela się ze swych związków, a odświeżony w ten sposób żelaziak staje się zdatnym do ponownego użycia. Gdy po wielokrotnem odświeżeniu żelaziak zawiera już za wiele siarki, traci on swą zdolność odsiarczania gazu, stanowi natomiast cenny surowiec, z którego uzyskujemy siarkę, a również i związki cyanowe, o ile ich nie wydzieliliśmy z gazu oddzielnie przed jego odsiarczaniem.

Żelaziak w odsiarczakach układamy warstwami na 3 do 4-ch pręcinach drewnianych ponad sobą, a same odsiarczaki łączymy w zespół zazwyczaj po 4 sztuki (rzadziej po 3 lub po dwie), a to w celu, aby przepuszczać gaz kolejno przez jeden z odsiarczaków, podczas gdy odświeżamy żelaziak z pozostałych.

Na odsiarczenie 3000 do 10000 $m^3$ gazu potrzeba 1 $m^3$ żelaziaka, a na każde 100 $m^3$ największego dziennego wyrobu gazu liczymy po 0,7 do 1 $m^2$ przekroju w każdym z czterech odsiarczaków zespołu.

Same odsiarczaki są skrzyniami żeliwnemi, o pokrywie żelaznej, kształtu skrzyni odwróconej, której boczne ścianki zanurzają się na 300 do 800 mm w wodę, wytwarzając w ten sposób uszczelnienie wodne, nie przepuszczające gazu na zewnątrz. Pokrywa ta, pod wpływem prężności gazu, miałaby dążność do uniesienia się w górę i dlatego trzeba ją silnie przyczepić do spodniej skrzyni żeliwnej, co uskuteczniamy najdogodniej za pośrednictwem uch z lonkami (przetyczkami) lub zakrętek. Poszczególne odsiarczaki włączamy kolejno w przewód, względnie wyłączamy je z niego, zapomocą oddzielnych przełączaków, a więc zasów, zaworów przelotowych lub

rozczepkowych (trójzłączkowych), np. ustroju Baumert'a lub Gareis'a, wreszcie zapomocą swoistych przełączaków bezwodnych, ustroju Weck'a, rzadziej przełączaków z wodą, ustroju Clegg'a.

Odsiarczarnia gazu i odświeżalnia żelaziaka powinny być należycie przewietrzane, a niebezpiecznem jest wchodzenie do nich z palącemi się świecami nieosłoniętemi, zapalanie w nich zapałek i t. p., gdyż przestrzenie te wypełniają się nieraz gazami wzbuchliwymi.

**Uwaga.** Niekiedy wydzielają jeszcze z gazu bezwodnik węglowy ($CO_2$), posługując się do tego celu wapnem palonem; w Niemczech jednakże uważają wydzielanie to za zbyteczne.

## g. Miernik gazu.

Wszystek gaz uzyskany przechodzi w gazowni przez miernik, który samoczynnie zaznacza ilość gazu przechodzącego. Kadłub takiego miernika bywa zazwyczaj żeliwny, obracający się zaś bęben z blachy białej. Bęben ten obraca się średnio 100 razy na godzinę, a w miernikach bardzo wielkich 80 razy. Wymiary takich mierników dla gazowni zestawiamy poniżej:

| Ilość gazu przelatującego $m^3$/godz. | 14 | 70 | 140 | 250 | 500 | 1700 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Średnica wewnętrzna kadłuba . mm | 810 | 1425 | 1580 | 1805 | 2435 | 3295 |
| Wewnętrzna długość kadłuba . mm | 720 | 980 | 1435 | 1910 | 2200 | 3455 |
| Średnice przyłączek, wlotowych i wylotowych . . . . . mm | 80 | 125 | 150 | 200 | 250 | 500 |

## h. Gazieniec (główny zbiornik gazu).

Gaz z miernika prowadzimy wprost do gazieńca, a pojemność wszystkich gazieńców danej gazowni liczą w Anglii jako równą jej największemu dziennemu odbytowi gazu, w Niemczech zaś 50 do 75% tegoż odbytu. Na przewodach głównych, prowadzących do i od każdego gazieńca, niezbędne są zawieradła. Gazieniec składa się z donicy, zazwyczaj pierścieniowatej, z dzwonu w niej pływającego i z prowadników tegoż dzwonu. W klimacie o zimach mroźnych należy cały gazieniec otoczyć budynkiem ogrzewanym, by woda w donicy i w korytkach dzwonu nie zamarzała.

1. **Dzwon gazieńcowy**, unoszony prężnością gazu, pływa niejako na wodzie zawartej w donicy. Prężność gazu pod dzwonem jednowysuwnym bywa 65 do 100 mm sł. wod., a pod dzwonami dwu- i wielowysuwnymi 110 do 180 mm sł. wod.; luz zewnętrzny zaś między dzwonem a ścianą donicy 250 do 600 mm.

Grubość blachy w pierścionach walcowatych bywa 2 do 2,6 mm, a w lekko wypuklonej czaszy 2,4 do 3,2 mm, w korytkach 4 do 10 mm. O ich niceniu p. T. I str. 437 i nast. Spodni wieniec dzwonu i pierścion trzeba wzmocnić należycie, gdyż na nich spoczywa cały ciężar dzwonu, po wypuszczeniu z niego gazu, zwłaszcza jeżeli czasza nie wspiera się w tem położeniu na oddzielnej pod-

porze środkowej, budowanej zazwyczaj z kratowia. Gdy czasza pozostaje w ten sposób niewsparta, należy wysztywnić ją kratowiem *).

Dzwon może wysuwać się z donicy w całości, albo też częściami, t. j. naprzód czasza z przynależnym pierścionem, które, przy dalszem podnoszeniu się, zabiera ze sobą pierściono drugie, a czasem kolejno i trzecie i czwarte. Rozróżniamy zatem dzwony jednodwu- i wielowysuwne. W dzwonach dwu i wielowysuwnych uszczelnienie pomiędzy poszczególnemi pierścionami uskutecznia się wodą, a więc pierściono części wyższej otrzymuje spodem korytko pierścieniowate, oblatujące w około pierściona, niższe pierściono natomiast otrzymuje wzdłuż swego wierzchniego kraju kołnierzyk wywinięty, zagłębiający się w korytko pierściona wyższego i przenoszący na nie cały ciężar pierściona niższego. Pierściono wyższe, wysuwając się w górę z wody donicy, zabiera w swoim korytku wodę, stanowiącą uszczelnienie, a zarazem chwyta swem korytkiem za kołnierzyk pierściona niższego i unosi je ze sobą w górę. W klimatach zimniejszych, ze względu na wodę w donicy i w korytkach, zaleca się bardzo obudowanie gazieńca budynkiem murowanym, z dachem brogowatym lub kopulastym, a to w celu ochrony wody od mrozów, czaszy dzwona od obciążenia śniegiem, a całości gazieńca od wichrów.

**2.** W gazieńcach obudowanych, nie wystawionych na wiatry, prowadnice dzwonu znoszą mniejsze napory boczne, a nadto znajdują one zaufne oparcie na ścianach budynku. Gdy gazieniec jest nieobudowany, prowadnice znoszą dodatkowo całe parcie wiatru, napory wynikające z jednostronnego obciążenia śniegiem i t. p. **), a nadto nie znajdują one oparcia na ścianach budynku, wypada je zatem budować jako ustrój niezależny, sam w sobie stateczny i dostatecznie wytrzymały, do czego nadaje się najlepiej kratowie przestrzenne (p. str. 715); obliczamy je na parcie wiatru na dzwon $p = 150$ kg/m$^2$ w kierunku poziomym, oraz na możność zakleszczenia się dzwonu w prowadnicach. Dzwon prowadzi się najczęściej bądźto naciskiem kuosiowym, bądźteż naciskiem po stycznej; stosują jednak i prowadzenie pośrubowe, a nawet prowadzenie linami.

**3. Donica gazieńcowa**, zależnie od warunków miejscowych, bywa z blachy żelaznej lub stalowej, albo też murowana lub ubijana z betonu. Donice żelazne lub stalowe obliczamy w sposób zwykły, jako naczynia z blachy, stosując względnie nizkie spółczynniki wytrzymałości, a w szwach pionowych nicenie dwurzędne. Na grubość ścian donic murowanych nie posiadamy jeszcze wzorów uświęconych doświadczeniem, można jednak stosować do takich ścian, o przekroju trapezowym, obsypanych ziemią, wzór podany przez Mohr'a:

$$b = \sqrt{s^2 + \frac{a^2}{2} + \frac{h^2\,[\gamma - \gamma_e \operatorname{tg}^2 (45^0 - {}^1/_2\,\varrho)]}{2\,\gamma_m}} - s\,,$$

*) Zeitschr. f. Bauw. 1876, str. 179 i n. J. W. Schwedler.

**) Zeitschr. d. V. d. Ing. 1893 (P. Pfeifer), str. 1126, 1161, 1185 i nast.; 1894 (M. Niemann), str. 190, 396, 696 i n.; Journ f. Gas u. Wass. 1895, str. 209 i nast. (Niemann). F. S. Cripps, The Guide-Framing of Gasholders, Londyn 1889.

We wzorze tym oznacza:

$$s = \left(\frac{a}{2} + \frac{h k_z}{2 d \gamma_m}\right), \text{ a nadto:}$$

$a$ — wierzchnią grubość muru, w m,
$b$ — spodnią grubość muru, w m,
$h$ — wysokość muru, w m,
$d$ — średnicę donicy w prześwicie, w m,
$k_z$ — ciągnienie bezpieczne w murze, liczone na 1 m², np. $k_z = 10000$ kg/m²,
$\gamma_m$ — waga 1 m³ muru, w kg,
$\gamma$ — waga 1 m³ wody, w kg, $\gamma = 1000$ kg/m³,
$\gamma_e$ — waga 1 m³ ziemi, w kg,
$\varrho$ — kąt zesypu ziemi (p. str. 730).

Poniżej zestawiamy grubości takich murów donicowych, wzorowane na budowlach już wykonanych, a nie uwzględniające naporu ziemi, który w danych ustrojach spółdziała stateczności muru, gdy donica jest napełniona wodą:

| Średnica donicy m | Wysokość muru m | Wierzchnia grubość muru m | Spodnia grubość muru m |
|---|---|---|---|
| 10 | 4,0 — 4,5 | 0,30 — 0,45 | 0,90 — 1,00 |
| 15 | 4,5 — 5,5 | 0,45 — 0.60 | 1,25 — 1,50 |
| 20 | 5,5 — 6,5 | 0,60 — 0,75 | 1,50 — 2,00 |
| 25 | 6,5 — 7,0 | 0,60 — 0,75 | 2,00 — 2,50 |
| 30 | 7,0 — 7,5 | 0,75 — 0,90 | 2,25 — 2,75 |
| 35 | 7,0 — 7,5 | 0,75 — 0,90 | 2,50 — 3,00 |
| 40 | 7,0 — 8,0 | 0,90 — 1,05 | 3,00 — 3,50 |
| 45 | 7,0 — 8,0 | 0,90 — 1,10 | 3,25 — 3,75 |
| 50 | 7,0 — 8,0 | 0,90 — 1,10 | 3,50 — 4,00 |

4. Koszt budowy gazieńca wypada w Niemczech średnio na 1 m³ pojemności gazu: 25 do 40 marek w gazieńcach małych, 20 do 30 mar. w średniowielkich, a 8 do 20 mar. we wielkich.

O dachach nad gazieńcami p. str. 720.

## i. Miarkownik prężności gazu.

Wypuszczamy gaz z gazieńca do sieci miejskiej z prężnością 20 do 100 mm słupa wod., poprzez miarkownik prężności, który nastawiamy na pożądaną prężność, bądźto przesuwając jego naciążek, bądźteż przez zmianę naciążenia wodnego.

## k. Przewody.

Przewody w obrębie gazowni obliczamy na prędkość gazu, nieprzekraczającą 2 do 3 m/sek., i zaopatrujemy je w odwadniacze (na zbierającą się w nich wodę pogazową i maź), oraz we wyczystki.

### l. Urządzenia dodatkowe.

Na węgiel i koks budujemy w obrębie gazowni zazwyczaj kolejki, przenośnice, rozdrabniarki stałe i przesuwne, napędzane ponajczęściej silnikami gazowymi. Jeżeli zwiększamy świetliwność gazu przez jego nawęglanie, np. przez dodawanie par benzolu, albo lekko parujących przekroplin naftowych, to należy w gazowni ustawić właściwe do tego przyrządy. Nadto gazownia powinna posiadać podostatkiem narzędzi, zwłaszcza do naprawy przewodów, oraz piecyki do ich odmrażania.

### m. Zapasy węgla i odpadków pogazowych.

Gazownia powinna zawsze posiadać zapas węgla przynajmniej na 4 do 8 tygodni, oraz możność przechowywania odpadków pogazowych, jako to: koksu, mazi i wody pogazowej przez taki sam okres czasu.

Na 1 milion $m^3$ gazu wytwarzanego, można liczyć średnio:

węgla 3500 t (350 wagonów),
koksu 1400 t,
mazi pogazowej 170 t,
wody pogazowej 450 t (czyli tyleż $m^3$).

## C. Zużytkowanie gazu.

### a. Odbyt gazu w gazowniach miejskich.

Największy odbyt dzienny równa się w przybliżeniu $^1/_{200}$ do $^1/_{150}$ odbytu rocznego, a największy odbyt na godzinę bywa 14 do 17% całodobowego odbytu. W czasie najsilniejszego odbytu można liczyć po 0,07 do 0,09 $m^3$ gazu na godz. i na każdy palnik, ustawiony w obszarze oświetlanym. Podług danych Tow. Desawskiego palnik uliczny zużywa rocznie od 140 do 420 $m^3$ gazu, średnio 225 $m^3$, a palnik domowy 40 do 105 $m^3$ gazu, średnio 70 $m^3$.

**Całkowita strata roczna** gazu, tak rzeczywista skutkiem nieszczelności i skraplania się, jak i pozorna skutkiem wadliwości mierników i z powodu zmniejszania się objętości gazu przez ochładzania, waha się zazwyczaj w granicach od 2 do 10% rocznego odbytu.

Poniżej zestawiamy średnie odbyty miesięczne gazu, a mianowicie oddzielnie gazu zużywanego na cele oświetlenia i oddzielnie gazu, zużywanego do gotowania, ogrzewania i przez silniki, wyrażając odbyty te w odsetkach ich całorocznych ilości.

| Miesiąc | Odbyt gazu świetliwnego % | Odbyt gazu grzejnego i silniczego % | Miesiąc | Odbyt gazu świetliwnego % | Odbyt gazu grzejnego i silniczego % |
|---|---|---|---|---|---|
| Styczeń . . | 12,8 | 8,2 | Lipiec . . | 3,7 | 8,0 |
| Luty . . . | 10,1 | 7,4 | Sierpień . . | 4,9 | 8,2 |
| Marzec . . | 8,3 | 8,1 | Wrzesień . | 7,3 | 8,8 |
| Kwiecień . . | 6,0 | 7,0 | Październik. | 10,4 | 9,3 |
| Maj . . . | 4,6 | 7,3 | Listopad. . | 13,5 | 10,1 |
| Czerwiec . . | 3,8 | 7,7 | Grudzień . | 14,6 | 9,9 |

**Ilość godzin oświetlania, miesięczna i roczna,**

podług czasu miejscowego, na średnie szerokości geograficzne naszego kraju.

| Trwanie oświetlania na dobę | Styczeń | Luty | Marzec | Kwiecień | Maj | Czerwiec | Lipiec | Sierpień | Wrzesień | Październik | Listopad | Grudzień | Całoroczna |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Od** zachodu słońca: | | | | | | | | | | | | | |
| do 8 wieczór | 125 | 89 | 67 | 36 | 6 | — | — | 21 | 54 | 87 | 117 | 140 | 742 |
| „ 9 „ | 156 | 117 | 98 | 66 | 37 | 20 | 25 | 52 | 84 | 118 | 147 | 171 | 1091 |
| „ 10 „ | 187 | 145 | 129 | 96 | 68 | 50 | 56 | 83 | 114 | 149 | 177 | 202 | 1456 |
| „ 11 „ | 218 | 173 | 160 | 126 | 99 | 80 | 87 | 114 | 144 | 180 | 207 | 233 | 1821 |
| „ 12 „ | 249 | 201 | 191 | 156 | 130 | 110 | 118 | 145 | 174 | 211 | 237 | 264 | 2186 |
| „ 2 „ | 311 | 257 | 253 | 216 | 192 | 170 | 180 | 207 | 234 | 273 | 297 | 326 | 2916 |
| „ 4 „ | 373 | 313 | 315 | 276 | 254 | 230 | 242 | 269 | 294 | 335 | 357 | 388 | 3646 |
| **Do** wschodu słońca: | | | | | | | | | | | | | |
| od 4 rano | 125 | 92 | 69 | 32 | 3 | — | — | 24 | 51 | 75 | 103 | 154 | 728 |
| „ 5 „ | 94 | 64 | 38 | 2 | - | — | — | — | 21 | 44 | 73 | 123 | 459 |
| „ 6 „ | 63 | 36 | 7 | — | — | — | — | — | — | 13 | 43 | 92 | 254 |

## b. Przewody gazowe.

### 1. Przewody poduliczne.

Na podziemne przewody gazowe stosujemy przeważnie żeliwne rury kielichowe, o złączach uszczelnianych sznurem mazionym (smołowanym), oraz kitem lub ołowiem. Spadek rur powinien być przynajmniej 0,0025 (1 : 400), a w punktach najniższych, t. j. na załomach przeciwspadków, należy ustawić odwadniacze. Są to zazwyczaj garnki żeliwne, o średnicy 2 do 3 razy większej niż średnica samego przewodu, a o wysokości 300 do 650 mm; pożądanem jest jednak, aby ich dno nie zagłębiało się pod naziom uliczny na więcej niż około 2 m. Z ponad dna odwadniacza wyprowadzamy oddzielną rurę żelazną, 20 do 25 mm średnicy, aż tuż pod naziom uliczny; rura ta służy do wypompowywania wody, zbierającej się w odwadniaczu.

Rury poduliczne należy zakładać na głębokości, do której ziemia już nie przemarza, a więc w naszym klimacie na 1,2 do 1,5 m. Wszelkie przewody podziemne, zwłaszcza główne, powinnyby się wspierać wprost na gruncie dziewiczym, a natenczas, wytworzywszy jeszcze małe zagłębienia pod kielichy złącz i t. p., możemy zadowolić się prostem podbiciem ułożonych rur ziemią. Każda poszczególna rura powinna całą swą długością wspierać się zaufnie na swem podłożu. Dlatego też w gruncie nasypowym będzie wadliwem układanie rur

na filarkach murowanych: rura wsparta w ten sposób, np. w swych złączach, tworzy niejako belkę, obciążoną nasypem, narażoną na złamanie. Podobne złamanie rury grozi też zwłaszcza na przejściach z gruntu dziewiczego lub z muru w poddajny grunt nasypowy; należałoby zatem w takich miejscach przejściowych zachować wszelkie możliwe ostrożności, by rurę ochronić od pęknięcia.

Na przewodach głównych zostawiamy w stosownych odstępach przyłącza lub przyłączki na przyszłe odgałęzienia, a jeżeli ich w danem miejscu nie przewidziano, to przyłączenia odnogi dokonywamy zazwyczaj w jeden z poniższych dwóch sposobów: Wycinamy kawałek przewodu głównego, wstawiamy w zamian rozczepkę, łącząc ją z pozostałym przewodem z jednej strony na jej kielich, z drugiej zaś na nasówkę. By uniknąć tej mozolnej i kosztownej roboty, wymagającej nadto czasowego odcięcia danej działki przewodu od sieci pozostałej, np. przez zamknięcie właściwych zasuw, stosujemy sposób prostszy, aczkolwiek mniej doskonały, nadający się jednakże dobrze zwłaszcza na odgałęzienia mniejszej średnicy. Nawiercamy z boku rurę główną na średnicę odgałęzienia i obkładamy ją okleszczką z przyłączem na odgałęzienie. Aby się podczas tej czynności gaz nie ulatniał przez otwór wywiercony, lepiej będzie założyć naprzód okleszczkę na rurę główną, do przyłącza okleszczki przyłączyć kurek lub zasuwę odgałęzienia i poprzez to zawieradło dopiero przewiercić dziurę w ściance rury głównej za pomocą małej wiertarki swoistej, której wiertak przechodzi przez dławnicę, nie przepuszczającą gazu podczas wiercenia. Po wywierceniu dziury cofamy wiertak, zamykamy kurek lub zasuwę i odejmujemy wiertarkę, mając już gotową odnoge dla odgałęzienia.

Wymiary rur żeliwnych, oraz ich kształtek, stosowanych w Niemczech na przewody gazowe, podano na str. 580 i nast. T. I, a rur żelaznych, t. zw. gazowych, oraz ich gwintów, na str. 431 i 587 T. I. Rury żelazne na odgałęzienia podziemne powinnyby być asfaltowane, a bardziej od zwykłych rur żelaznych zalecałyby się tu rury bez szwu, np. mannesmannowskie.

## 2. Przewody domowe.

Przewody gazowe w budynkach, przynajmniej do 50 mm średnicy, układamy prawie wyłącznie z rur żelaznych, łączonych na gwint (p. str. 431 T. I), za pośrednictwem t. zw. **złączników gazowych** (fitingów). Złączniki te bywają albo żelazne, albo z żeliwa odwęglanego, a najważniejsze ich rodzaje są:

Na proste złącza przylegających końcy dwóch rur stosujemy: **złączkę** (mufkę prostą), oraz **zwężkę** (mufkę redukcyjną); na odgałęzienia zaś: **rozczepkę** (trójzłączkę) zwykłą i zwężkową, oraz **krzyżkę**, podobnież zwykłą lub zwężkową. Na złącza dwóch rur, zbiegających się ze sobą pod kątem, zazwyczaj prostym, stosujemy: **załomkę** (bez zaokrąglenia załomu), **kolanko** (o załomie zaokrąglonym względnie małym promieniem), **krzywkę** (łukowo zaokrągloną i na kąty załomu 45° i 90°). Na zamknięcia końcy rur stosujemy **na-**

**parstki**, a na zamknięcie odnóg lub końcy w złącznikach **korki** (gwintowane). Do uszczelniania złączy służą **nakrętki** (kantramutry); na wyrobienie złączy, dozwalających wyjęcie kawałka rury z przewodu, stosujemy **gwint długi** z nakrętkami; wreszcie przyłącza do rur kołnierzowych uskuteczniamy za pośrednictwem **pokrywek** z dziurą gwintowaną lub za pośrednictwem **kołnierzyków** gwintowanych. Złącze łatwo rozłączne otrzymujemy przez zastosowanie **śrubunków** i **złączek śrubunkowych**; złącza pokrętne przez **kolanka przegubowe**; wreszcie złącza wszechstronnie wahliwe przez **przeguby gałkowe**, w których kulistym łożu obraca się gałka, stanowiąca zakończenie rury wahliwej. Przy palnikach stosujemy swoiste **kolanka**, a częściej **załomki palnikowe**, kurki i t. p. Rury przytwierdzamy do ścian i sufitów przeważnie **zasadnikami**. We właściwych złącznikach gazowych używamy prawie wyłącznie gwintu gazowego (p. str. 431 T. I), w Stanach Zjedn. stosują jednak gwint odmienny; tamtejsze wytwornie złączników gazowych wyrabiają jednakże na wywóz do Europy i złączniki z gwintem, będącym u nas w powszechnem użyciu. W palnikach i w niektórych częściach mosiężnych, w oprawach palnikowych i t. p. spotykamy często gwinty odmienne.

Rur miedzianych nie stosują wcale w gazownictwie; rury mosiężne, zwłaszcza polerowane, niklowane, złocone i t. p. znajdują zastosowanie w oprawach palnikowych, a więc w pająkach, naściennikach, w zwieszkach i słupcach, a ołowiane lub cynowe tylko wyjątkowo i w miejscach, zupełnie je zabezpieczających od uszkodzenia zewnętrznego, jednakże w rządowych budynkach pruskich zastosowanie ich jest wzbronione.

Ponieważ i w przewodach domowych skrapla się z gazu pewna ilość wody, mogącej wytworzyć w nich zator wodny, więc wskazanem będzie w miejscach odpowiednich założyć odnogi odwadniające, w których mogłaby się zbierać owa woda i z których moglibyśmy ją wypuszczać w pewnych rozkresach czasu przez otwarcie kurka, bezpieczniej jednak przez wykręcenie korka lub skręcenia naparstka, aby przez przypadkowe otwarcie kurka nie spowodować wybuchu gazu lub zatrucia nim. Przewody gazowe, zwłaszcza należycie nie odwodnione, podlegają łatwo zamarzaniu, wypada zatem mieć się na baczności pod tym względem przy ich przeprowadzaniu przez miejsca nieogrzewane.

### 3. Średnice przewodów gazowych.

Do prężności, z jaką gaz wychodzi z miarkownika poza gazieńcem, na każdy metr wzniosu przewodu należy dodać 0,7 mm słupa wodnego, a na każdy metr spadu odjąć taką samą ilość. Te różnice pojawiają się skutkiem mniejszej ciężkości właściwej gazu względnie do powietrza, a więc skutkiem różnicy wagi słupa powietrza atmosferycznego i słupa gazu.

Stratę prężności w przewodach gazowych możemy obliczyć podług wzoru, podanego na str. 300 T. I pod **b, 1**, podstawiając jednak zamiast 864, stały spółczynnik 2255; przy zastosowaniu ozna-

czeń tamże podanych, strata $h$ ciśnienia w przewodach gazowych będzie zatem:

$$h = \frac{2255}{10^{10}} \gamma l \frac{Q^2}{d^5} \text{ kg/cm}^2.$$

Dogodniejszymi jednak będą wzory poniższe (podług Pole'go), na oznaczenie ilości $Q$ gazu w m³/godz., jaka przepływa przez przewód, oraz na średnicę $d$ przewodu, w mm:

$$Q = 0{,}002106\, d^2 \sqrt{\frac{hd}{sl}}, \text{ oraz } d = 11{,}766 \sqrt[5]{\frac{Q^2 sl}{h}}.$$

We wzorach tych $h$ oznacza stratę prężności w mm sł. wod., $s$ ciężkość właściwą gazu, w stosunku do powietrza, średnio $s = 0{,}4$, a $l$ długość przewodu w m. Do oceny odbytu $Q$ z ilości palników można średnio liczyć 1 m³/godz. gazu na każde 7 palników. Na zasadzie tych wzorów Pole'go obliczono poniższe tablice I i II (str. 930 do 932), wprowadzając jednak zamiast wartości $Q$ w m³/godz. liczbę palników zasilanych. Na palnik liczono po 160 l/godz. dla przewodów **domowych**, ponieważ wszystkie palniki, zasilane z takiego przewodu, palą się nieraz jednocześnie, pełnym płomieniem, natomiast dla przewodów **podulicznych** liczono na palnik tylko po 140 l/godz., uwzględniając w ten sposób okoliczność, że prawdopodobieństwo jednoczesnego palenia się pełnym płomieniem wszystkich palników, zasilanych z danego przewodu ulicznego, jest prawie wykluczone.

Przewody gazowe prowadzą gaz nietylko do palników oświetlających, lecz i do silników, piecyków i kuchenek gazowych. Nadto najszerzej obecnie stosowany palnik gazowo-żarowy ustroju Auer'a zużywa średnio tylko 100 l/godz. gazu. Jest zwyczajem w gazownictwie, zużycie gazu w silnikach, piecach, kuchenkach i palnikach sprawniejszych wyrażać przez równoważnik płomieni zwykłych, zużywających po 160 l/godz.: dlatego też w tablicy I i II podano odbyt gazu, wyrażony w takich palnikach, a nie w m³/godz.

Jeżeli dany przewód o długości $l$ może zasilać $n$ płomieni ze stratą $h$ prężności w przewodzie, to strata $h_1$ prężności w przewodzie tej samej średnicy i o długości $l_1$, a mającym zasilać tę samą ilość $n$ palników, będzie: $h_1 = h \cdot \frac{l_1}{l}$ i naodwrót, jeżeli przewód tej samej średnicy ma zasilać tę samą ilość $n$ palników, lecz z odmienną stratą $h_1$ prężności, to długość jego może być: $l_1 = l \cdot \frac{h_1}{h}$. Ten prosty stosunek ($h : l = h_1 : l_1$) pozwala nam korzystać z tablic I i II w przypadkach, gdy zakładamy odmienne straty prężności.

Jeżeli podług tablicy mamy obliczyć stratę $h_1$ prężności w przewodzie danej długości i średnicy, zasilającym $n_1$ palników, to odszukujemy w tablicy, w rubryce właściwej średnicy, ilość płomieni najbardziej zbliżoną do $n_1$, a przez przeciwstawioną długość $l$ z ta-

(Ciąg dalszy str. 932).

## I. Przewody poduliczne.

Na każdy palnik liczono odbyt gazu 140 l/godz

| Długość przewodu m | Prześwitna średnica przewodu w mm | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 40 | 50 | 60 | 80 | 100 | 125 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 | 700 | 750 |
| | Ilość palników, jaką przewód może zasilać ze stratą prężności w przewodzie: 5 mm sł. wod. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | 170 | 297 | 469 | 962 | 1681 | 2937 | 4633 | 9511 | 16615 | 26210 | 38533 | 53804 | 72226 | 93991 | 119280 | 148265 | 181111 | 217975 | 259009 |
| 20 | 120 | 210 | 332 | 681 | 1189 | 2076 | 3276 | 6725 | 11749 | 18533 | 27247 | 38045 | 51071 | 66462 | 84344 | 104839 | 128065 | 154131 | 183147 |
| 30 | 98 | 170 | 271 | 556 | 971 | 1696 | 2675 | 5491 | 9593 | 15132 | 22247 | 31064 | 41700 | 54266 | 68866 | 85601 | 104564 | 125848 | 149539 |
| 40 | 85 | 148 | 234 | 481 | 841 | 1469 | 2317 | 4756 | 8308 | 13105 | 19266 | 26902 | 36113 | 46995 | 59640 | 74132 | 90555 | 108987 | 129504 |
| **50** | 76 | 132 | 210 | 430 | 752 | 1314 | 2072 | 4254 | 7431 | 11721 | 17232 | 24062 | 32300 | 42034 | 53344 | 66306 | 80995 | 97481 | 115832 |
| 60 | 69 | 121 | 191 | 393 | 686 | 1199 | 1892 | 3883 | 6783 | 10700 | 15731 | 21965 | 29486 | 38372 | 48696 | 60529 | 73937 | 88988 | 105740 |
| 70 | 64 | 112 | 177 | 364 | 635 | 1110 | 1751 | 3595 | 6280 | 9906 | 14564 | 20336 | 27299 | 35525 | 45083 | 56039 | 68454 | 52387 | 97896 |
| 80 | 60 | 105 | 166 | 340 | 594 | 1038 | 1638 | 3363 | 5874 | 9267 | 13623 | 19023 | 25536 | 33231 | 42172 | 52420 | 64032 | 77066 | 91573 |
| 90 | 57 | 99 | 156 | 321 | 560 | 979 | 1544 | 3170 | 5538 | 8737 | 12844 | 17935 | 24075 | 31330 | 39760 | 49422 | 60370 | 72658 | 86336 |
| **100** | 54 | 94 | 148 | 304 | 532 | 929 | 1465 | 3008 | 5254 | 8288 | 12185 | 17014 | 22840 | 29723 | 37720 | 46885 | 57272 | 68930 | 81906 |
| 120 | 49 | 85 | 135 | 278 | 485 | 848 | 1338 | 2746 | 4796 | 7566 | 11123 | 15532 | 20850 | 27133 | 34433 | 42800 | 52282 | 62924 | 74769 |
| 140 | 46 | 79 | 125 | 257 | 449 | 785 | 1238 | 2542 | 4441 | 7005 | 10298 | 14380 | 19303 | 25120 | 31879 | 39626 | 48404 | 58256 | 69223 |
| 160 | 43 | 74 | 117 | 241 | 420 | 734 | 1158 | 2378 | 4154 | 6552 | 9633 | 13451 | 18056 | 23498 | 29820 | 37066 | 45278 | 54494 | 64752 |
| 180 | 40 | 70 | 111 | 227 | 396 | 692 | 1092 | 2242 | 3916 | 6178 | 9082 | 12682 | 17024 | 22154 | 28115 | 34946 | 42688 | 51377 | 61049 |
| **200** | 38 | 66 | 105 | 215 | 376 | 657 | 1036 | 2127 | 3715 | 5861 | 8616 | 12031 | 16150 | 21017 | 26672 | 33153 | 40498 | 48741 | 57916 |
| 220 | 36 | 63 | 100 | 205 | 358 | 626 | 988 | 2028 | 3542 | 5588 | 8215 | 11471 | 15399 | 20039 | 25431 | 31610 | 38613 | 46472 | 55221 |
| 240 | 35 | 61 | 96 | 196 | 343 | 600 | 946 | 1941 | 3392 | 5350 | 7865 | 10983 | 14743 | 19186 | 24348 | 30265 | 36969 | 44494 | 52870 |
| 260 | 33 | 58 | 92 | 189 | 330 | 576 | 909 | 1865 | 3259 | 5140 | 7557 | 10552 | 14165 | 18433 | 23393 | 29077 | 35519 | 42748 | 50796 |
| 280 | 32 | 56 | 89 | 182 | 318 | 555 | 876 | 1797 | 3140 | 4953 | 7282 | 10168 | 13649 | 17763 | 22542 | 28020 | 34227 | 41193 | 48948 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **300** | 31 | 54 | 86 | 176 | 307 | 536 | 846 | 1737 | 3034 | 4785 | 7035 | 9823 | 13187 | 17160 | 21777 | 27069 | 33066 | 39797 | 47288 |
| 350 | 29 | 50 | 79 | 163 | 284 | 496 | 783 | 1608 | 2809 | 4430 | 6513 | 9094 | 12208 | 15887 | 20162 | 25061 | 30613 | 36844 | 43780 |
| 400 | 27 | 47 | 74 | 152 | 266 | 464 | 733 | 1504 | 2627 | 4144 | 6093 | 8507 | 11420 | 14861 | 18860 | 23443 | 28636 | 34465 | 40953 |
| 450 | 25 | 44 | 70 | 143 | 251 | 438 | 691 | 1418 | 2447 | 3907 | 5744 | 8021 | 10767 | 14011 | 17781 | 22102 | 26998 | 32494 | 38611 |
| **500** | 24 | 42 | 66 | 136 | 238 | 415 | 655 | 1345 | 2350 | 3706 | 5449 | 7609 | 10214 | 13292 | 16869 | 20968 | 25613 | 30826 | 36629 |
| 550 | 23 | 40 | 63 | 130 | 227 | 396 | 625 | 1282 | 2240 | 3534 | 5196 | 7255 | 9739 | 12674 | 16084 | 19992 | 24421 | 29392 | 34925 |
| 600 | 22 | 38 | 61 | 124 | 217 | 378 | 598 | 1228 | 2145 | 3384 | 4976 | 6946 | 9324 | 12134 | 15399 | 19141 | 23381 | 28140 | 33438 |
| 700 | 20 | 35 | 56 | 115 | 201 | 351 | 554 | 1137 | 1986 | 3133 | 4606 | 6431 | 8633 | 11234 | 14257 | 17721 | 21647 | 26053 | 30958 |
| 800 | 19 | 33 | 52 | 108 | 188 | 328 | 518 | 1063 | 1858 | 2930 | 4308 | 6015 | 8075 | 10509 | 13336 | 16577 | 20249 | 24370 | 28958 |
| 900 | 18 | 31 | 49 | 101 | 177 | 310 | 488 | 1002 | 1751 | 2763 | 4062 | 5671 | 7613 | 9908 | 12573 | 15629 | 19091 | 22977 | 27302 |
| **1000** | 17 | 29 | 47 | 96 | 168 | 294 | 463 | 951 | 1662 | 2621 | 3853 | 5380 | 7223 | 9399 | 11928 | 14827 | 18111 | 21797 | 25901 |
| 1100 | 16 | 28 | 45 | 92 | 160 | 280 | 442 | 907 | 1584 | 2499 | 3474 | 5130 | 6886 | 8962 | 11373 | 14137 | 17268 | 20783 | 24696 |
| 1200 | 16 | 27 | 43 | 88 | 153 | 268 | 423 | 868 | 1517 | 2393 | 3518 | 4912 | 6593 | 8580 | 10889 | 13535 | 16533 | 19898 | 23644 |
| 1300 | 15 | 26 | 41 | 84 | 147 | 258 | 406 | 834 | 1457 | 2299 | 3380 | 4719 | 6335 | 8244 | 10462 | 13004 | 15884 | 19118 | 22717 |
| 1400 | 14 | 25 | 40 | 81 | 142 | 248 | 392 | 804 | 1404 | 2215 | 3257 | 4547 | 6104 | 7944 | 10081 | 12531 | 15307 | 18422 | 21890 |
| 1500 | 14 | 24 | 38 | 79 | 137 | 240 | 378 | 777 | 1357 | 2140 | 3146 | 4393 | 5897 | 7674 | 9739 | 12106 | 14788 | 17798 | 21148 |
| **2000** | 12 | 21 | 33 | 68 | 119 | 208 | 328 | 673 | 1175 | 1853 | 2725 | 3804 | 5107 | 6646 | 8434 | 10484 | 12806 | 15413 | 18315 |
| 2500 | 11 | 19 | 30 | 61 | 106 | 186 | 293 | 602 | 1051 | 1658 | 2437 | 3403 | 4568 | 5945 | 7544 | 9377 | 11465 | 13786 | 16381 |
| 3000 | 10 | 17 | 27 | 56 | 97 | 170 | 268 | 549 | 959 | 1513 | 2225 | 3106 | 4170 | 5427 | 6887 | 8560 | 10456 | 12585 | 14954 |
| 3500 | 9 | 16 | 25 | 51 | 90 | 157 | 248 | 508 | 888 | 1401 | 2060 | 2876 | 3861 | 5024 | 6376 | 7925 | 9681 | 11651 | 13845 |
| 4000 | 9 | 15 | 23 | 48 | 84 | 147 | 232 | 476 | 831 | 1310 | 1927 | 2690 | 3611 | 4699 | 5964 | 7413 | 9055 | 10899 | 12950 |
| **5000** | 8 | 14 | 21 | 43 | 75 | 131 | 207 | 425 | 743 | 1172 | 1723 | 2406 | 3230 | 4203 | 5334 | 6631 | 8100 | 9748 | 11583 |
| 6000 | 7 | 12 | 19 | 39 | 69 | 120 | 189 | 388 | 678 | 1070 | 1573 | 2197 | 2949 | 3837 | 4870 | 6053 | 7394 | 8899 | 10574 |
| 7000 | 6 | 11 | 18 | 36 | 64 | 111 | 175 | 359 | 628 | 991 | 1456 | 2034 | 2730 | 3553 | 4508 | 5604 | 6845 | 8239 | 9790 |
| 8000 | 6 | 10 | 17 | 34 | 59 | 104 | 164 | 336 | 587 | 927 | 1362 | 1902 | 2554 | 3323 | 4217 | 5242 | 6403 | 7707 | 9157 |
| $d =$ | 40 | 50 | 60 | 80 | 100 | 125 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 | 700 | 750 |

## II. Przewody domowe.

Na każdy palnik liczono odbyt gazu po 160 l/godz.

| Długość przewodu m | Prześwitna średnica przewodu w mm | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 9,5 | 13 | 16 | 19 | 25,5 | 32 | 38 | 51 |
| | Ilość palników, jaką przewód może zasilać, ze stratą prężności w przewodzie: 5 mm sł. wod. | | | | | | | |
| 2,5 | 8 | 17 | 30 | 46 | 96 | 170 | 261 | 546 |
| 5 | 5 | 12 | 21 | 32 | 68 | 120 | 185 | 386 |
| 10 | 4 | 8 | 15 | 23 | 48 | 85 | 130 | 273 |
| 15 | 3 | 7 | 12 | 18 | 39 | 69 | 106 | 223 |
| 20 | 2 | 6 | 10 | 16 | 34 | 60 | 92 | 193 |
| **25** | 2 | 5 | 9 | 14 | 30 | 53 | 82 | 172 |
| 30 | 2 | 5 | 8 | 13 | 27 | 49 | 75 | 157 |
| 35 | 2 | 4 | 8 | 12 | 25 | 45 | 70 | 146 |
| 40 | 2 | 4 | 7 | 11 | 24 | 42 | 65 | 136 |
| 45 | 1 | 4 | 7 | 10 | 22 | 40 | 61 | 128 |
| **50** | 1 | 4 | 6 | 10 | 21 | 38 | 58 | 122 |
| 60 | 1 | 3 | 6 | 9 | 19 | 34 | 53 | 111 |
| 70 | 1 | 3 | 5 | 8 | 18 | 32 | 49 | 103 |
| 80 | 1 | 3 | 5 | 8 | 17 | 30 | 46 | 96 |
| 90 | 1 | 3 | 5 | 7 | 16 | 28 | 43 | 91 |
| **100** | 1 | 2 | 4 | 7 | 15 | 26 | 41 | 86 |
| 110 | 1 | 2 | 4 | 7 | 14 | 25 | 39 | 82 |
| 120 | 1 | 2 | 4 | 6 | 13 | 24 | 37 | 78 |
| 130 | 1 | 2 | 4 | 6 | 13 | 23 | 36 | 75 |
| 140 | 1 | 2 | 4 | 6 | 12 | 22 | 35 | 73 |
| **150** | 1 | 2 | 3 | 6 | 12 | 22 | 33 | 70 |
| 160 | . | 2 | 3 | 5 | 12 | 21 | 32 | 68 |
| 170 | . | 2 | 3 | 5 | 11 | 20 | 31 | 66 |
| 180 | . | 2 | 3 | 5 | 11 | 20 | 30 | 64 |
| 190 | . | 2 | 3 | 5 | 11 | 19 | 30 | 62 |
| **200** | . | 2 | 3 | 5 | 10 | 19 | 29 | 61 |

blicy dzielimy istotną długość $l_1$ przewodu, wreszcie iloraz ten, pomnożony przez 5 mm sł. wod., t. j. przez stratę założoną w tablicy, da nam wynik szukany, a więc stratę prężności w przewodzie, wyrażoną w mm sł. wod.

Gdy naodwrót dla danej długości $l_1$ przewodu, zasilającego $n_1$ palników, ze założoną stratą $h_1$ prężności, mamy oznaczyć średnicę, natenczas obliczamy długość zastępczą $l$, któraby mogła zasilać tę samą ilość $n_1$ palników, ze stratą $h = 5$ mm, a mianowicie:

$$l = l_1 \cdot \frac{5}{h_1}.$$

We wierszu tablicy, w którym podano długość, najbardziej zbliżoną do owej długości zastępczej $l$, wyszukujemy ilość palników, najbardziej zbliżoną do $n_1$, a stać ona będzie w rubryce, oznaczonej w nagłówku szukaną średnicą.

Ilości palników, podane w tablicach dla średnic poniżej 150 mm, są za wielkie, przy dokładniejszych obliczeniach wypadałoby je zatem pomnożyć przez poniższe spółczynniki poprawcze:

| Dla $d$ = | 9,5—40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 125 mm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Spółcz. popr. = | 0,75 | 0,80 | 0,85 | 0,87 | 0,90 | 0,93 | 0,95 | 0,97 |

Przewody domowe obliczamy zazwyczaj na straty prężności, nie przewyższające 5 mm słupa wodnego, aczkolwiek na wyższych piętrach, wskutek różnicy poziomów, wytwarza się znacznie większa różnica prężności, bo 0,7 mm słupa wodnego na każdy metr wzniosu przewodu Poza przewodami domowymi, przepływ gazu przez miernik powoduje dodatkową stratę około 5 mm sł. wod. Jak we wszystkich przewodach, tak i w gazowych, wypada wedle możności unikać wielkiej ilości zagięć, a zwłaszcza załomów, gdy ich zaś uniknąć nie można, wypada powiększyć stosownie średnicę. Rury o średnicy 6,5 mm (¼ cala ang.) należałoby stosować jedynie na krótkie odnogi do poszczególnych palników.

## c. Mierniki gazu.

Najszersze zastosowanie znajdują mierniki mokre, jednakże, dla zapobieżenia zamarzaniu i prędkiemu parowaniu cieczy, zastępują często wodę gliceryną lub roztworem chlorku magnezowego. Mierniki suche stosujemy rzadziej, np. przy ogrzewaniach gazowych, kuchenkach i t. p. Kadłub miernika na odbyt do 150 płomieni wyrabiamy z blachy białej, na odbyt większy z odlewu żeliwnego, bębny zaś, obracające się do 100 razy na godz., z blachy białej. W Niemczech prawo wymaga, aby mierniki gazu były urzędowo wzorcowane.

Przed każdym miernikiem ustawia się kurek główny, a w obszerniejszych zładach domowych należałoby stawiać również kurki poza miernikiem, na każdem odgałęzieniu głównem.

## d. Miarkowniki prężności i miarkowniki przepływu.

1. Zadaniem **miarkownika prężności** jest utrzymywanie niezmiennej nadprężności u wlotu do przewodu obsługiwanego, bez względu na chwilowy odbyt gazu. Zasada ustroju polega na przestawianiu zawieradła gazowego przez dzwon zanurzony w wodzie (na wzór gazieńcowego) lub przez przeponę, na które działa w jednym kierunku ciśnienie atmosfery i naciąż ustalony, w drugim zaś nacisk od zmiarkowanej prężności gazu. Nacisk ten, musząc równoważyć naciąż niezmienny, oprócz zmiennego ciśnienia atmosferycznego, utrzymuje zatem stałą nadprężność gazu, bez względu na stan barometru i wielkość odbytu.

2. Zadaniem **miarkownika przepływu** (reometra) jest przepuszczanie niezmiennej ilości gazu do danego palnika lub do rzeszy palników, bez względu na zmiany prężności w przewodach doprowadzających i bez względu na chwilowy stan barometru. Szersze zastosowanie znalazły ustroje Giroud'a, z napełnieniem glicerynowem, Stott'a z rtęciowem, wreszcie Flürscheim'a, Behl'a, Lux'a i t. p., bez cieczy, w których czynnikiem miarkującym jest ruchoma blaszka metalowa.

## e. Palniki.

Palniki szczelinowy i dwudziurkowy dają płomień motylkowaty, a przy nadprężności gazu 6,5 do 13 mm sł. wod. i przy dobrym ustroju są one w przybliżeniu jednakowej sprawności świetliwnej. Palnik Argand'a, z płomieniem palącym się wśród szkła, jest bardziej sprawny, wyzyskuje zatem lepiej gaz spalany, a światłość jego wzrasta przybliżenie w stosunku kwadratów ilości gazu, spalanego na jednostkę czasu.

Wyrabiają jeszcze wielką ilość przeróżnych **palników sprawniejszych**, których sam płomień jest światłodajny; pod względem sprawności przewyższa je jednak wszystkie **palnik gazowo-żarowy**, o płomieniu bezświatłym, w którym dopiero siatka swoiście przysposobiona żarzy się światłem jaskrawem.

**Światło gazowo-żarowe** *) wynalazł Dr. Auer v. Welsbach, we Wiedniu (opatentowane w r. 1885/1886), a żarzywem tego światła są tlenki różnych, rzadko napotykanych metali, w postaci siatki kołpaczkowatej, z nich wytworzonej. Azotany: ceru i lantanu (otrzymywane z minerałów: monacyt, ortyt i t. p.), ytru (min. gadolinit), cyrkonu i toru (min. cyrkon, toryt, oranżyt i t. p.), w rozczynie 30%, z domieszką azotanu amonowego, tworzą kąpiel, w którą zanurzamy siatki z nici bawełnianych, 0,2 mm grubych. Siatkę taką, kształtu kołpaczka, po nasyceniu się tym roztworem, naciągamy na gładkie wałki drewniane, u wierzchu zaokrągłone, i gładzimy i suszymy ją na nich. Siatkę wysuszoną zdejmujemy z wałka i w położeniu wiszącem zapalamy od wierzchu: nici bawełniane spalają się, a pozostaje siatka, wytworzona z tlenków owych metali, zwana koszulką Auer'a **), a lepiej kołpaczkiem żarownym. Siatki te możemy umieszczać nietylko w bunzenowskim płomieniu gazowym, lecz i w innego rodzaju płomieniach bezświatłych, np. w płomieniu wodno-czadowym, benzynowym, spirytusowym, naftowym i t. p., a siatka, w ten sposób rozżarzona, da nam zawsze niebieskawo białe, jaskrawe światło żarowe. Kołpaczek taki waży około 0,5 g.

Palniki gazowo-żarowe, przy zużyciu około 100 l gazu na godz., wydają około 80 światłostek; są one zatem w przybliżeniu 8 razy sprawniejsze od zwykłych palników szczelinowych. Spalając na je-

*) G. Hartwig, das Gasglühlicht, 1894; Journ. f. Gas. u. Wasserv. 1895 str. 295 i 310, 1896 str. 545 i n., 1899 str. 492 i n. Zeitschr. d. Ver. d. Ing. 1895 str. 927, 1032 i 1043.

**) Nazwa ta nie zupełnie jest właściwa, gdyż siatka swym kształtem przypomina raczej kołpaczek i nadziewa się na płomień jak kołpaczek na głowę.

dnakowe oświetlenie 8 razy mniej gazu, i spalając go dokładniej w bunzenowskim płomieniu bezświatłym, otrzymujemy nietylko mniej spalin i gorąca, lecz i same spaliny w postaci mniej szkodliwej, bo bez sadzy i prawie bez czadu. Kołpaczki żarowe, o ile nie są narażone na wstrząśnienia i drgania, wytrzymują średnio 1000 godzin żarzenia, światłość ich jednak zmniejsza się stopniowo.

**Zużycie gazu i światłość rozmaitych palników.**

| Nr. | Rodzaj palnika | Zużycie gazu l/godz. | Światłość świtł. | Zużycie gazu na 1 świtł. l/godz. |
|---|---|---|---|---|
| 1. | Szczelinowy lub dwudziurkowy, zwykły | 142 | 12 do 14 | 11,8 do 10,1 |
| 2. | Argand'a, zwykły | 150 | 15 „ 18 | 10,0 „ 8,3 |
| 3. | Szczelinowy ustroju Bray'a | 200 do 500 | 22 do 70 | 9,0 do 7,1 |
| 4. | Wielopłomykowy | 500 „ 6000 | 50 „ 666 | 10,0 „ 9,0 |
| 5. | Ustroju de Kraussée Nr. 1 do 5. | 120 „ 1300 | 16 „ 190 | 7,5 „ 6,8 |
| 6. | Ustroju Muchal'a | 110 „ 180 | 12 „ 30 | 9,2 „ 6,0 |
| 7. | Odzyskowy Siemens'a Nr. IV do I | 250 „ 1800 | 40 „ 450 | 6,2 „ 4,0 |
| | Nr. 0 do 000 | 2000 „ 4000 | 500 „ 1100 | 4,0 „ 3.6 |
| 8. | Ustroju Wenham'a Nr. 0 do 3 | 105 „ 340 | 18 „ 80 | 5.8 „ 4,2 |
| 9. | Ustr. Westphahl-Butzke'go № 2-5 | 350 „ 940 | 85 „ 260 | 4,1 „ 3,6 |
| 10. | Odzyskowy Siemensa, odwrócony. | 320 „ 1245 | 72 „ 364 | 4,4 „ 3,4 |
| 11. | Gazowo-żarowy (Auer'a) | 80 „ 110 | 60 „ 110 | 1.3 „ 1,0 |

## f. Oświetlenie uliczne.

Odbytu gazu na oświetlenie uliczne nie mierzymy zazwyczaj miernikami, lecz miarkujemy go tylko miarkownikami prężności, albo przepływu. Latarnie stawiamy w odstępach 20 do 40 m. na słupcach 3 do 3,5 m wysokich (lecz do 8 m wysokich pod palniki większej światłości), albo na naściennikach o wysięgu 0,6 do 1,2 m. Palniki gazowo-żarowe zużywają około 100 l/godz. gazu, zwykłe palniki 150 do 200 l/godz., a palniki większe do 1600 l/godz. Podziemne przewody, zasilające latarnie, miewają zazwyczaj 40 mm prześwitu.

## g. Oświetlenie domowe.

**Potrzebna ilość i położenie zwykłych palników gazowych na oświetlenie pokojów i sal:**

| Powierzchnia w planie pokoju lub sali $m^2$ | Wysokość pokoju lub sali m | Potrzebna ilość zwykłych palników gazowych | Stosowny wznios palników ponad posadzką m |
|---|---|---|---|
| 22 | 4,0 | 2—3 | 2,0—2,2 |
| 32 | 4,5 | 5—6 | 2,2—2,5 |
| 56 | 5.4 | 9—12 | 2,5—2,8 |
| 100 | 7,0 | 16—20 | 2,8—3,4 |
| 156 | 9,5 | 25—30 | 3,4—4,0 |
| 246 | 12,5 | 40—45 | 4,0—4,6 |
| 350 | 14,0 | 60—70 | 4,6—5,3 |
| 480 | 15,5 | 100—120 | 5,3—6,0 |

Większe sale dobrze będzie rozdzielić w projekcie oświetlenia na mniejsze pola i dla każdego z nich zaprojektować oświetlenie wystarczające, co zapewni większą jednostajność oświetlenia całości. Do tego przyczyni się też w znacznym stopniu rozmieszczenie palników, nietylko na pająkach, zwisających od sufitu, lecz i po naściennikach, rozmieszczonych wzdłuż ścian sali.

Stosując palniki żarowe w pokojach około 4 m wysokich, możemy liczyć po jednym palniku na każde 12 $m^2$ posadzki, co zapewni na niej jasność 8 do 10 jasnostek *).

W salach ponad 10 m wysokich właściwem będzie, umieszczać pająk środkowy tak, aby się jego spód wznosił o $^1/_3$ wysokości sali ponad posadzką.

## h. Kuchenki i piecyki gazowe.

Im większą światłość posiada dany gaz świetliwny z węgla kamiennego, tem większą będzie też jego wartość opalowa. Wartość cieplikowa jednego $m^3$ gazu świetliwnego bywa 4500 do 7000 cpł., średnio 5500 cpł., podczas gdy gazu wodnoczadowego średnio tylko 3500 cpł. Do zupełnego spalenia potrzeba 5 $m^3$ powietrza na 1 $m^3$ gazu świetliwnego (p. T. I str. 323), zwiększenie jednak ilości powietrza w granicach do 10% nie pogarsza jeszcze dotkliwie sprawności spalania.

Do **gotowania** gazem stosujemy prawie wyłącznie tylko płomienie bezświatłe, czyli bunzenowskie, a otrzymujemy je przez domieszkę do gazu w palniku 0,5 do 1,5 części powietrza na objętość, skutkiem czego z palnika wychodzi i spala się nie gaz czysty, lecz jego mieszanka z powietrzem. Płomienie takie posiadają wysoką temperaturę spalania.

Na zagrzanie litra wody od 0° do wrzenia, za pomocą płomienia bezświatłego, zużywającego 150 do 700 l gazu na godzinę, spalamy 30 do 35 l gazu.

W **ogrzewaniu** gazem powrócono w nowszych czasach znów do zwykłych płomieni światłodajnych, z jednoczesnem zastosowaniem odblaśników (reflektorów), odrzucających na pokój ciepło promieniowane płomienia. Na ogrzewanie 100 $m^3$ pokoju lub sali liczą średnio zużycie gazu 0,3 $m^3$ na godz., jeżeli spaliny nie odchodzą przez komin na zewnątrz, w przeciwnym zaś razie 0,4 do 0,5 $m^3$ na godz.

Do gotowania i ogrzewania, oprócz palników powyżej już wspomnianych, znalazły szersze zastosowanie palniki ustroju Wobbe'go, oraz przyrządy, wyrabiane przez Desawskie Tow. gazowe.

## i. Dalsze zastosowania gazu świetliwnego.

Oprócz oświetlenia, gotowania i ogrzewania mieszkań gaz świetliwny, wygazowany z węgla kamiennego, znajduje jeszcze szerokie

*) S. F. Kermauner i W. Prausnitz, w Journal f. Gasbel., 1897 str. 613.

pole zastosowania w różnych gałęziach przemysłu i w użytku domowym. Stosujemy go zatem do silników gazowych (p. T. I str. 1077 i dalsze), do lutowania, do przewietrzania, zwłaszcza do pobudzania ruchu w kanałach wywietrzających, w pracowniach chemicznych, do grzania żelazek przy prasowaniu, do grzania wody kąpielowej, do topienia laku, do wypalania pieczęci, do zagrzewania walcy kalandrów, form kapeluśniczych, form do gięcia drzewa i t. p.

Gazownie stosują zazwyczaj ceny wyższe na gaz zużywany do oświetlenia, niższe zaś na gaz przeznaczony do innych celów, chcąc w ten sposób zwiększyć swój odbyt gazu.

## D. Świetliwny gaz olejny.

Surowcem na wyrób gazów olejnych jest przeważnie mazut, t. j. trudniej parujące pozostałości od przekraplania lżej parujących olejów naftowych. W Niemczech jednakże na ten cel stosują prawie wyłącznie olej parafinowy, będący niejako odpadkiem przy wyrobie parafiny z węgla brunatnego. Olej ten odznacza się względnie niską ceną (około 120 marek za t), a zaleca się wielką wydajnością gazu.

**Wyrób gazu olejnego sposobem J. Pintsch'a.** W piecu o zwykłem palenisku mieszczą się 2 lub 4 wygaźnice o przekroju półowalnym (⊃). Każda para wygaźnic ponad sobą leżących łączy się z przodu dwułbicą, stanowiącą ich zamknięcie i wzajemne połączenie. Jedna taka para w ciągu 10-godzinnej pracy wytwarza 100 do 120 $m^3$ gazu olejnego. Oprócz wygaźnic czynnych powinnaby pozostawać przynajmniej jedna ich para jako zapasowa.

W górnej wygaźnicy mieści się rynienka podłużna, z blachy żelaznej, w którą z wysoko położonego zbiornika ścieka olej przez przewód dopływowy, zaopatrzony w zawieradło (kurek) dla miarkowania przepływu. W rynience tej olej paruje i pozostawia koksowate odparowiny, wytworzona zaś para olejna w zetknięciu się z rozżarzonemi ściankami wygaźnicy górnej, a następnie i dolnej, przemienia się w gaz świetliwny. Rynienka, jako żelazna, znosi bez szkody nagłe zmiany temperatury, powodowane napływem chłodnego oleju na swe rozżarzone powierzchnie, czego nie zniosłoby tworzywo wygaźnic; rynienka ta ochrania zatem wygaźnicę i od tych nagłych zmian temperatury i od przyskwarzania się do niej owych koksowatych odparowin, przy których odbijaniu możnaby wygaźnicę uszkodzić łatwiej niż żelazną rynienkę. Dalszy przebieg, t. j. czyszczenie gazu olejnego i t. p., zbliża się bardzo do opisanego już przebiegu przy oczyszczaniu gazu, otrzymywanego z węgli kamiennych (p. str. 919 i n.). A więc z wygaźnicy dolnej gaz odchodzi do koryta oddzielającego maź pogazową, spólnego zazwyczaj dla całego szeregu pieców, a stojącego wprost na nich. Z koryta przechodzi gaz do chłodników, dalej do płóczek, wreszcie do przyrządów zatrzymujących bezwodnik węglowy i resztki par mazi pogazowej, w którym to celu posługujemy się mieszaniną z 1 części na objętość trocin z 2-ma częściami suchego wapna gaszonego, w sposób po-

dobny jak żelaziakiem do odsiarczania gazu węglowego. Mieszaninę tę rozkładamy w przyrządach na pręcinach drewnianych, warstwami 15 cm grubemi. Gaz, w ten sposób już oczyszczony, przechodzi dalej przez miernik do gazieńca.

Jeżeli gaz olejny ma służyć do oświetlania wagonów, to należy go uprzednio sprężyć, zazwyczaj na 10 atmosfer nadprężności, aby objętość zbiorników podwagonowych mogła być względnie mała. Sprężarka posiada, oprócz cylindra parowego, dwa cylindry sprężcze, w których sprężanie gazu odbywa się dwustopniowo. Gaz sprężony przechodzi przez przyrząd rozrządczy do jednego ze zbiorników stojących w szopie półotwartej, np. do jednego z dwóch zbiorników, nitowanych z blachy, po 6,5 $m^3$ pojemności, przy średnicy 1,3 m. Przez przyrząd rozrządczy przechodzi gaz nietylko ze sprężarki do zbiornika napełnianego, lecz i odwrotnie ze zbiornika już napełnionego do poszczególnych nagaźniaków, stojących wzdłuż toru oporządczego. Wylot takiego nagaźniaka łączymy przełączką kiszkową ze zbiornikiem podwagonowym, który mamy napełnić gazem (p. str. 422).

By ułatwić sprawdzanie prawidłowości całego przebiegu, ustawiamy 5 manometrów (zazwyczaj obok siebie), wskazujących prężności: we wygaźnicach, w płóczkach, w przyrządzie oczyszczającym, w mierniku i przy sprężarce.

Wygaźnia na dwa piece czterowygaźnicowe i na stojący kocioł parowy miewa wymiary 8,0 · 6,5 m, a mieszczące się obok pozostałe izby zajmują taką samą powierzchnię, do nich zaś od szczytu przystawia się półotwarta szopa na zbiorniki, 6,5 m długa, a 4,25 m szeroka, wreszcie donica gazieńcowa ma 5 m średnicy. Maź pogazowa ścieka do jamy przeklepionej.

Ze stu kg oleju parafinowego otrzymujemy 40 do 58 $m^3$ gazu.

Świetliwność gazu olejnego bywa 3 do 4 razy większa niż gazu z węgla kamiennego. Palnik wagonowy, dający płomień o światłości 7 światłostek, zużywa zatem tylko 22 l/godz. gazu olejnego, a ilość ta kosztuje w Niemczech (wraz z kosztami umorzenia i ozysku, oraz strat gazu) średnio 1,7 fenyga, co odpowiada cenie 78 fenygów za 1 $m^3$ gazu.

Płomień gazu olejnego posiada barwę białą, a pali się bez zaduchu, jeżeli gaz jest należycie oczyszczony; natomiast jest on bardzo wrażliwy na przewiewy, wymaga zatem osłony szklanej. Niekiedy płomień taki kopci, a podobny objaw jest wskazówką nieprawidłowego przegazowania pary olejnej, skutkiem niewłaściwej temperatury wygaźnic, którą należałoby utrzymywać stale na wysokości żaru wiśniowo-czerwonego.

Do silników i do grzania gaz olejny (z domieszką podwójnej objętości powietrza) nadaje się bardzo dobrze i posiada dwa razy większą wydajność niż jednakowa objętość zwykłego gazu świetliwnego.

**Gaz olejno-acetylenowy** jest mieszanką 2-ch objętości gazu olejnego z 1-ną objętością acetylenu (p. T. I 1083). Palnik wagonowy, spalający 27 l/godz. tego gazu, daje płomień o 16 światłostkach.

DYREKCJA OKRĘGU KOLEI PAŃSTW. BIBLIOTEKA OKRĘGOWA W LUBLINIE

# DODATEK.

## I. MONETY, MIARY, WAGI I T. P. W RÓŻNYCH KRAJACH.

### A. Wartości monet.

Uwaga. Wartości poszczególnych monet podajemy poniżej w rublach, koronach austr. i w markach niemieckich, na zasadzie wzajemnego stosunku ich wartości: 1 rubel = 2,54 kor. = 2,16 mar., czyli 1 kor. = 0,394 rb. = 0,85 mar., albo wreszcie 1 marka = 0,463 rb. = 1,175 kor. Podstawą waluty w poszczególnych krajach bywa wartość złota (W. Z.), wartość srebra (W. S.), albo obydwie te wartości jednocześnie, czyli waluta dwoista (W. D.). Wyróżniać je będziemy skróceniami, podanemi tu w nawiasach.

1 kg złota szczerego jest zawarty w 1292 rb., albo w 3280 kor., albo w 2790 mar. Wartość istotna tegoż kg złota szczerego będzie nieco mniejsza, a mianowicie o koszt bicia monety i o wartość domieszki (srebra lub miedzi), dodawanej do stopu monetowego.

W monetach srebrnych ustalono, np. w Niemczech, wartość srebra: 1 kg = 180 marek, czyli 15,5 razy mniejszą od wartości złota: w rzeczywistości jest ona jednak obecnie 37½ razy mniejsza.

Wartość monet srebrnych podano w tablicy podług ich wartości prawnej, w istocie jest ona 2 do 2,5 razy mniejsza w porównaniu z obecną wartością monety złotej.

| Nazwy państw, oraz ich monet | Wartość monety | | |
|---|---|---|---|
| | rubli | koron austr. | marek niem. |
| **Ameryka północna, Stany Zjedn. (W. D.).** | | | |
| 1 dolar, 24,057 g srebra = 100 centów (C) . . . . . | 1,94 | 4,93 | 4,20 |
| 1 eagle (orzeł), 15,046 g złota = 10 dolarów . . . . . | 19,44 | 49,35 | 41,98 |
| **Ameryka południowa** (W. S.), a mianowicie: Boliwia (W. S.), Chili (W. S.), Costarica (W. S.), San Domingo (W. S.), Ekwador (W. S.), Guatemala (W. S.), Haiti (W. D.), Honduras (W. S.), Nicaragua (W. S.), Paraguay (waluta papierowa), Peru (W. S., lecz jednostką jest 1 sol = 10 dinaros = 100 centavos), San Salvador (W. S.) i Venezuela (W. D.). | | | |
| 1 peso corriente, albo nacional, czyli dolar = 100 centavos (cents). | | | |
| Wartość nominalna . . . . . | 1,87 | 4,76 | 4,05 |
| Wartość istotna około . . . . . | 0,83 | 2,12 | 1,80 |
| **Anglia z koloniami** (W. Z.). | | | |
| 1 funt sterlingów (pound £, czyli sovereign), 7,3224 g złota = 20 szylingów (s) = 240 pensów (pence, d.) = 960 farthings . . . | 9,46 | 24,00 | 20,43 |
| 1 gwinea (guinea) = 21 szylingów (gwinea jest tylko jednostką obrachunkową, np. na honoraria i t. p., lecz jako moneta obecnie już się nie wybija) . . . . . | 9,93 | 25,20 | 21,45 |
| **Argentyna** (W. Z.) | | | |
| 1 peso fuerte (W. Z.) = 100 centavos . . . . . | 1,79 | 4,55 | 3,88 |
| 1 peso nacional (p. Ameryka południowa) . . . . . | 1,87 | 4,76 | 4,05 |
| **Austrya i Węgry** (W. Z.). | | | |
| 1 korona = 100 halerzy (= ½ złotego reńskiego = 50 centów) . . | 0,394 | 1,00 | 0,85 |
| Wartość korony równa ∞ 1,05 franka. | | | |
| Dawne monety złote po 8 Złr. są warte 20 franków, czyli 19,04 korony, zamiast nominalnej wartości 8 × 2 = 16 kor. | | | |

| Nazwy państw, oraz ich monet | Wartość monety: rubli | koron austr. | marek niem. |
|---|---|---|---|
| **Belgia** *) (W. D.) jak we Francyi. | | | |
| **Brazylia** (prawnie W. Z., w istocie papierowa). | | | |
| 1 milreis = 1000 reali | 1,06 | 2,69 | 2,29 |
| Papiery będące w obiegu nie dosięgają nawet 50% wartości złota. Pozorną jednostką jest real (po portugalsku „real", w liczbie mnogiej „reis", stąd nazwa „milreis" czyli tysiąc reali), lecz jego wartość jest tak mała, że jednostki tej nie biją nawet w monecie zdawkowej. | | | |
| Moneta złota 20 milreisów ma wartość istotną | 21,23 | 53,87 | 45,85 |
| W obrachunkach (lecz nie jako monetę) używają nadto: 1 conto di reis = 1000 milreis (= milion reali) | 1062 | 2694 | 2293 |
| **Bułgarya** z Rumelią wschodnią (W. D.). | | | |
| 1 lew (wartości 1 franka) = 100 stocinek | 0,375 | 0,952 | 0,81 |
| Państwo nie bije własnej monety złotej, lecz wymienia obowiązkowo swą monetę papierową na złoto zagraniczne. | | | |
| **Chiny** (W. S.). | | | |
| Moneta liczy się podług wagi, której jednostka: 1 tael (po chińsku „liang") = 10 tsien (albo mes) = 100 fen (albo kondorin) = 1000 kesz. Wielkość taela bywa rozmaita, np. na opłaty celne 38,15 g (nazywa się „hajkwan"): w Honkongu i Kantonie 33,816 g, lecz t. zw. „tael kantoński" ma 37,573 g i służy za jednostkę szczerego srebra w monecie (a nawet dla złota). W Chinach biją się monety wartości 1, 5, 10, 50 i 100 kesz. Nominalna wartość hajkwana srebra byłaby zatem | 3,18 | 8,07 | 6,87 |
| Nadto wybijają Chiny dolary ze smokiem, o wadze prawnej 0,72 taelów. | | | |
| **Dania** (W. Z.) | | | |
| 1 krona (korona) = 100 oerów. | 0,521 | 1,322 | 1,125 |
| **Egipt** (W. Z.) | | | |
| 1 piaster (W. Z.) = 10 okr-el-gersz. | 0,097 | 0,24 | 0,21 |
| 1 lira (cekin, albo funt) = 100 piastrów jest monetą złotą | 9,61 | 24,38 | 20,75 |
| **Finlandya** (W. Z.). | | | |
| 1 marka (wartość 1 franka) = 100 peni | 0,375 | 0,952 | 0,81 |
| **Francya** *) (W. D.). | | | |
| 1 frank = 100 centimów. | 0,375 | 0,952 | 0,81 |
| W życiu potocznem liczą też wiele na susy (sons) po 5 centimów, a więc 1 frank = 20 susów. Dwudziestofrankówka złota zawiera 5,806 g złota szczerego, a waży 6,452 g, bo stop, na nią użyty, ma w sobie tylko 90% złota | 7,50 | 19,04 | 16,20 |
| **Grecya** *) (W. D.). | | | |
| 1 drachma (wartość jednego franka) = 100 lepta. | 0,375 | 0,952 | 0,81 |
| Moneta złota 20 drachm taka sama jak francuska 20 fr. Stara drachma ma wartość o 1/6 mniejszą niż nowa. | | | |
| **Hiszpania** (W. D.). | | | |
| 1 peseta (wartość 1 franka) = 100 centesimos. | 0,375 | 0,952 | 0,81 |

*) Łaciński Związek monetarny obejmuje: Francyę, Włochy, Belgię, Grecyę i Szwajcaryę. Monety złote (a i niektóre srebrne), bite w jednem z tych państw, posiadają prawny obieg w pozostałych.

| Nazwy państw, oraz ich monet | Wartość monety | | |
|---|---|---|---|
| | rubli | koron austr. | marek niem. |
| **Holandya** (W. Z.). | | | |
| 1 gulden = 100 centów | 0,781 | 1,98 | 1,687 |
| **Indye Wschodnie** (W. S.). | | | |
| 1 rupia srebrna (wartości urzędowej 1 1/9 szylinga ang.) = 16 anna = 192 pie | 0,63 | 1,60 | 1,36 |
| 1 mohur złoty = 15 rupii złotych (wartości wyższej niż srebrne) | 13,81 | 35,05 | 29,83 |
| **Japonia** (W. Z.). | | | |
| 1 jen = 100 sen = 1000 rin. Wartość jena złotego jest zaledwie o 1/4% mniejsza od wartości dolara Stanów Zjednoczonych, a mianowicie równa | 1,94 | 4,92 | 4,185 |
| Jen srebrny ma wartość istotną, przeszło o połowę mniejszą. | | | |
| **Meksyk** (W. S.). | | | |
| 1 peso duro, zwane też dolarem lub piastrem = 8 reali = 100 centavos, wartość nominalna (istotna zaledwie połowę) | 1,91 | 4,85 | 4,13 |
| 1 hidalgo złoty = 10 pesos złotych | 19,12 | 48,53 | 41,30 |
| **Niemcy** (W. Z.). | | | |
| 1 marka = 100 fenygów | 0,46 | 1,17 | 1 |
| **Norwegia.** Waluta taka sama jak w Szwecyi. | | | |
| **Persya.** | | | |
| 1 toman złoty | 3,31 | 8,41 | 7,16 |
| 1 kran srebrny (= 20 szachi) zawiera srebra 4,14 g o wartości istotnej około | 0,15 | 0,37 | 0,31 |
| **Portugalia** (W. Z.). | | | |
| 1 milreis = 1000 reali („real" w liczbie mnogiej „reis") | 2,10 | 5,33 | 4·536 |
| 1 koroa (korona) = 10 milreisów | 21,00 | 53,30 | 45·36 |
| 1 couto (w obrachunkach, lecz nie jako moneta) = 1000 milreisów, czyli milion reali. | | | |
| **Rosya** (W. Z.). | | | |
| 1 rubel = 100 kopiejek | 1,00 | 2,54 | 2,16 |
| **Rumunia** (W. Z.) | | | |
| 1 lei (wartość jednego franka) = 100 bani, czyli para | 0,375 | 0,952 | 0,81 |
| **Serbia** (W. D.). | | | |
| 1 dinar (wartość 1 franka) = 100 para | 0,375 | 0,952 | 0,81 |
| **Szwajcarya** *) (W. D.). | | | |
| 1 frank = 100 centymów (Rappen) | 0,375 | 0,952 | 0,81 |
| **Szwecya** (W. Z.). | | | |
| 1 krona (korona) = 100 oerów | 0,528 | 1,322 | 1,125 |
| **Turcya** (W. Z.) | | | |
| 1 piaster, czyli gersz = 40 para = 120 asper | 0,085 | 0,217 | 0,185 |
| 1 medżidja złota = 100 piastrów | 8,56 | 21,69 | 18.46 |
| (Medżidja srebrna 19 piastrów złotych, a mieszek = 500 piastrów). | | | |
| **Urugwaj** (W. Z.). | | | |
| 1 peso zł. = 100 centavos | 2,01 | 5,11 | 4,348 |
| **Włochy** *) (W. D.) | | | |
| 1 lira (wartość 1 franka) = 100 centymów (centesimi) | 0,375 | 0,952 | 0,81 |
| W życiu potocznem liczą też na soldy (jak we Francyi na susy) 1 soldo = 5 centymów; 1 lira = 20 soldów. | | | |

*) P. przypisek na str. poprzedniej.

## B. Miary i wagi

**Konwencya metryczna** z 20 maja 1875 r. ma na celu: 1) Wykonanie i porównywanie wzornowych wzorców międzynarodowych, mających zastąpić wzorce, przechowywane w paryskiem szczególnych państw ze wzorcami międzynarodowymi. Do konwencyi tej przystąpiły: Francya, Szwecya, Norwegia, Szwajcarya, Turcya, Argentyna, Stany Zjednoczone Ameryki półn., Peru,

Tablica poniższa dzieli się pionowo na 4 działy zasadnicze, t. j dotyczące miar długości w pierwszym z nich podano liczby, wyrażające ilość jednostek metrycznych, zawartych w danej czyli $1/n$, wyrazi ilość danych jednostek niemetrycznych, zawartych w jednej jednostce metrycznej. 2,13357 m, czyli $n = 2{,}13357$, a $\frac{1}{n} = 0{,}4687$, czyli 1 m = 0,4687 sążenów.

| Nazwa kraju | Miary długości | 1/n | Miary powierzchni i pól | 1/n |
|---|---|---|---|---|
| **Ameryka północna, Stany Zjednoczone.** Układ metryczny dozwolony. | Miary angielskie, lecz mile odmienne, a mianowicie:<br>1 mila = 1,60933 km | 0,6214 | Miary angielskie, jednakże:<br>1 mila kw., zwana section, = 2,5899 km² | 0,3861 |
| | 1 mila morska = 1,85495 km | 0,5391 | 1 township = 36 sections = 93,236 km² | 0,01073 |
| | nadto:<br>1 statute mile = 3 mile morskie | | | |
| **Ameryka południowa.** Bolivia, Chili, Columbia, Costa-rica, Ecuador, Gautemala, Honduras, Nicaragua, Peru, San Salvador i Venezuela. | Miary metryczne, oraz dawne kastylijskie, a mianowcie:<br>1 Vara *) = 3 pies = 4 palmos = 0,8359 m | 1,1963 | Miary metryczne, oraz dawne kastylijskie, np. vara kw. i t. p.<br>We Venezueli | |
| | 1 legua (mila) = 5,565 km | 0,1797 | 1 fanegada = 0,6987 ha | 1,4456 |
| **Anglia z koloniami.** Układ metryczny dozwolony. | 1 cal (inch, w liczb. mn. inches) dzieli się na 16 lub 12 części, a 1 cal = 2,539954 cm | 0,3937 | 1 cal kw. = 6,4514 cm² | 0,1550 |
| | | | 1 stopa kw. = 0,09290 m² | 10,7643 |
| | | | 1 yard kw. = 0,8361 m² | 1,19617 |
| | 1 stopa = 12 cali = 0,30479449 m | 3,2809 | 1 acre = 160 prętów kw. = 4840 yardów kw. = 0,404671 ha | 2,471 |
| | 1 yard = 3 stopy = 0,9143835 m | 1,0936 | 1 yard of land (włóka ang.) = 30 acres = 12,1401 ha | 0,0824 |
| | 1 fathom = 2 yardy = 6 stóp = 72 cale = 1,828767 m | 0,5468 | 1 hide of land = 100 acres = 40,467 ha | 0,02471 |
| | 1 chain = 100 links = 792 cale = 20,12 m | 0,0497 | 1 mile of land = 640 acres = 2,59 km² | 0,38610 |
| | 1 statute mile = 8 furlongs = 320 prętów = 880 fathoms = 1760 yardów = 1,6093149 km | 0,6214 | | |
| | 1 mila morska (nautical mile) = 6080 stóp = 1,85315 km **) | 0,5396 | | |
| | W kupiectwie liczą: 12 yardów = 11 m, zamiast 10,97 m | | | |

*) W Peru, Ecuador i we Venezueli: 1 Vara = 0,848 m.

**) 6080 stóp ma być średnią długością minuty południka i minuty równika ziemi. Admiralicya angielska liczy jednak milę morską (admiralty mile) = 6066,5 stóp = 1,8551 km, czyli długości 1 minuty równika, a więc $^1/_4$ mili geograficznej. Dawniej liczono milę morską = 1 min. południka = 6075,74 stóp = 1,85185 km.

# w różnych krajach.

ców metra i kilograma, przeznaczonych dla poszczególnych państw. 2) Wybór i przechowywanie „Conservatoir des arts et métiers“. 3) Porównywanie w pewnych odstępach czasu wzorców po-
Anglia, Niemcy, Austro-Węgry, Belgia, Holandya, Dania, Hiszpania, Włochy, Portugalia, Rosya, Venezuela, Serbia, Rumunia, Japonia, Meksyk.
powierzchni, objętości, wreszcie wag. Każdy z tych działów rozdzielono na dwa poddziały: jednostce niemetrycznej. Jeżeli liczbę tę oznaczymy przez $n$, to wartość odwrotna tej liczby, W drugim poddziale każdego działu podano właśnie te wartości $1/n$. Np. w Rosyi 1 sażeń =

| Miary objętości | $1/n$ | Wagi | $1/n$ | Nazwa kraju |
|---|---|---|---|---|
| Miary ciał sypkich (zboże): | | Wagi angielskie, jednakże nadto: | | **Ameryka północna, Stany Zjednoczone.** Układ metryczny dozwolony. |
| 1 gallon suchy = 268,803 cali sześcien. = 4,4046 l | 0,2270 | 1 hundred-weight (np. w Nowym Jorku) = 4 quarters = 100 funtów = 45,359 kg | 2,20463 / 100 | |
| 1 gallon z czubem = 1¼ gallona suchego | | 1 short ton = 2000 funtów (lbs) = 907,1853 kg | 1,10231 / 1000 | |
| 1 bushel = 8 gallonów suchych. | | | | |
| Miary cieczy: | | | | |
| 1 gallon (winny) = 4 kwarty = 8 pints = 32 gils = 128 fluid ounces = 3,7852 l | 0,2642 | 1 long ton = 2240 funtów (lbs) = 1016,0475 kg | 0,984206 / 1000 | |
| 1 barrel (nafty) = 40 gallonów = 1,514 hl | 0,6605 | | | |
| 1 barrel (piwa) = 31 gallonów = 1,173 hl | 0,8525 | | | |
| Miary metryczne, oraz dawne kastylijskie, a mianowicie: | | Wagi metryczne, oraz dawne kastylijskie, a mianowicie: | | **Ameryka południowa.** |
| 1 cahiz = 12 fanegas *) = 144 celemines = 6,66 hl | 0,1502 | 1 quintal = 4 arrobas = 100 libras = 46,0093 kg | 2,17347 / 100 | |
| 1 cantara = 8 acumbres = 32 cuartillas = 16,328 l | 0,0612 | | | |
| 1 moyo = 2,5826 hl | 0,3872 | 1 libra (funt) = 2 marcos = 16 oncas = 0,4601 kg | 2,17347 | |
| 1 pipa = 4,3570 hl | 0,2295 | | 1,0862 | |
| 1 bota = 4,8111 hl | 0,2066 | 1 tonnelada = 20 quintalos = 920 kg | 1000 | |
| 1 cal sześć. = 16,386 cm³ | 0,06103 | 1 funt avoirdupoids (lbs.) jest wagą handlową, a = 16 ounces = 256 drams (= 7000 troygrains, t. j. granów z układu funta „troy“) = 0,45359265 kg | 2,20462 | **Anglia z koloniami.** Układ metryczny dozwolony. |
| 1 stopa sześć. = 0,028315 m³ | 35,3166 | | | |
| 1 yard sześć. = 0,7645 m³ | 1,3080 | | | |
| 1 register ton = 100 stóp sześć. = 2,832 m³ | 0,3532 | | | |
| 1 imperial gallon = 277,2 38 cali sześć. = 4,54351 **) | 0,2201 | | | |
| 1 stary (Winchester) gallon = 231 cali sześć. = ⅚ imp. gallon = 3,785203 l | 0,2642 | 1 troypound (funt „troy“) jest wagą aptekarską, oraz drogich metali itp., a = 12 ounces = 240 pennyweights (dw) = 5760 grains = 0,37324195 kg | 2,67923 | |
| 1 łaszt = 10 quarters = 80 bushels = 320 peks = 640 gallons = 29,078924 hl | 0,0344 | | | |
| 1 barrel = 2 kilderkins = 4 firkins = 1,635 hl | 0,6116 | Oprócz tego: short ton i long ton, jak w Stanach Zjedn. Ameryki półn., p. powyżej | | |
| 1 anker = 10 imp. gallons z r. 1824 **) = 0,45435 hl | 2,2009 | | | |
| 1 tun = 2 pipes (butts) = 4 hogsheads = 252 gallons = 11,45 hl | 0,0873 | | | |

*) Wielkość fanegi bywa rozmaita w różnych okolicach tego samego kraju. Np. w Chili na północy 90,75 l, na południu 105,88 l, zamiast powyżej podanej wielkości 55,5 l.

**) Powyżej podano imperial gallon, ustalony w r. 1824. Objętość tegoż galonu ustalono w r. 1890 na 277,463 cali sześć. = 4,546 508 718 l; 1 l = 0,219 949 imperial gallons, a przy takiej objętości gallonu będzie: 1 hl = 2,7466 bushel; 1 bushel = 0,3537 hl.

| Nazwa kraju | Miary długości | 1/n | Miary powierzchni i pól | 1/n |
|---|---|---|---|---|
| **Argentyna.** | Miary metryczne, dawniejsze zaś były:<br>1 braza = 2 varas = 8 palmas = 1,732 m<br>1 legua (mila) = 3000 brazas = 5,196 km | 0,5774<br>0,1925 | Miary metryczne, dawniejsze zaś były:<br>1 legua kw. = 26,99842 km² | 0,03704 |
| **Austrya i Węgry.** | Miary metryczne, lecz:<br>1 m = 0,999997 metra wzorcowego „mètre des archives".<br>1 mila morska = 1,852 km.<br>Miary dawniejsze były:<br>1 stopa wied. = 0,316081 m<br>1 łokieć wied. = 0,777558 m<br>1 sążeń wied. = 1,896484 m<br>1 mila pocztowa = 7,585936 km. | 0,5400<br>3,1637<br>1,2861<br>0,5273<br>0,1318 | Miary metryczne, dawniejsze zaś były:<br>1 stopa kw. = 0,099907 m²<br>1 sążeń kw. = 3,596652 m²<br>1 włóka nowoaustryacka = 0,5754642 ha<br>1 mila kw. = 57,54642 km² | 10,0079<br>0,27800<br>1,73773<br>0,01738 |
| **Belgia.** | Miary metryczne. | — | Miary metryczne. | — |
| **Brazylia.** | Miary metryczne, dawniejsze były staroportugalskie, a mianowicie:<br>1 covado = 2 pè = 3 palmos = 0,660 m<br>1 braza = 2 varas = 2,2 m<br>1 legua (mila) = 6,183 km | 1,5152<br>0,4545<br>0,1617 | Miary metryczne, dawniejsze były staroportugalskie, a mianowicie:<br>1 covado kw. = 0,4356 m²<br>1 pè kw. = 0,1089 m²<br>1 braza kw. = 4,84 m²<br>1 legua kw. = 38,2295 km² | 2,2957<br>9,1827<br>0,2066<br>0,02616 |
| **Bułgarya.** | Miary metryczne, dawniejsze jak staroturecckie. | — | Miary metryczne, dawniejsze jak starotureckie | — |
| **Chiny.** | 1 yin = 10 czi (stóp, covid) = 100 tsum (pant) = 1000 fen = 3,73 m<br>1 yin podług umowy z Anglią = 3,581 m<br>1 li (mila) = 180 prętów = 1800 covid mierniczych = 0,5755 km | 0,2681<br>0,2793<br>1,7376 | 1 mau = 631 m²<br>1 king = 0,2453 ha<br>Tkaniny jedwabne sprzedają się na wagę. | $\frac{1,5848}{1000}$<br>4,0766 |
| **Dania.** | Miary metryczne, oraz:<br>1 alen (łokieć) = 2 stopy reńskie (p. Niemcy) = 0,628 m<br>1 pręt = 5 alen. | 1,593 | Miary metryczne, oraz:<br>1 stopa kw = 0,0985 m²<br>1 pręt kw. = 100 stóp kw. = 9,85 m² | 10,152<br>0,10152 |
| **Egipt.** | Miary metryczne, dawniejsze zaś były:<br>1 pik beledi = 0,5826 m<br>1 pik endazej = 0,6384 m<br>1 pik stambuli = 0,677 m<br>1 pik meimari = 0,750 m<br>1 pik nili = 0,5245 m | 1,7164<br>1,5664<br>1,4771<br>1,3333<br>1,9066 | Miary metryczne, dawniejsze zaś były:<br>1 feddan = 24 kirat = 0,42 ha | 2,38 |
| **Finlandya.** | Miary metryczne. | — | Miary metryczne. | — |

| Miary objętości | l/n | Wagi | l/n | Nazwa kraju |
|---|---|---|---|---|
| Miary metryczne, dawniejsze zaś były:<br>1 fanega = 4 cuartillas = 12 almudes = 1.372 hl<br>1 barril = 4 cannecas = 32 frascos = 0,76 hl<br>1 pipa = 4 cargas = 64 cortagnes = 4,56 hl | 0,7289<br>1.3158<br>0,2193 | Wagi metryczne, dawniejsze zaś były:<br>1 libra = 2 marcos = 16 onzas = 256 adarmes = 9216 granos = 0,45937 kg<br>1 quintal = 4 arrobas = 100 libras = 45,9367 kg | 2,17691<br>2,17691<br>100 | Argentyna. |
| Miary metryczne, dawniejsze zaś były:<br>1 stopa sześć. = 0,03157867 m³<br>1 sążeń sześć. = 6,8200992 m³<br>1 pręt wykopu (Schachtrute) = 3,157867 m³<br>1 macka wied. = 0,6148683 hl<br>1 wiadro = 0,565890 hl<br>1 mas = 1,414724 l | 31,667<br>0,1466<br>0,3167<br>1,6264<br>1,7671<br>0,7069 | Wagi metryczne, lecz:<br>1 kg = 0,999997 8 kilogramme prototype.<br>Wagi dawniejsze były:<br>1 funt wied. = 0,560060 kg<br>1 łut wied. = 17,50187 g<br>1 centnar wied. = 56,00600 kg<br>1 funt aptekarski = 0,420 kg<br>1 kamień = 11,212 kg | 1,78552<br>0,05714<br>0,01786<br>2,381<br>0,89190 | Austrya i Węgry |
| Miary metryczne. | — | Wagi metryczne. | — | Belgia. |
| Miary metryczne, dawniejsze zaś były:<br>1 mojo = 15 fangas = 60 alqueiras = 240 maquias<br>1 alqueira w Rio de Janeiro = 0,3628 hl<br>1 alqueira w Bahio = 0,3114 hl<br>1 pipa = 4,007 hl | 2,7563<br>3.2113<br>0,2496 | Wagi metryczne, dawniejsze były staroportugalskie, a mianowicie:<br>1 quintal = 4 arrobas = 128 arratels = 58,752 kg<br>1 tonnelada = 13,5 quintal = 793,152 kg | 1,70205<br>100<br>0,12608<br>100 | Brazylia. |
| Miary metryczne, dawniejsze jak starotureckie. | — | Wagi metryczne, dawniejsze jak starotureckie. | — | Bułgarya. |
| 1 czi (zboża) = 10 szing = 1,031 hl<br>1 sai (zboża) = 2 hwo = 20 szing = 1,2243 hl<br>Zboże i ciecze sprzedają się zazwyczaj na wagę. | 0,9708<br>0,8168 | 1 pikul = 100 ketties = 1600 taelów (liang'ów) = 60,453 kg<br>1 tael (liang) = 10 mes (tsien) = 100 condorin (fen) = 1000 kesz (sabek) = 37,793 g<br>1 tael na srebro = 37,573 g | 1,6542<br>100<br>2,64599<br>100<br>2,66148<br>100 | Chiny. |
| Miary metryczne, oraz:<br>1 tona = 8 szefli = 1,39121 hl | 0,7187 | Wagi metryczne, oraz:<br>1 centnar = 100 funtów = 50 kg | 0,02 | Dania. |
| Miary metryczne, dawniejsze zaś były:<br>1 ardeb = 6 quebèh = 24 roubeh = 288 kele = 1,9775 hl | 0,5057 | Wagi metryczne, dawniejsze zaś były:<br>1 cantar forforo = 36 oka, albo = 100 rotali = 14400 drachm = 44.4931 kg | 2,24754<br>100 | Egipt. |
| Miary metryczne. | — | Wagi metryczne. | — | Finlandya. |

| Nazwa kraju | Miary długości | 1/n | Miary powierzchni i pól | 1/n |
|---|---|---|---|---|
| **Francya.** | Miary metryczne, dawniejsze zaś były:<br>1 stopa paryska = 0,324839 m<br>1 m = 443,295936 linii parysk. | 3,0784 | Miary metryczne | — |
| **Grecya.** | Miary metryczne, oraz:<br>1 mila grecka = 10 km | 0,1 | Miary metryczne, oraz:<br>1 stremma = 0,1 ha | 10 |
| **Hiszpania.** | Miary metryczne, dawniejsze zaś były:<br>1 vara kastylijska = 0,836 m<br>W innych prowincyach i w Madrycie miary i wagi poczęści odmienne. | 1,196 | Miary metryczne, dawniejsze zaś były:<br>1 vara kw. = 0,699<br>1 fanegada (fanega de tierra) = 0,643956 ha | 1.43<br>1,553 |
| **Holandya.** | Miary metryczne. | — | Miary metryczne. | — |
| **Indye wschodnie, (angielskie).** | 1 gus = 2 hat = 48 angli = 1 yard ang. = 0.9144 m<br>1 mila = 1000 fathoms ang. = 1,828767 km<br>Nadto, np.<br>w Bombaju: 1 gus = 0,6858 m | 1,0936<br>0,5468<br>1,4582 | 1 gus kw. = 1 yard kw.<br>1 acre = 1 acre ang. por. Anglia, nadto:<br>w Bombaju 1 gus kw. = 0,4703 m²<br>1 mila kw. = 3,3444 km | 2,1262<br>0,2990 |
| **Japonia.** | Miary metryczne i angielskie, oraz:<br>1 shaku kane = 10 sun = 100 bu = 0,303 m<br>1 ri = 36 czo = 2160 ken = 12960 shaku = 3,927 km | 3,3003<br>0,2546 | Miary metryczne i angielskie, oraz:<br>1 czo kw. = 0,99174 ha | 1,00833 |
| **Meksyk.** | Miary metryczne, dawniejsze zaś były:<br>1 vara = 0,838 m | 1,193 | Miary metryczne, dawniejsze zaś były:<br>1 vara kw. = 0,702 m² | 1,42 |
| **Niemcy.** | Miary metryczne, lecz:<br>1 m = 1,00000301 mètre des archives.<br>1 mila niemiecka = 7,5 km<br>Z dawniejszych np.:<br>1 stopa reńska, czyli pruska = 12 cali = 0,31385 m<br>1 stopa bawarska = 12 cali = 0,2919 m<br>1 stopa saska = 12 cali = 0,2832 m<br>1 stopa wyrtemberska = 12 cali = 0,2865 m<br>1 stopa badeńska = 10 cali = 0,3 m | 0,1333<br>3,1862<br>3,4263<br>3,5312<br>3,4905<br>3,333 | Miary metryczne, z dawniejszych np.:<br>1 reńska, czyli pruska stopa kw. = 0,0985 m²<br>1 mórg pruski = 180 prętów kw. = 0,2553 ha | 10,152<br>3,9166 |
| **Norwegia.** | Miary metryczne, dawniej jak Dania. | — | Miary metryczne. | — |

| Miary objętości | 1/n | Wagi | 1/n | Nazwa kraju |
|---|---|---|---|---|
| Miary metryczne<br>1 stère = 1000 l | 0,001 | Wagi metryczne | — | Francya. |
| Miary metryczne, lecz<br>1 kilo = 1 hl | 1 | Wagi metryczne, oraz:<br>1 stater = 44 ok<br>= 56,32 kg | 1,77556<br>100 | Grecya. |
| Miary metryczne, dawniejsze zaś były:<br>1 fanega = 55,501 l<br>1 cantara = 1 arroba de vino<br>= 16,133 l | 0,01802<br>0,0619 | Wagi metryczne, dawniejsze zaś były:<br>1 quintal = 4 arrobas<br>= 100 libras<br>= 46,0093 kg | 0,0217 | Hiszpania. |
| Miary metryczne. | — | Wagi metryczne. | — | Holandya. |
| Miarą cieczy jest angielski imperial gallon, albo sprzedają je, tak samo jak zboże, na wagi poniższe:<br>w Bengalii 1 khahoon = 16 soallees = 1354,73 kg<br>w Bombaju 1 kandry reis = 97,95 kg<br>lecz w Madras 1 garce = 80 parahs = 4,916 m³ | 0,73815<br>1000<br>0,0102<br>0,2034 | 1 mound (bazarowy) = 40 sijrs = 640 chittaks<br>= 37,324 kg<br>1 factory maund<br>= 33,868 kg<br>1 maund w Madras<br>= 11,34 kg<br>1 maund w Bombaju<br>= 12,70 kg | 0,02679<br>0,02953<br>0,08818<br>0,07874 | Indye wschodnie, (angielskie). |
| Miary metryczne i angielskie, oraz:<br>1 sho = 10 go = 100 sai<br>= 1000 satsu = 1,803907 l<br>1 koku = 10 to = 100 sho<br>= 1,803907 hl | 0,5544<br>0,5544 | Wagi metryczne i angielskie, oraz:<br>1 kin = 160 momme<br>= 1600 fun = 16000 rin<br>= 0,601 kg<br>1 pikul = 100 kin<br>1 kwan = 1000 momme<br>= 3,7565 kg | 1,664<br>0,26619 | Japonia. |
| Miary metryczne, dawniejsze zaś były:<br>1 fanega = 90,815 l<br>1 aroba = 16,133 l | 0,01101<br>0,0619 | Wagi metryczne, dawniejsze zaś były:<br>1 quintal = 4 arrobas<br>= 100 libras<br>= 46,0063 kg | 0,0217 | Meksyk. |
| Miary metryczne, z dawniejszych np.:<br>1 reńska stopa sześć. =<br>= 0,0309 hl<br>1 dawny szefel = 16 macek =<br>48 kwart = 0,5 hl<br>1 okseft = 2,2 hl<br>1 tona okrętowa (łaszt)<br>= 2,12 m³ | 32,346<br>2,00<br>0,4545<br>0,4717 | Wagi metryczne, oraz:<br>1 centnar = 100 funtów<br>= 50 kg<br>1 „Schiffslast" = 2 tony<br>= 2000 kg | 0,02<br>0,0005 | Niemcy. |
| Miary metryczne. | — | Wagi metryczne, dawniej:<br>1 centnar = 49,811 kg | 2,00759<br>100 | Norwegia. |

| Nazwa kraju | Miary długości | 1/n | Miary powierzchni i pól | 1/n |
|---|---|---|---|---|
| **Persya.** | 1 ser-i-szachi = 1,04 m<br>1 ser tebryski = 1,105 m<br>1 ser jesdyjski = 0,9375 m<br>Nadto metry i angielskie yardy | 0,96<br>0,905<br>1,025 | 1 ser-i-szach kw. = 108 m²<br>oraz miary metryczne i angielskie | 0,92 |
| **Polska,** (Królestwo Polskie). | Miary metryczne, po części i rosyjskie, oraz nowopolskie, a mianowicie:<br>Podstawą jest 1 cal = 24 mm;<br>1 łokieć = 2 stopy = 24 cali = 0,576 m<br>1 sążeń = 3 łokcie = 1,728 m<br>1 pręt = 15 stóp = 10 pręcików = 4,32 m<br>Przed r. 1818 używano:<br>1 pręt koronny = 4,4665 m<br>1 pręt litewski = 4,8726 m<br>1 pręt staro-chełmiński = 4,3218 m<br>1 pręt nowo-chełmiński = 4,3892 m | <br><br><br>1,73611<br>0,5787<br><br>0,2315<br><br>0,2239<br>0,2052<br><br>0,2311<br><br>0,2278 | Miary metryczne, po części i rosyjskie, oraz nowopolskie, a mianowicie:<br>1 łokieć kw. = 0,3318 m²<br>1 sążeń kw. = 2,986 m²<br>1 pręt kw. = 18,6624 m²<br>1 mórg = 300 prętów kw. = 0,5599 ha<br>1 włóka = 30 morgów = 16,7962 ha<br>Przed r. 1818 używano:<br>1 pręt koronny kw. = 19,95 m²<br>1 pręt litewski kw. = 23,742 m²<br>1 pręt staro chełm. kw. = 18,6776 m²<br>1 pręt nowo chełm. kw. = 19,2654 m²<br>1 mórg koronny = 0,5985 ha<br>1 mórg litewski = 0,7123 ha<br>1 mórg st. chełm. = 0,5603 ha<br>1 mórg nowo chełm. = 0,5780 ha | <br><br>3,3013<br>0,3349<br>0,0536<br><br>1,786<br>0,0594<br><br>0,0501<br><br>0,0421<br><br>0,0536<br><br>0,0519 |
| **Portugalia.** | Miary metryczne, dawniejsze zaś były:<br>1 vara = 1,0973 m<br>1 covado = 2 pè = 0,6564 m<br>1 legua (mila) = 6,183 km | <br>0,909<br>1,519<br>0,1617 | Miary metryczne, dawniejsze zaś były:<br>1 vara kw. = 1,21 m²<br>1 covado kw. = 0,4356 m²<br>1 pè kw. = 0,1089 m² | <br>0,826<br>2,2957<br>9,1827 |
| **Rosya.** | Miary metryczne dozwolone, stopa i cale angielskie w użyciu, przeważnie zaś jeszcze:<br>1 sążeń (= 7 stóp ang.) = = 3 arszyny = 48 werszków = 2,133561 m<br>1 werszek ($2^3/_4$ cala ang.) = 4,4449 cm<br>1 stopa ros. (= 1 stopa ang.) = 12 cali = 120 linii = 0,304794 m<br>1 wiorsta = 500 sążenów = 1,066781 km | <br><br>0,4687<br><br>0,2249<br><br>3,2809<br><br>0,9374 | Miary metryczne dozwolone, przeważnie zaś są w użyciu:<br>1 sążeń kw. (= 49 stóp ang. kw.) = 4,5521 m²<br>1 stopa kw. = 134 cale kw. = 0,0929 m²<br>1 dziesiatyna = 2400 sążeni kw. = 1,0925 ha<br>Tak zwana dziesiatyna ekonomiczna jest o $^1/_3$ większa i równa się 3200 sąż. kw.<br>1 wiorsta kw. = 1,13802 km² | <br><br>0,21968<br><br>10,7643<br><br>0,9153<br><br><br><br>0,87872 |

| Miary objętości | 1/n | Wagi | 1/n | Nazwa kraju |
|---|---|---|---|---|
| Ciecze i ciała sypkie sprzedają się przeważnie na wagę | — | 1 man, albo batman tebryski:<br>stary = 2,944 kg<br>nowy = 4,6 kg | <br>0,34<br>0,2174 | **Persya.** |
| Miary metryczne, po części i rosyjskie, oraz nowopolskie, a mianowicie:<br>1 łokieć sześć. = 0,1911 $m^3$<br>1 sążeń sześć. = 5,1598 $m^3$<br>1 pręt sześć. = 80,6216 $m^3$<br>1 korzec = 32 garnce = 128 kwart = 1,28 hl<br>1 kwarta = 4 kwaterkom = 1 l | <br>5,2328<br>0,1938<br>0,0124<br><br>0,78125<br>1 | Wagi metryczne, po części i rosyjskie; nowopolskie wyszły już z użycia, a były one:<br>1 centnar = 4 kamienie = 100 funtów = 40,5504 kg<br>1 funt = 32 łutom = 0,4055 kg | <br><br><br><br>0,0247<br><br>2,466 | **Polska.** (Królestwo Polskie). |
| Miary metryczne, dawniejsze zaś były:<br>1 mojo = 15 fangas = 16 alqueiras<br>1 alqueira = 2 meios alqueiras = 4 quartas = 8 oitavos = 16 salamins<br>w Lizbonie 1 alqueira = 0,13841 hl<br>w Oporto 1 alqueira = 0,17465 hl | <br><br><br><br>7,225<br>5,725 | Wagi metryczne, dawniejsze zaś były:<br>1 quintal = 4 arrobas = 128 arratels = 58,75 kg | <br><br><br>0,01702 | **Portugalia.** |
| Miary metryczne dozwolone, przeważnie jednak są w użyciu:<br>1 stopa sześć. = 0,028315 $m^3$<br>1 sążeń sześć. = 9,71215 $m^3$<br>1 beczka = 40 wiader = 4000 czarek = 4,9195 hl<br>1 wiadro = 10 krużek (sztofów) = 12,2989 l<br>1 czetwierć = 8 czetwieryków = 64 garncy = 2,099 hl | <br>35,3166<br>0,10296<br>0,2033<br>0,08131<br>0,4764 | Wagi metryczne dozwolone, lecz w powszechnem użyciu są:<br>1 pud = 40 funtów = 16,380945 kg<br>1 funt = 32 łuty = 0,409524 kg<br>1 tona ros. = 12 berkowców = 120 pudów = 1965,71 kg<br>1 łaszt ros. = 2025,44 kg | <br><br>0,06105<br>2,44186<br>0,05087<br>100<br>0,04937<br>100 | **Rosya.** |

| Nazwa kraju | Miary długości | 1/n | Miary powierzchni i pól | 1/n |
|---|---|---|---|---|
| **Rumunia.** | Miary metryczne, dawniejsze zaś były starotureckie, np.:<br>1 kalibi (na Wołoszczyźnie) = 0,683 m<br>1 kalibi (na Multanach) = 0,671 m | — | Miary metryczne. | — |
| **Serbia.** | Miary metryczne, dawniejsze zaś starotureckie. | — | Miary metryczne, dawniej zaś starotureckie | — |
| **Szwajcarya.** | Miary metryczne, dawniejsze zaś były:<br>1 pręt (= 1⅔ sążnia) = 10 stóp = 100 cali = 3,00 m | 0,333 | Miary metryczne, dawniejsze zaś były:<br>1 sążeń kw. = 3,24 m²<br>1 juchart = 0,36 ha | 0,309<br>2,777 |
| **Szwecya.** | Miary metryczne, dawniejsze zaś były:<br>1 famn = 3 alen = 6 stóp = 60 cali = 1,7814 m<br>1 mila = 10,688 km | 0,5614<br>0,0936 | Miary metryczne, dawniejsze zaś były:<br>tunnland = 2 spannland = 32 kappland = 112 kannland = 56000 stóp kw. = 0,49364 ha | 2,02576 |
| **Turcya.** | Miary metryczne, dawniejsze zaś były:<br>1 pik hâlebi (najbardziej używany, t. j. łokieć alepski, od miasta Alepu = 27 cali ang.) = 0,686 m<br>Na tkaniny: 1 pik endazej (= 25,7 cali ang.) = 0,653 m<br>1 pik stamboli =<br>w Egipcie = 0.677 m<br>w Trypolisie = 0,671 m<br>w Tunisie = 0.637 m | 1,45773<br>1,53139<br>1,47710<br>1,49031<br>1,56986 | Miary metryczne, dawniejsza zaś miara polna była:<br>1 donum = 1600 pik hâlebi kw. (= 900 ang. yardów kw.) = 0,07525 ha | 13,289 |
| **Urugnay.** | Miary metryczne, dawniejsze zaś były:<br>1 vara = 0.859 m<br>1 legua (mila) = 5,154 m | 1,1641<br>0,1940 | Miary metryczne, dawniejsze zaś były:<br>1 legua kw. = 26,6 km² | 0,0376 |
| **Włochy.** | Miary metryczne, dawniejsze były rozmaite w poszczególnych państewkach. | — | Miary metryczne, dawniejsze zaś były rozmaite w poszczególnych państewkach. | — |

| Miary objętości | 1/n | Wagi | 1/n | Nazwa kraju |
|---|---|---|---|---|
| Miary metryczne, dawniejsze zaś były:<br>1 kilo (na Wołoszczyznie) = 680 l<br>1 kila (na Multanach) = 415 l | <br>0,00147<br>0,00241 | Wagi metryczne, dawniejsze zaś były:<br>1 kantar = 44 oka = 56,45 kg | 1,771<br>100 | Rumunia. |
| Miary metryczne, dawniej zaś staroturecckie. | — | Wagi metryczne, dawniej staroturecckie, lecz z podziałem odmiennym:<br>1 towar (= 1 kantar turecki) = 100 oka = 56,45 kg, a więc oka serbska przeszło o połowę mniejsza od tureckiej. | 1,771<br>100 | Serbia. |
| Miary metryczne, dawniejsze zaś były:<br>1 saum = 4 wiadra = 100 mas = 1,5 hl | <br>0,6667 | Wagi metryczne, dawniejsze zaś były:<br>1 centnar = 100 funtów = 50 kg | <br>0,02 | Szwajcarya. |
| Miary metryczne, dawniejsze zaś były:<br>1 ahm = 6 stóp sześć. = 60 kann = 1,570313 hl<br>1 tona = 1,6489 hl | <br>0,6368<br>0,6065 | Wagi metryczne, dawniejsze zaś były:<br>1 centnar = 100 skalpund = 10000 ort = 42,50758 kg<br>1 funt okrętowy = 170,028 kg<br>1 łaszt okrętowy = 5760 funtów = 2450 kg | 2,35237<br>100<br>5,88138<br>1000<br>4,0816<br>10000 | Szwecya. |
| Miary metryczne, dawniejsze zaś były, np.:<br>1 kilo konstantynopolitański = 36,0928 l<br>(por. też Rumunię).<br>Ciecze sprzedawano przeważnie na wagę. | <br>0,02771 | Wagi metryczne, dawniejsze zaś były:<br>1 kantar = 44 oka = 100 rotali = 56,45 kg<br>1 oka = 4 litra = 400 dirhem (drachm)<br>6400 kirat = 25600 grejnów = 1,282945 kg | 1,771<br>100<br><br>0,7786 | Turcya. |
| Miary metryczne, dawniejsze zaś były:<br>1 pipa = 4,55424 hl<br>1 fanega = 1,37272 hl<br>1 galon = 3,805 l | <br>0,2196<br>0,7285<br>2,6281 | Wagi metryczne, dawniejsze zaś były:<br>1 quintal = 4 arrobas = 100 libras = 45,94 kg<br>1 tonnelada = 918,8 kg | 2,17240<br>100<br>0,108620<br>100 | Uruguay. |
| Miary metryczne, dawniejsze zaś były rozmaite w poszczególnych państewkach. | — | Wagi metryczne, dawniejsze były rozmaite w poszczególnych państewkach. | — | Włochy. |

# C. Tablice zamiany miar.

## a. Tablice porównawcze *).

### 1. Tablica porównawcza jednostek miar długości.

| Metr | Sażeń | Arszyn | Stopa ang. | Pręt | Sążeń | Łokieć |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,468 699 | 1,406 100 | 3,280 899 | 0,231 481 | 0,578 704 | 1,736 111 |
| 2,133 561 | 1 | 3,000 000 | 7,000 000 | 0,493 880 | 1,234 700 | 3,704 100 |
| 0,711 187 | 0,333 333 | 1 | 2,333 333 | 0,164 627 | 0,411 567 | 1,234 700 |
| 0,304 794 | 0,142 857 | 0,428 571 | 1 | 0,070 554 | 0,176 386 | 0,529 157 |
| 4,320 000 | 2,024 783 | 6,074 350 | 14,173 484 | 1 | 2,500 000 | 7,500 000 |
| 1,728 000 | 0,809 913 | 2,429 740 | 5,669 394 | 0,400 000 | 1 | 3,000 000 |
| 0,576 000 | 0,269 971 | 0,809 913 | 1,889 798 | 0,133 333 | 0,333 333 | 1 |

### 2. Tablica porównawcza jednostek miar powierzchni.

| Metr kw. | Sażeń kw. | Arsz. kw. | St. ang. kw. | Pręt kw. | Sążeń kw. | Łokieć kw. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,219 680 | 1,977 116 | 10,764 299 | 0,053 584 | 0,334 898 | 3,014 082 |
| 4,552 084 | 1 | 9,000 000 | 49,000 000 | 0,243 917 | 1,524 484 | 13,720 355 |
| 0,505 787 | 0,111 111 | 1 | 5,444 444 | 0,027 102 | 0,169 387 | 1,524 484 |
| 0,092 900 | 0,020 408 | 0,183 673 | 1 | 0,004 978 | 0,031 112 | 0,280 007 |
| 18,662 400 | 4,099 748 | 36,897 733 | 200,887 660 | 1 | 6,250 000 | 56,250 000 |
| 2,985 984 | 0,655 960 | 5,903 637 | 32,142 026 | 0,160 000 | 1 | 9,000 000 |
| 0,331 178 | 0,072 884 | 0,655 960 | 3,571 336 | 0,017 777 | 0,111 111 | 1 |

### 3. Tablica porównawcza jednostek miar objętości.

| Metr. sz. | Sażeń sz. | Arszyn sz. | Stop. ang. sz. | Pręt sz. | Sążeń sz. | Łokieć sz. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,102 964 | 2,780 022 | 35,316 581 | 0,012 404 | 0,193 807 | 5,232 781 |
| 9,712 152 | 1 | 27,000 000 | 343,000 000 | 0,120 466 | 1,882 280 | 50,821 563 |
| 0,359 709 | 0,037 037 | 1 | 12,703 704 | 0,004 462 | 0,069 714 | 1,882 280 |
| 0,028 315 | 0,002 915 | 0,078 717 | 1 | 0,000 351 | 0,005 488 | 0,148 168 |
| 80,621 568 | 8,301 102 | 224,129 764 | 2847,278 116 | 1 | 15,625 000 | 421,875 000 |
| 5,159 780 | 0,531 271 | 14,344 305 | 182.225 799 | 0,064 000 | 1 | 27,000 000 |
| 0,191 103 | 0,019 677 | 0,531 271 | 6,749 104 | 0,002 370 | 0,037 037 | 1 |

*) Bronisław Jungier (Tablice zamiany miar, Warszawa 1902) podaje liczby porównawcze obliczone na 10 miejsc dziesiętnych. Zaczerpując z wydawnictwa B. Jungiera liczby do tablic powyższych Nr. 1, 2, 3. skróciliśmy ułamki do 6 miejsc dziesiętnych. Z tego też źródła zaczerpnęliśmy liczby do tablic Nr. 22 i 26.

## b. Tablice zamiany cali z ułamkami na milimetry.

### 4. Tablica zamiany cali nowopolskich na milimetry.

1 cal nowopolski = 24 mm.

| Cali | 0 | 1/8 | 1/4 | 3/8 | 1/2 | 5/8 | 3/4 | 7/8 | Cali |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 | 18 | 21 | 0 |
| 1 | 24 | 27 | 30 | 33 | 36 | 39 | 42 | 45 | 1 |
| 2 | 48 | 51 | 54 | 57 | 60 | 63 | 66 | 69 | 2 |
| 3 | 72 | 75 | 78 | 81 | 84 | 87 | 90 | 93 | 3 |
| 4 | 96 | 99 | 102 | 105 | 108 | 111 | 114 | 117 | 4 |
| 5 | 120 | 123 | 126 | 129 | 132 | 135 | 138 | 141 | 5 |
| 6 | 144 | 147 | 150 | 153 | 156 | 159 | 162 | 165 | 6 |
| 7 | 168 | 171 | 174 | 177 | 180 | 183 | 186 | 189 | 7 |
| 8 | 192 | 195 | 198 | 201 | 204 | 207 | 210 | 213 | 8 |
| 9 | 216 | 219 | 222 | 225 | 228 | 231 | 234 | 237 | 9 |
| 10 | 240 | 243 | 246 | 249 | 252 | 255 | 258 | 261 | 10 |
| 11 | 264 | 267 | 270 | 273 | 276 | 279 | 282 | 285 | 11 |
| 12 | 288 | 291 | 294 | 297 | 300 | 303 | 306 | 309 | 12 |
| 13 | 312 | 315 | 318 | 321 | 324 | 327 | 330 | 333 | 13 |
| 14 | 336 | 339 | 342 | 345 | 348 | 351 | 354 | 357 | 14 |
| 15 | 360 | 363 | 366 | 369 | 372 | 375 | 378 | 381 | 15 |
| 16 | 384 | 387 | 390 | 393 | 396 | 399 | 402 | 405 | 16 |
| 17 | 408 | 411 | 414 | 417 | 420 | 423 | 426 | 429 | 17 |
| 18 | 432 | 435 | 438 | 441 | 444 | 447 | 450 | 453 | 18 |
| 19 | 456 | 459 | 462 | 465 | 468 | 471 | 474 | 477 | 19 |
| 20 | 480 | 483 | 486 | 489 | 492 | 495 | 498 | 501 | 20 |
| 21 | 504 | 507 | 510 | 513 | 516 | 519 | 522 | 525 | 21 |
| 22 | 528 | 531 | 534 | 537 | 540 | 543 | 546 | 549 | 22 |
| 23 | 552 | 555 | 558 | 561 | 564 | 567 | 570 | 573 | 23 |
| 24 | 576 | 579 | 582 | 585 | 588 | 591 | 594 | 597 | 24 |

### 5. Tablica zamiany cali reńskich (pruskich) na milimetry.

1 cal reński = 1 cal pruski = 26,1545 mm.

| Cali | 0 | 1/8 | 1/4 | 3/8 | 1/2 | 5/8 | 3/4 | 7/8 | Cali |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0,00 | 3,27 | 6,54 | 9,81 | 13,08 | 16,35 | 19,62 | 22,89 | 0 |
| 1 | 26,15 | 29,42 | 32,69 | 35,96 | 39,23 | 42,50 | 45,77 | 49,04 | 1 |
| 2 | 52,31 | 55,58 | 58,85 | 62,12 | 65,39 | 68,66 | 71,93 | 75,19 | 2 |
| 3 | 78,46 | 81,73 | 85,00 | 88,27 | 91,54 | 94,81 | 98,08 | 101,35 | 3 |
| 4 | 104,62 | 107,89 | 111,16 | 114,43 | 117,70 | 120,96 | 124,23 | 127,50 | 4 |
| 5 | 130,77 | 134,04 | 137,31 | 140,58 | 143,85 | 147,12 | 150,39 | 153,66 | 5 |
| 6 | 156,93 | 160,20 | 163,47 | 166,73 | 170,00 | 173,27 | 176,54 | 179,81 | 6 |
| 7 | 183,08 | 186,35 | 189,62 | 192,89 | 196,16 | 199,43 | 202,70 | 205,97 | 7 |
| 8 | 209,24 | 212,50 | 215,77 | 219,04 | 222,31 | 225,58 | 228,85 | 232,12 | 8 |
| 9 | 235,39 | 238,66 | 241,93 | 245,20 | 248,47 | 251,74 | 255,01 | 258,28 | 9 |
| 10 | 261,54 | 264,81 | 268,08 | 271,35 | 274,62 | 277,89 | 281,16 | 284,43 | 10 |
| 11 | 287,70 | 290,97 | 294,24 | 297,51 | 300,78 | 304,05 | 307,31 | 310,58 | 11 |
| 12 | 313,85 | 317,12 | 320,39 | 323,66 | 326,93 | 330,20 | 333,47 | 336,74 | 12 |
| 13 | 340,01 | 343,28 | 346,55 | 349,82 | 353,09 | 356,35 | 359,62 | 362,89 | 13 |
| 14 | 366,16 | 369,43 | 372,70 | 375,97 | 379,24 | 382,51 | 385,78 | 389,05 | 14 |
| 15 | 392,32 | 395,59 | 398,86 | 402,12 | 405,39 | 408,66 | 411,93 | 415,20 | 15 |
| 16 | 418,47 | 421,74 | 425,01 | 428,28 | 431,55 | 434,82 | 438,09 | 44 ,36 | 16 |
| 17 | 444,63 | 447,90 | 451,16 | 454,43 | 457,70 | 460,97 | 464,24 | 467,51 | 17 |
| 18 | 470,78 | 474,05 | 477,32 | 480,59 | 483,86 | 487,13 | 490,40 | 493,67 | 18 |
| 19 | 496,93 | 500,20 | 503,47 | 506,74 | 510,01 | 513,28 | 516,55 | 519,82 | 19 |
| 20 | 523,09 | 526,36 | 529,63 | 532,90 | 536,17 | 539,44 | 542,71 | 545,97 | 20 |
| 21 | 549,24 | 552,51 | 555,78 | 559,05 | 562,32 | 565,59 | 568,86 | 572,13 | 21 |
| 22 | 575,40 | 578,67 | 581,94 | 585,21 | 588,48 | 591,74 | 595,01 | 598,28 | 22 |
| 23 | 601,55 | 604,82 | 608,09 | 611,36 | 614,63 | 617,90 | 621,17 | 624,44 | 23 |
| 24 | 627,71 | 630,98 | 634,25 | 637,51 | 640,78 | 644,05 | 647,32 | 650,59 | 24 |

## 6. Tablica zamiany cali angielskich na milimetry.

1 cal angielski = 25,399541 mm.

| Cali | 0 | 1/16 | 1/8 | 3/16 | 1/4 | 5/16 | 3/8 | 7/16 | 1/2 | 9/16 | 5/8 | 11/16 | 3/4 | 13/16 | 7/8 | 15/16 | Cali |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0,000 | 1,587 | 3,175 | 4,762 | 6,350 | 7,937 | 9,525 | 11,112 | 12,700 | 14,287 | 15,875 | 17,462 | 19,050 | 20,637 | 22,225 | 23,812 | 0 |
| 1 | 25,400 | 26,987 | 28,574 | 30,162 | 31,749 | 33,337 | 34,924 | 36,512 | 38,099 | 39,687 | 41,274 | 42,862 | 44,449 | 46,037 | 47,624 | 49,212 | 1 |
| 2 | 50,799 | 52,387 | 53,974 | 55,561 | 57,149 | 58,736 | 60,324 | 61,911 | 63,499 | 65,086 | 66,674 | 68,261 | 69,849 | 71,436 | 73,024 | 74,611 | 2 |
| 3 | 76,199 | 77,786 | 79,374 | 80,961 | 82,549 | 84,136 | 85,723 | 87,311 | 88,898 | 90,486 | 92,073 | 93,661 | 95,248 | 96,836 | 98,423 | 100,01 | 3 |
| 4 | 101,60 | 103,19 | 104,77 | 106,36 | 107,95 | 109,54 | 111,12 | 112,71 | 114,30 | 115,89 | 117,47 | 119,06 | 120,65 | 122,24 | 123,82 | 125,41 | 4 |
| 5 | 127,00 | 128,59 | 130,17 | 131,76 | 133,35 | 134,94 | 136,52 | 138,11 | 139,70 | 141,28 | 142,87 | 144,46 | 146,05 | 147,63 | 149,22 | 150,81 | 5 |
| 6 | 152,40 | 153,98 | 155,57 | 157,16 | 158,75 | 160,33 | 161,92 | 163,51 | 165,10 | 166,68 | 168,27 | 169,86 | 171,45 | 173,03 | 174,62 | 176,21 | 6 |
| 7 | 177,80 | 179,38 | 180,97 | 182,56 | 184,15 | 185,73 | 187,32 | 188,91 | 190,50 | 192,08 | 193,67 | 195,26 | 196,85 | 198,43 | 200,02 | 201,61 | 7 |
| 8 | 203,20 | 204,78 | 206,37 | 207,96 | 209,55 | 211,13 | 212,72 | 214,31 | 215,90 | 217,48 | 219,07 | 220,66 | 222,25 | 223,83 | 225,42 | 227,01 | 8 |
| 9 | 228,60 | 230,18 | 231,77 | 233,36 | 234,95 | 236,53 | 238,12 | 239,71 | 241,30 | 242,88 | 244,47 | 246,06 | 247,65 | 249,23 | 250,82 | 252,41 | 9 |
| 10 | 254,00 | 255,58 | 257,17 | 258,76 | 260,35 | 261,93 | 263,52 | 265,11 | 266,70 | 268,28 | 269,87 | 271,46 | 273,05 | 274,63 | 276,22 | 277,81 | 10 |
| 11 | 279,39 | 280,98 | 282,57 | 284,16 | 285,74 | 287,33 | 288,92 | 290,51 | 292,09 | 293,68 | 295,27 | 296,86 | 298,44 | 300,03 | 301,62 | 303,21 | 11 |
| 12 | 304,79 | 306,38 | 307,97 | 309,56 | 311,14 | 312,73 | 314,32 | 315,91 | 317,49 | 319,08 | 320,67 | 322,26 | 323,84 | 325,43 | 327,02 | 328,61 | 12 |
| 13 | 330,19 | 331,78 | 333,37 | 334,96 | 336,54 | 338,13 | 339,72 | 341,31 | 342,89 | 344,48 | 346,07 | 347,66 | 349,24 | 350,83 | 352,42 | 354,01 | 13 |
| 14 | 355,59 | 357,18 | 358,77 | 360,36 | 361,94 | 363,53 | 365,12 | 366,71 | 368,29 | 369,88 | 371,47 | 373,06 | 374,64 | 376,23 | 377,82 | 379,41 | 14 |
| 15 | 380,99 | 382,58 | 384,17 | 385,76 | 387,34 | 388,93 | 390,52 | 392,11 | 393,69 | 395,28 | 396,87 | 398,46 | 400,04 | 401,63 | 403,22 | 404,81 | 15 |
| 16 | 406,39 | 407,98 | 409,57 | 411,16 | 412,74 | 414,33 | 415,92 | 417,50 | 419,09 | 420,68 | 422,27 | 423,85 | 425,44 | 427,03 | 428,62 | 430,20 | 16 |
| 17 | 431,79 | 433,38 | 434,97 | 436,55 | 438,14 | 439,73 | 441,32 | 442,90 | 444,49 | 446,08 | 447,67 | 449,25 | 450,84 | 452,43 | 454,02 | 455,60 | 17 |
| 18 | 457,19 | 458,78 | 460,37 | 461,95 | 463,54 | 465,13 | 466,72 | 468,30 | 469,89 | 471,48 | 473,07 | 474,65 | 476,24 | 477,83 | 479,42 | 481,00 | 18 |
| 19 | 482,59 | 484,18 | 485,77 | 487,35 | 488,94 | 490,53 | 492,12 | 493,70 | 495,29 | 496,88 | 498,47 | 500,05 | 501,64 | 503,23 | 504,82 | 506,40 | 19 |
| 20 | 507,99 | 509,58 | 511,17 | 512,75 | 514,34 | 515,93 | 517,52 | 519,10 | 520,69 | 522,28 | 523,87 | 525,45 | 527,04 | 528 63 | 530,22 | 531,80 | 20 |
| 21 | 533,39 | 534,98 | 536,57 | 538,15 | 539,74 | 541,33 | 542,92 | 544,50 | 546,09 | 547,68 | 549,27 | 550,85 | 552,44 | 554,03 | 555,61 | 557,20 | 21 |
| 22 | 558,79 | 560,38 | 561,96 | 563,55 | 565,14 | 566,73 | 568 31 | 569,90 | 571,49 | 573,08 | 574,66 | 576,25 | 577,84 | 579,43 | 581,01 | 582,60 | 22 |
| 23 | 584,19 | 585,78 | 587,36 | 588,95 | 590,54 | 592,13 | 593,71 | 595,30 | 596,89 | 598,48 | 600,06 | 601,65 | 603,24 | 604,83 | 606,41 | 608,00 | 23 |
| 24 | 609,59 | 611,18 | 612,76 | 614,35 | 615,94 | 617,53 | 619,11 | 620,70 | 622,29 | 623,88 | 625,46 | 627,05 | 628,64 | 630,23 | 631,81 | 633,40 | 24 |

30″ = 761,99; 40″ = 1015,98; 50″ = 1269,98; 60″ = 1523,97; 70″ = 1777,97; 80″ = 2031,96; 90″ = 2285,96; 100″ = 2539,95.

## c. Tablice zamiany miar nowopolskich na metryczne i odwrotnie *).

### 7. Tablica zamiany sążni i łokci nowopolskich na metry.

| Sążnie sąż. kw. sąż. sz. | m | m² | m³ | Łokcie łok. kw. łok. sz. | m | m² | m³ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1,728 | 2,9860 | 5,159 78 | 1 | 0,576 | 0,331 776 | 0,191 103 |
| 2 | 3,456 | 5,9720 | 10,319 56 | 2 | 1,152 | 0,663 552 | 0,382 206 |
| 3 | 5,184 | 8,9580 | 15,479 34 | 3 | 1,728 | 0,995 328 | 0,573 309 |
| 4 | 6,912 | 11,9439 | 20,639 12 | 4 | 2,304 | 1,327 104 | 0,764 412 |
| 5 | 8,640 | 14,9299 | 25,798 90 | 5 | 2,880 | 1,658 880 | 0,955 515 |
| 6 | 10,368 | 17,9159 | 30,958 68 | 6 | 3,456 | 1,990 656 | 1,146 618 |
| 7 | 12,096 | 20,9019 | 36,118 46 | 7 | 4,032 | 2,322 432 | 1,337 721 |
| 8 | 13,824 | 23,8879 | 41,278 24 | 8 | 4,608 | 2,654 208 | 1,528 824 |
| 9 | 15,552 | 26.8739 | 46,438 02 | 9 | 5,184 | 2,985 984 | 1,719 927 |

### 8. Tablica zamiany metrów na sążnie i łokcie nowopolskie.

| m, m², m³ | sążni | łokci | sążni kw. | łokci kw. | sążni sz. | łokci sześć. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,578 704 | 1.736 11 | 0,334 898 | 3,014 082 | 0,193 807 | 5,232 781 |
| 2 | 1,157 407 | 3,472 22 | 0,669 796 | 6,028 164 | 0,387 613 | 10,465 562 |
| 3 | 1,736 111 | 5,208 33 | 1,004 694 | 9,042 245 | 0,581 420 | 15,698 343 |
| 4 | 2,314 815 | 6,944 44 | 1,339 592 | 12,056 327 | 0,775 227 | 20,931 124 |
| 5 | 2,893 519 | 8,680 56 | 1,674 490 | 15,070 409 | 0,969 034 | 26,163 904 |
| 6 | 3,472 222 | 10,416 67 | 2,009 388 | 18,084 491 | 1,162 840 | 31,396 685 |
| 7 | 4,050 926 | 12,152 78 | 2,344 286 | 21,098 573 | 1,356 647 | 36,629 466 |
| 8 | 4,629 630 | 13,888 89 | 2,679 184 | 24,112 654 | 1,550 454 | 41,862 247 |
| 9 | 5,208 333 | 15,625 00 | 3,014 082 | 27,126 736 | 1,744 260 | 47,095 028 |

### 9. Tablica zamiany stóp, wzgl. cali nowopolskich na metry, wzgl. centimetry.

| Stopy, st. kw. st. sz. | m | m² | m³ | Cale, calo kw. cale sz. | cm | cm² | cm³ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,288 | 0,082 944 | 0,023 888 | 1 | 2,4 | 5,76 | 13,824 |
| 2 | 0,576 | 0,165 888 | 0,047 776 | 2 | 4,8 | 11,52 | 27,648 |
| 3 | 0,864 | 0,248 832 | 0,071 664 | 3 | 7,2 | 17,28 | 41,472 |
| 4 | 1,152 | 0,331 776 | 0,095 551 | 4 | 9,6 | 23,04 | 55,296 |
| 5 | 1,440 | 0,414 720 | 0,119 439 | 5 | 12,0 | 28,80 | 69,120 |
| 6 | 1,728 | 0,497 664 | 0,143 327 | 6 | 14,4 | 34,56 | 82,944 |
| 7 | 2,016 | 0,580 608 | 0,167 215 | 7 | 16,8 | 40,32 | 96,768 |
| 8 | 2,304 | 0,663 552 | 0,191 103 | 8 | 19,2 | 46,08 | 110,592 |
| 9 | 2,592 | 0,746 496 | 0,214 991 | 9 | 21,6 | 51,84 | 124,416 |

*) Liczby do tablic № 7, 8, 9. 10. 11, 17. 18, 27 i do części tablic 33, 37 i 38 zaczerpnięto z „Podręcznika technicznego", A. Kuczyńskiego, wyd. 2-ie, układ jednak przystosowano do tablic, wziętych z niemieckiego podręcznika „Hütte", i wprowadzono niektóre poprawki.

**10. Tablica zamiany metrów na stopy i cale nowopolskie.**

| m, m², m³ | stóp | cali | stóp kw. | cali kw. | stóp sześć. | cali sz. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 3,472 22 | 41,667 | 12,056 327 | 1 736,11 | 41,862 247 | 72 338 |
| 2 | 6,944 44 | 83,333 | 24 112 654 | 3 472,22 | 83,724 494 | 144 676 |
| 3 | 10,416 67 | 125,000 | 36,168 981 | 5 208,33 | 125,586 741 | 217 014 |
| 4 | 13,888 89 | 166,667 | 48,225 309 | 6 944,44 | 167,448 988 | 289 352 |
| 5 | 17,361 11 | 208,333 | 60.281 636 | 8 680,56 | 209,311 235 | 361 690 |
| 6 | 20,833 33 | 250,000 | 72,337 963 | 10 416,67 | 251,173 483 | 434 028 |
| 7 | 24,305 56 | 291,667 | 84,394 290 | 12 152,78 | 293,035 730 | 506 366 |
| 8 | 27,777 78 | 333,333 | 96.450 617 | 13 888,89 | 334,897 977 | 578 704 |
| 9 | 31,250 00 | 375,000 | 108,506 944 | 15 625,00 | 376,760 224 | 651 042 |

**11. Tablice zamiany prętów na metry i odwrotnie.**

| Pręty, pręt kw. | m | m² | m m² | prętów | prętów kw. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 4,320 | 18,6624 | 1 | 0,231 48 | 0,053 58 |
| 2 | 8,640 | 37,3248 | 2 | 0,462 96 | 0,107 17 |
| 3 | 12,960 | 55,9872 | 3 | 0,694 44 | 0,160 75 |
| 4 | 17,280 | 74,6496 | 4 | 0,925 93 | 0,214 33 |
| 5 | 21,600 | 93,3120 | 5 | 1,157 41 | 0,267 92 |
| 6 | 25,920 | 111,9744 | 6 | 1,388 89 | 0,321 50 |
| 7 | 30,240 | 130,6368 | 7 | 1,620 37 | 0,375 09 |
| 8 | 34,560 | 149,2992 | 8 | 1,851 85 | 0,428 67 |
| 9 | 38,880 | 167,9616 | 9 | 2,083 33 | 0,482 25 |

**12. Tablica zamiany korcy nowopolskich na hektolitry i odwrotnie.**

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | korcy nowop. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1,28 | 2,56 | 3,84 | 5,12 | 6,40 | 7,68 | 8,96 | 10,24 | 11,52 | hektolitrów. |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | hektolitrów |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,78125 | 1,56250 | 2,34375 | 3,12500 | 3,90625 | 4,68750 | 5,46875 | 6,25000 | 7,03125 | korcy nowop. |

## d. Tablice zamiany miar angielskich na metryczne i odwrotnie.

**13. Tablica zamiany stóp i cali angielskich na miary metryczne.**

| Stopy, stopy kw. stopy sz. | m | m² | m³ | Cale, cale kw. cale sz. | cm | cm² | cm³ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,304794 | 0,092900 | 0,028315 | 1 | 2,5400 | 6,4514 | 16,386 |
| 2 | 0,609589 | 0,185799 | 0,056631 | 2 | 5,0799 | 12,9027 | 32,773 |
| 3 | 0,914383 | 0,278699 | 0,084946 | 3 | 7,6199 | 19,3541 | 49,159 |
| 4 | 1,219178 | 0,371599 | 0,113261 | 4 | 10,1598 | 25,8055 | 65,546 |
| 5 | 1,523972 | 0,464498 | 0,141577 | 5 | 12,6998 | 32,2568 | 81,932 |
| 6 | 1,828767 | 0,557398 | 0,169892 | 6 | 15,2397 | 38,7082 | 98,319 |
| 7 | 2,133561 | 0,650298 | 0,198207 | 7 | 17,7797 | 45,1596 | 114,705 |
| 8 | 2,438356 | 0,743197 | 0,226523 | 8 | 20,3196 | 51,6110 | 131,092 |
| 9 | 2,743150 | 0,836097 | 0,254838 | 9 | 22,8596 | 58,0623 | 147,478 |

### 14. Tablica zamiany metrów na stopy i cale angielskie.

| m, $m^2$, $m^3$ | stóp | cali | stóp kw. | cali kw. | stóp sz. | cali sz. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 3,2809 | 39,3708 | 10,7643 | 1550,06 | 35,3166 | 61027,1 |
| 2 | 6,5618 | 78,7416 | 21,5286 | 3100,12 | 70,6332 | 122054,1 |
| 3 | 9,8427 | 118,1124 | 32,2929 | 4650,18 | 105,9497 | 183081,2 |
| 4 | 13,1236 | 157,4832 | 43,0572 | 6200,24 | 141,2663 | 244108,2 |
| 5 | 16,4045 | 196,8540 | 53,8215 | 7750,30 | 176,5829 | 305135,3 |
| 6 | 19,6854 | 236,2247 | 64,5858 | 9300,35 | 211,8995 | 366162,3 |
| 7 | 22,9663 | 275,5955 | 75,3501 | 10850,41 | 247,2160 | 427189,4 |
| 8 | 26,2472 | 314,9663 | 86,1144 | 12400,47 | 282,5326 | 488216,4 |
| 9 | 29,5281 | 354,3371 | 96,8787 | 13950,53 | 317,8492 | 549243,5 |

## e. Tablice zamiany stóp i cali reńskich (pruskich) na miary metryczne i odwrotnie.

### 15. Tablica zamiany stóp i cali reńskich na miary metryczne.

| Stopy, stopy kw. stopy sz. | m | $m^2$ | $m^3$ | Cale, cale kw. cale sz. | cm | $cm^2$ | $cm^4$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,31385 | 0,09850 | 0,03092 | 1 | 2,6154 | 6,8406 | 17,891 |
| 2 | 0,6277 | 0,19701 | 0,06183 | 2 | 5,2309 | 13,681 | 35,782 |
| 3 | 0,9416 | 0,29551 | 0,09275 | 3 | 7,8463 | 20,522 | 53,673 |
| 4 | 1,2554 | 0,39402 | 0,12366 | 4 | 10,462 | 27,362 | 71,564 |
| 5 | 1,5693 | 0,49252 | 0,15458 | 5 | 13,077 | 34,203 | 89,456 |
| 6 | 1,8831 | 0,59102 | 0,18549 | 6 | 15,693 | 41,043 | 107,35 |
| 7 | 2,1970 | 0,68953 | 0,21641 | 7 | 18.308 | 47,884 | 125,24 |
| 8 | 2,5108 | 0,78803 | 0,24733 | 8 | 20,924 | 54,724 | 143,13 |
| 9 | 2,8247 | 0,88654 | 0,27824 | 9 | 23,539 | 61,565 | 161,02 |

### 16. Tablica zamiany metrów na stopy i cale reńskie.

| m, $m^2$, $m^3$ | stóp | cali | stóp kw. | cali kw. | stóp sz. | cali sz. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 3,1862 | 38,234 | 10,152 | 1461,9 | 32,346 | 55894 |
| 2 | 6,3724 | 76,469 | 20,304 | 2923,7 | 64,692 | 111787 |
| 3 | 9,5586 | 114,703 | 30,456 | 4385,6 | 97,038 | 167681 |
| 4 | 12,7448 | 152,938 | 40,607 | 5847.5 | 129,384 | 223575 |
| 5 | 15,9310 | 191.172 | 50,759 | 7309,3 | 161,729 | 279468 |
| 6 | 19,1172 | 229,406 | 60,911 | 8771,2 | 194,075 | 335362 |
| 7 | 22,3034 | 267,640 | 71,063 | 10233,1 | 226,421 | 391256 |
| 8 | 25,4896 | 305,875 | 81,215 | 11695,0 | 258,767 | 447150 |
| 9 | 28,6758 | 344,109 | 91,367 | 13156,8 | 291,113 | 503043 |

## f. Tablice zamiany miar rosyjskich na metryczne i odwrotnie.

Uwaga. Stopy i cale rosyjskie są równe angielskim, do ich zamiany służą zatem tablice 13 i 14.

### 17. Tablica zamiany arszynów i werszków na miary metryczne.

| Arszyny, arsz. kw. arsz. sz. | m | $m^2$ | $m^3$ | Werszki, wersz. kw. wersz. sz. | cm | $cm^2$ | $cm^3$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,711 19 | 0,505 79 | 0,359 71 | 1 | 4,445 | 19,7573 | 87,819 66 |
| 2 | 1,422 37 | 1,011 57 | 0,719 42 | 2 | 8,890 | 39,5146 | 175,639 32 |
| 3 | 2,133 56 | 1,517 36 | 1,079 13 | 3 | 13,335 | 59,2719 | 263,458 98 |
| 4 | 2,844 75 | 2,023 15 | 1,438 84 | 4 | 17,780 | 79,0293 | 351,278 64 |
| 5 | 3,555 94 | 2,528 94 | 1,798 55 | 5 | 22,225 | 98,7866 | 439,098 31 |
| 6 | 4,267 12 | 3,034 72 | 2,158 26 | 6 | 26,669 | 118,5439 | 526,917 97 |
| 7 | 4,978 31 | 3,540 51 | 2,517 97 | 7 | 31,114 | 138,3012 | 614,737 63 |
| 8 | 5,689 50 | 4,046 30 | 2,877 68 | 8 | 35,559 | 158,0585 | 702,557 29 |
| 9 | 6,400 68 | 4,552 08 | 3,237 38 | 9 | 40,004 | 177,8158 | 790,376 95 |

| 1/8 | 1/4 | 3/8 | 1/2 | 5/8 | 3/4 | 7/8 | 1/12 | 1/6 | 1/3 | 2/3 | 5/6 wersz. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,556 | 1,111 | 1,667 | 2,222 | 2,778 | 3,334 | 3,889 | 0,370 | 0,741 | 1,482 | 2,963 | 3,704 cm |

### 18. Tablica zamiany metrów na arszyny i werszki.

| m, $m^2$, $m^3$ | arszynów | werszków | arszyn. kw. | wersz. kw. | arszyn. sz. | wersz. sz. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1,406 | 22,50 | 1,9771 | 506.1 | 2,780 02 | 11387 |
| 2 | 2,812 | 44,00 | 3,9542 | 1012,3 | 5,560 05 | 22774 |
| 3 | 4,218 | 67,49 | 5,9313 | 1518,4 | 8,340 07 | 34161 |
| 4 | 5,624 | 89,99 | 7 9085 | 2024,6 | 11,120 09 | 45548 |
| 5 | 7,030 | 112.49 | 9,8856 | 2530,7 | 13,900 11 | 56935 |
| 6 | 8,437 | 134,99 | 11,8627 | 3036,9 | 16,680 13 | 68322 |
| 7 | 9,843 | 157,48 | 13,8398 | 3543,0 | 19,460 16 | 79709 |
| 8 | 11,249 | 179,98 | 15,8169 | 4049,1 | 22,240 18 | 91096 |
| 9 | 12,655 | 202,49 | 17,7940 | 4555,3 | 25,020 20 | 102483 |

### 19. Tablica zamiany sążeni i wiorst na miary metryczne i odwrotnie.

| Sążenie, sążenie kw. sążenie sześć. | m | $m^2$ | $m^3$ | Wiorsty, wiorsty kw. | km | $km^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2,1336 | 4,552 08 | 9,712 15 | 1 | 1,066 78 | 1,138 02 |
| 2 | 4,2671 | 9,104 17 | 19,424 30 | 2 | 2,133 56 | 2,276 04 |
| 3 | 6,4007 | 13,656 25 | 29,136 46 | 3 | 3,200 34 | 3,414 06 |
| 4 | 8,5342 | 18,208 34 | 38,848 61 | 4 | 4,267 12 | 4,552 08 |
| 5 | 10,6678 | 22,760 42 | 48,560 76 | 5 | 5,333 90 | 5,690 11 |
| 6 | 12,8014 | 27,312 51 | 58,272 91 | 6 | 6,400 68 | 6,828 13 |
| 7 | 14,9349 | 31,864 59 | 67,985 06 | 7 | 7,467 46 | 7,966 15 |
| 8 | 17,0685 | 36,416 68 | 77,697 22 | 8 | 8,534 25 | 9,104 17 |
| 9 | 19,2021 | 40,968 76 | 87,409 37 | 9 | 9,601 03 | 10,242 19 |

**20. Tablica zamiany metrów, wzgl. km na sażenie, wzgl. wiorsty.**

| m, $m^2$, $m^3$ | sażeni | saż. kw. | saż. sz. | km, $km^2$ | wiorst | wiorst k. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,4687 | 0,219 68 | 0,102 96 | 1 | 0,937 4 | 0.878 72 |
| 2 | 0,9374 | 0,439 36 | 0,205 93 | 2 | 1,874 8 | 1,757 44 |
| 3 | 1,4061 | 0,659 04 | 0,308 89 | 3 | 2,812 2 | 2,636 15 |
| 4 | 1,8748 | 0,878 72 | 0,411 86 | 4 | 3,749 6 | 3.514 87 |
| 5 | 2,3435 | 1,098 40 | 0,514 82 | 5 | 4,687 0 | 4,393 59 |
| 6 | 2.8122 | 1,318 08 | 0,617 78 | 6 | 5,624 4 | 5,272 31 |
| 7 | 3,2809 | 1,537 76 | 0,720 75 | 7 | 6,561 8 | 6,151 03 |
| 8 | 3,7496 | 1,757 44 | 0,823 71 | 8 | 7,499 2 | 7,029 75 |
| 9 | 4 2183 | 1,977 12 | 0,926 67 | 9 | 8.436 6 | 7,908 46 |

**21. Tablica zamiany czetwierci i wiader na hektolitry i odwrotnie.**

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 czetwierci = |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2,0990 | 4,1980 | 6,2971 | 8,3961 | 10,4951 | 12,5941 | 14,6931 | 16,7922 | 18,8912 hektolitrów. |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 wiader = |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,1230 | 0,2460 | 0,3690 | 0.4920 | 0,6149 | 0,7379 | 0,8609 | 0,9839 | 1,1069 hektolitrów. |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 hektolitrów = |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,4764 | 0,9528 | 1,4292 | 1,9057 | 2,3821 | 2,8585 | 3.3349 | 3,8113 | 4,2877 czetwierci; |
| 8,131 | 16,262 | 24,392 | 32,523 | 40,654 | 48,785 | 56.916 | 65,046 | 73,177 wiader. |

## g. Tablice zamiany miar nowopolskich na rosyjskie i odwrotnie.

**22. Tablica zamiany łokci nowopolskich na arszyny i odwrotnie.**

| Łokcie, łokcie kw. łokcie sz. | arszynów | arszynów kw. | arszynów sześć. | Arszyny, arszyn. kw. arszyn. sz. | łokci | łokci kw. | łokci sześć. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,8099 | 0,655 96 | 0,531 27 | 1 | 1,2347 | 1,524 48 | 1,882 28 |
| 2 | 1,6198 | 1,311 92 | 1,062 54 | 2 | 2,4694 | 3,048 97 | 3,794 56 |
| 3 | 2,4297 | 1,967 88 | 1,593 81 | 3 | 3,7041 | 4,573 45 | 5,646 84 |
| 4 | 3.2397 | 2,623 84 | 2,125 08 | 4 | 4.9388 | 6,097 94 | 7,529 12 |
| 5 | 4,0496 | 3,279 80 | 2,656 35 | 5 | 6,1735 | 7,622 42 | 9,411 40 |
| 6 | 4,8595 | 3,935 76 | 3,187 62 | 6 | 7,4082 | 9,146 90 | 11,293 68 |
| 7 | 5,6694 | 4,591 72 | 3,718 89 | 7 | 8,6429 | 10,671 39 | 13,175 96 |
| 8 | 6,4793 | 5,247 68 | 4,250 16 | 8 | 9,8776 | 12,195 87 | 15,058 24 |
| 9 | 7,2892 | 5,903 64 | 4,781 43 | 9 | 11,1123 | 13,720 35 | 16,940 52 |

**23. Zamiana sążni nowopolskich na sażenie rosyjskie i odwrotnie**

uskutecznia się podług tablicy 22, ponieważ stosunek sążnia do sażenia jest ten sam jak łokcia do arszyna: sążeń ma bowiem 3 łokcie, a sażen 3 arszyny.

**24. Tablica zamiany cali nowopolskich na werszki i odwrotnie.**

| Cale, cale kw. cale sześć. | werszki | werszki kw. | werszki sześć. | Werszki, wersz. kw. wersz. sz. | cali | cali kw. | cali sześć. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,540 | 0,2915 | 0.1574 | 1 | 1,852 | 3,4301 | 6,3527 |
| 2 | 1,080 | 0,5831 | 0.3148 | 2 | 3,704 | 6,8602 | 12,7054 |
| 3 | 1,620 | 0,8746 | 0,4722 | 3 | 5.556 | 10,2903 | 19,0581 |
| 4 | 2,160 | 1,1662 | 0,6297 | 4 | 7 408 | 13,7204 | 25.4108 |
| 5 | 2,700 | 1.4577 | 0,7871 | 5 | 9,260 | 17,1504 | 31,7635 |
| 6 | 3,240 | 1,7492 | 0,9445 | 6 | 11.112 | 20,5805 | 38,1162 |
| 7 | 3,780 | 2,0408 | 1,1019 | 7 | 12.964 | 24,0106 | 44.4689 |
| 8 | 4,320 | 2,3323 | 1,2593 | 8 | 14,816 | 27,4407 | 50,8216 |
| 9 | 4,860 | 2,6238 | 1,4167 | 9 | 16,668 | 30,8708 | 57,1743 |

**25. Tablica zamiany korcy nowopolskich na czetwierci i odwrotnie.**

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 korcy nowop. = |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,6098 | 1,2196 | 1,8294 | 2,4392 | 3,0491 | 3,6589 | 4,2687 | 4,8785 | 5,4883 czetwierci. |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 czetwierci = |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1,6399 | 3,2797 | 4,9196 | 6,5594 | 8,1993 | 9,8391 | 11,4790 | 13,1189 | 14,7587 korcy nowopolsk |

## h. Tablice zamiany różnych miar polnych.

**26. Tablica zamiany wzajemnej morgów nowopolskich, hektarów i dziesięcin rosyjskich.**

| Morgi nowop. | hektarów | dziesięcin | Hektary | morgów nowop. | dziesięcin | Dziesięciny | morgów nowop. | hektarów |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,559 87 | 0,512 47 | 1 | 1,786 12 | 0,915 33 | 1 | 1,951 34 | 1,092 50 |
| 2 | 1,119 74 | 1,024 94 | 2 | 3,572 25 | 1,830 66 | 2 | 3,902 68 | 2,185 00 |
| 3 | 1,679 62 | 1,537 41 | 3 | 5,358 37 | 2.746 00 | 3 | 5,854 02 | 3,277 50 |
| 4 | 2,239 49 | 2,049 87 | 4 | 7,144 49 | 3,661 33 | 4 | 7,805 36 | 4,370 00 |
| 5 | 2,799 36 | 2,562 34 | 5 | 8,930 61 | 4.576 66 | 5 | 9,756 70 | 5,462 50 |
| 6 | 3,359 23 | 3,074 81 | 6 | 10,716 74 | 5,491 99 | 6 | 11,708 04 | 6,555 00 |
| 7 | 3,919 10 | 3,587 28 | 7 | 12.502 86 | 6,407 32 | 7 | 13,659 38 | 7,647 50 |
| 8 | 4,478 98 | 4.099 75 | 8 | 14,288 98 | 7,322 65 | 8 | 15,610 72 | 8,740 00 |
| 9 | 5,038 85 | 4,612 22 | 9 | 16,075 10 | 8,237 98 | 9 | 17,562 06 | 9,832 50 |

# D. Tablice zamiany wag.

**27. Tablica zamiany pudów i funtów na kilogramy i odwrotnie.**

| Pudy | kg. | Funty | kg. | Kg. | pudów | funtów |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 16,381 | 1 | 0,409 52 | 1 | 0.061 05 | 2,4419 |
| 2 | 32,762 | 2 | 0,819 05 | 2 | 0,122 09 | 4,8837 |
| 3 | 49,143 | 3 | 1,228 57 | 3 | 0,183 14 | 7,3256 |
| 4 | 65,524 | 4 | 1,638 09 | 4 | 0,244 19 | 9,7674 |
| 5 | 81,905 | 5 | 2,047 62 | 5 | 0,305 23 | 12,2093 |
| 6 | 98,286 | 6 | 2,457 14 | 6 | 0,366 28 | 14,6512 |
| 7 | 114,667 | 7 | 2,866 67 | 7 | 0,427 33 | 17,0930 |
| 8 | 131,048 | 8 | 3,276 19 | 8 | 0,488 37 | 19,5349 |
| 9 | 147,428 | 9 | 3,685 71 | 9 | 0,549 42 | 21,9768 |

Uwaga. 1 berkowiec = 10 pudów.

**28. Tablica zamiany handlowych wag angielskich na metryczne i odwrotnie.**

| Funty | kilogramów | Kg. | funtów | Quartery | kg. | Ceutnary | kg. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,453 59 | 1 | 2,204 62 | 1 | 12,70 | 1 | 50,8 |
| 2 | 0,907 19 | 2 | 4,409 24 | 2 | 25,40 | 2 | 101,6 |
| 3 | 1,360 78 | 3 | 6,613 86 | 3 | 38,10 | 3 | 152,4 |
| 4 | 1,814 37 | 4 | 8,818 49 | 4 | 50,80 | 4 | 203,2 |
| 5 | 2,267 97 | 5 | 11,023 11 | 5 | 63.50 | 5 | 254,0 |
| 6 | 2,721 56 | 6 | 13,227 73 | 6 | 76,20 | 6 | 304,8 |
| 7 | 3,175 15 | 7 | 15.432 35 | 7 | 88,90 | 7 | 355,6 |
| 8 | 3,628 74 | 8 | 17,636 97 | 8 | 101,60 | 8 | 406,4 |
| 9 | 4,082 34 | 9 | 19,841 59 | 9 | 114,30 | 9 | 457,2 |

# E. Tablice zamiany złożonych jednostek miar i wag.

## a. Jednostki iloczynów wagi i długości (pracy mechanicznej).

### 29. Tablica zamiany stopofuntów angielskich i rosyjskich na kilogramometry i odwrotnie.

| Stopofunty angielskie | kgm | Stopofunty rosyjskie | kgm | Kgm | stopofuntów angielskich | stopofuntów rosyjskich |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,138 25 | 1 | 0,124 82 | 1 | 7,2331 | 8,0115 |
| 2 | 0,276 51 | 2 | 0.249 64 | 2 | 14,4663 | 16,0230 |
| 3 | 0,414 76 | 3 | 0.374 46 | 3 | 21,6994 | 24,0345 |
| 4 | 0,553 02 | 4 | 0,499 28 | 4 | 28,9326 | 32,0460 |
| 5 | 0,691 27 | 5 | 0,624 10 | 5 | 36,1657 | 40,0575 |
| 6 | 0,829 52 | 6 | 0,748 92 | 6 | 43,3988 | 48.0689 |
| 7 | 0,967 78 | 7 | 0,873 75 | 7 | 50,6320 | 56,0804 |
| 8 | 1,106 03 | 8 | 0.998 57 | 8 | 57,8651 | 64,0919 |
| 9 | 1,244 28 | 9 | 1,123 39 | 9 | 65,0983 | 72,1034 |

### 30. Tablica porównawcza różnych jednostek pracy mechanicznej.

| Jednostki porównywane | angielskich | rosyjskich | austryackich | pruskich | szwedzkich |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 kgm = stopofuntów . . . | 7,2331 | 8,0115 | 5,6489 | 6,3724 | 7,9236 |
| 1 stopofunt = kgm . . . . | 0,1383 | 0,1248 | 0,1770 | 0,1569 | 0,1262 |

### 31. Tablica zamiany koni parowych różnych krajów na *MK* metryczne i odwrotnie.

| Konie parowe poszczególnych krajów | Wartość w *MK* metrycznych (75 kgm/sek) dla koni parowych: angielskich | rosyjskich | austryackich | pruskich | *MK* metryczne (po 75 kgm/sek) | Wartość w koniach parowych: angielskich | rosyjskich | austryackich | pruskich |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1.014 | 0,999 | 1,015 | 1,004 | 1 | 0,986 | 1,001 | 0,985 | 0,996 |
| 2 | 2,028 | 1,997 | 2,030 | 2,009 | 2 | 1,973 | 2,003 | 1,971 | 1,991 |
| 3 | 3,042 | 2,996 | 3,045 | 3,013 | 3 | 2,959 | 3,004 | 2,956 | 2,987 |
| 4 | 4,056 | 3.994 | 4,060 | 4,017 | 4 | 3,945 | 4,006 | 3,941 | 3,983 |
| 5 | 5,070 | 4,993 | 5,075 | 5,022 | 5 | 4,932 | 5,007 | 4,927 | 4,979 |
| 6 | 6,083 | 5,992 | 6,089 | 6,026 | 6 | 5,918 | 6,009 | 5,912 | 5,974 |
| 7 | 7,097 | 6,990 | 7,104 | 7,030 | 7 | 6,904 | 7,010 | 6,897 | 6,970 |
| 8 | 8,111 | 7,989 | 8,119 | 8,034 | 8 | 7,890 | 8,012 | 7,882 | 7,966 |
| 9 | 9,125 | 8,987 | 9,134 | 9,039 | 9 | 8,877 | 9,013 | 8,868 | 8,961 |

**32. Tablica porównawcza mocy konia parowego (mechanicznego) w różnych krajach, oraz kilowata i kgm/sek.**

| Jednostki mocy | *MK* metrycznych | koni par. ang. | koni par. rosyjsk. | koni par. austr. | koni par. prusk. | kilowatów | kgm/sek |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *MK* metryczny = 75 kgm/sek. | 1 | 0,986 | 1,0015 | 0,985 | 0,996 | 0,736 | 75 |
| Koń parowy angielski = 550 stopofuntów/sek. | 1,014 | 1 | 1,015 | 0,999 | 1,009 | 0,746 | 76,0 |
| Koń parowy rosyjski = 600 stopofuntów/sek. | 0,998 | 0,985 | 1 | 0 984 | 0,994 | 0,735 | 74,9 |
| Koń parowy austryacki = 430 stopofuntów/sek | 1,015 | 1,001 | 1,016 | 1 | 1,011 | 0,747 | 76,1 |
| Koń parowy pruski = 480 stopofunt/godz. | 1,004 | 0,991 | 1,006 | 0,990 | 1 | 0,739 | 75,3 |
| Kilowat = 1000 watów = 1000 woltamperów | 1,359 | 1,340 | 1,361 | 1,339 | 1,353 | 1 | 101,9 |
| Kilogramometr/sekundę | 0,013 33 | 0,013 15 | 0,013 35 | 0,013 14 | 0,013 28 | 0,009 81 | 1 |

## b. Jednostki ilorazów wagi i długości.

**33. Tablica zamiany rosyjskich: pudów/sażeny, funtów/stopy i funtów/cale na metryczne i odwrotnie.**

| Pudy/sażen | kg/m | Funty/stopę | kg/m | Funty/cal | kg/m | Kg/m | pudów/sażen | funtów/stopę | funtów/cal |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 7.6777 | 1 | 1,3436 | 1 | 16,1232 | 1 | 0,1302 | 0,7443 | 0,062 02 |
| 2 | 15,3555 | 2 | 2,6872 | 2 | 32,2464 | 2 | 0,2605 | 1,4885 | 0,124 04 |
| 3 | 23 0332 | 3 | 4,0308 | 3 | 48.3696 | 3 | 0.3907 | 2,2328 | 0,186 07 |
| 4 | 30,7109 | 4 | 5,3744 | 4 | 64,4928 | 4 | 0,5210 | 2.9770 | 0,248 09 |
| 5 | 38,3887 | 5 | 6,7180 | 5 | 80,6160 | 5 | 0,6512 | 3.7213 | 0,310 11 |
| 6 | 46,0664 | 6 | 8,0616 | 6 | 96.7392 | 6 | 0,7815 | 4,4656 | 0,372 13 |
| 7 | 53,7442 | 7 | 9,4052 | 7 | 112,8624 | 7 | 0,9117 | 5,2099 | 0,434 15 |
| 8 | 61,4219 | 8 | 10,7488 | 8 | 128.9856 | 8 | 1,0420 | 5.9541 | 0,496 18 |
| 9 | 69,0996 | 9 | 12,0924 | 9 | 145,1088 | 9 | 1,1722 | 6.6984 | 0,558 20 |

## c. Jednostki ilorazów wagi i powierzchni (np. ciśnień, prężności, naprężeń i t. p.).

**34. Tablica zamiany: funtów/cal kw. ang. i ros., atmosfer starych i ciśnień w mm sł. rt. na atmosfery nowe, czyli kg/cm².**

| Funty ang./cale kw. | kg/cm² | Funty ros./cale kw. | kg/cm² | Atmosfery stare 760 mm sł. rt. | kg/cm² | Milimetry sł. rt. | kg/cm² |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,0703 | 1 | 0,0635 | 1 | 1,0333 | 1 | 0,001 36 |
| 2 | 0,1406 | 2 | 0,1270 | 2 | 2,0666 | 2 | 0,002 72 |
| 3 | 0,2109 | 3 | 0,1904 | 3 | 3,0999 | 3 | 0,004 08 |
| 4 | 0,2812 | 4 | 0,2539 | 4 | 4,1332 | 4 | 0,005 44 |
| 5 | 0,3516 | 5 | 0,3174 | 5 | 5,1665 | 5 | 0,006 80 |
| 6 | 0,4219 | 6 | 0,3809 | 6 | 6,1998 | 6 | 0,008 16 |
| 7 | 0,4922 | 7 | 0,4444 | 7 | 7,2331 | 7 | 0,009 52 |
| 8 | 0,5625 | 8 | 0,5078 | 8 | 8,2664 | 8 | 0,010 88 |
| 9 | 0,6328 | 9 | 0,5713 | 9 | 9,2997 | 9 | 0,012 24 |

**35. Tablica zamiany kg/cm² na inne jednostki ciśnienia lub t. p.**

| Kg/cm² | fun. ang. cal kw. | fun. ros. cal kw. | atmosfer star. po 760 mm sł. rt. | słupa rt. mm | Wzajemne stosunki jednostek metrycznych |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 14,223 | 15,753 | 0,9678 | 735,5 | 1 kg/cm² = 10 t/m² |
| 2 | 28,445 | 31,507 | 1,9356 | 1471,0 | = 10000 kg/m² |
| 3 | 42,668 | 47,260 | 2,9033 | 2206,5 | = 10 m sł. wodnego |
| 4 | 56,891 | 63,013 | 3,8711 | 2942,0 | = 10000 mm sł. wodn. |
| 5 | 71,114 | 78,767 | 4,8389 | 3677,6 | 1 kg/m² = 1 mm słupa wodnego |
| 6 | 85,336 | 94,520 | 5,8067 | 4413,1 | przy 4° C. Przy 10° C natomiast: |
| 7 | 99,559 | 110,273 | 6,7745 | 5148,6 | 1 mm sł. rt. = 13,5715 mm sł. wody |
| 8 | 113,782 | 126,027 | 7,7422 | 5884,1 | 1 mm sł. wody = 0,07368 mm sł. rt |
| 9 | 128,004 | 141,780 | 8,7100 | 6619,6 | |

**36. Tablica zamiany pudów/sażeń kw. i pudów/stopę kw. na kg/m² i odwrotnie.**

| Pudy saż. kw. | kg m² | Pudy st. kw. | kg m² | Kg m² | pudów saż. kw. | pudów st. kw. | Wzajemne stosunki |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 3,599 | 1 | 176,3 | 1 | 0,2779 | 0,0057 | |
| 2 | 7,197 | 2 | 352,7 | 2 | 0,5558 | 0,0113 | $1\ \frac{\text{pud}}{\text{saż. kw.}} = {}^1/_{49}\ \frac{\text{puda}}{\text{st. kw.}}$ |
| 3 | 10,796 | 3 | 529,0 | 3 | 0,8337 | 0,0170 | |
| 4 | 14,394 | 4 | 705,3 | 4 | 1,1116 | 0,0227 | $1\ \frac{\text{pud}}{\text{st. kw.}} = 49\ \frac{\text{pud.}}{\text{saż. kw.}}$ |
| 5 | 17,992 | 5 | 881,6 | 5 | 1,3895 | 0,0284 | |
| 6 | 21,591 | 6 | 1058,0 | 6 | 1,6673 | 0,0340 | 1 t/m² = 1000 kg/m² |
| 7 | 25,190 | 7 | 1234,3 | 7 | 1,9452 | 0,0397 | 1 kg/m² = 0,001 t/m² |
| 8 | 28,788 | 8 | 1410,6 | 8 | 2,2231 | 0,0454 | |
| 9 | 32,387 | 9 | 1587,0 | 9 | 2,5010 | 0,0510 | |

## d. Jednostki ilorazów wagi i objętości (ciężkości właściwych).

**37. Tablica zamiany funtów ros./cale sześć., funtów ros./stopy sześć. i pudów/sażeń sześć. na kg/l (czyli na ciężkość właściwą) i odwrotnie.**

| Funty ros./cale sz. | kg/l ciężkość wł. | Funty ros./stopy sz. | kg/l ciężkość wł. | Pudy/sażeń sz. | kg/l ciężkość wł. | Kg/l ciężkość wł. | funty ros./cale sz. | funty ros./stopy sz. | pudy/sażenie sz. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 24,99 | 1 | 0,014 46 | 1 | 0,001 687 | 1 | 0,040 01 | 69,14 | 592,9 |
| 2 | 49,98 | 2 | 0,028 93 | 2 | 0,003 373 | 2 | 0,080 03 | 138,28 | 1185,8 |
| 3 | 74,98 | 3 | 0,043 39 | 3 | 0,005 060 | 3 | 0,120 05 | 207,43 | 1778,7 |
| 4 | 99,97 | 4 | 0,057 85 | 4 | 0,006 747 | 4 | 0,160 06 | 276,57 | 2371,6 |
| 5 | 124,96 | 5 | 0,072 31 | 5 | 0,008 433 | 5 | 0,200 08 | 345,71 | 2964,5 |
| 6 | 149,95 | 6 | 0,086 78 | 6 | 0,010 120 | 6 | 0,240 09 | 414,85 | 3557,4 |
| 7 | 174,95 | 7 | 0,101 24 | 7 | 0,011 807 | 7 | 0,280 10 | 483,99 | 4150,3 |
| 8 | 199,94 | 8 | 0,115 70 | 8 | 0,013 493 | 8 | 0,320 11 | 553,14 | 4743,2 |
| 9 | 224,93 | 9 | 0,130 17 | 9 | 0,015 180 | 9 | 0,360 13 | 622,28 | 5336,0 |

**38. Tablica zamiany funtów ros./korzec i funtów ros./czetwierć na kg/l (czyli na ciężkości właściwe) i odwrotnie.**

| Funt. ros. / korzec | kg/l ciężkość wł. | Funt. ros. / czetwierć | kg/l ciężkość wł. | Kg/l ciężkość wł. | funt. ros. / korzec | funt. ros. / czetwierć |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,003 20 | 1 | 0,001 95 | 1 | 312,6 | 512,6 |
| 2 | 0,006 40 | 2 | 0,003 90 | 2 | 625,1 | 1025,1 |
| 3 | 0,009 60 | 3 | 0,005 85 | 3 | 937,7 | 1537,7 |
| 4 | 0,012 80 | 4 | 0,007 80 | 4 | 1250,2 | 2050,2 |
| 5 | 0,016 00 | 5 | 0,009 76 | 5 | 1562,8 | 2562,8 |
| 6 | 0,019 20 | 6 | 0,011 71 | 6 | 1875,4 | 3075,3 |
| 7 | 0,022 40 | 7 | 0,013 66 | 7 | 2187,9 | 3587,9 |
| 8 | 0,025 60 | 8 | 0,015 61 | 8 | 2500,5 | 4100,4 |
| 9 | 0,028 79 | 9 | 0,017 56 | 9 | 2813,0 | 4613,0 |

**Wzajemne stosunki ciężkości właściwych, wyrażonych w układzie metrycznym:**

**1 kg/l = 1 t/m³ = 1 g/cm³**

**1 kg/l = 100 kg/hl = = 1000 kg/m³**

**1 kg/hl = 0,01 kg/l = = 10 kg/m³**

## e. Ciepłostki rozmaitych układów.

**39. Tablica zamiany ciepłostek angielskich (funto-Farenheitowych) i rosyjskich (funto-Celsiuszowych i funto-Reaumurow.) na ciepłostki metryczne.**

| Ciepłostki | | Ciepłostki | | Ciepłostki | | Ciepłostki | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| funt. ang. Fahrenheit | kg-Cels. | funt. ros. Cels. | kg-Cels. | funt. ros. Reaum. | kg-Cels. | kg-Cels. | funt. ang. Fahrenheit | funt. ros. Celsiusz | funt. ros. Reaumur |
| 1 | 0,2520 | 1 | 0,4095 | 1 | 0,5119 | 1 | 3,968 | 2,442 | 1,953 |
| 2 | 0,5040 | 2 | 0,8190 | 2 | 1,0238 | 2 | 7,936 | 4,884 | 3,907 |
| 3 | 0,7560 | 3 | 1,2286 | 3 | 1,5357 | 3 | 11,904 | 7,326 | 5,860 |
| 4 | 1,0080 | 4 | 1,6381 | 4 | 2,0476 | 4 | 15,872 | 9,767 | 7,814 |
| 5 | 1,2600 | 5 | 2,0476 | 5 | 2,5595 | 5 | 19,840 | 12,209 | 9,767 |
| 6 | 1,5120 | 6 | 2,4571 | 6 | 3,0714 | 6 | 23,808 | 14,651 | 11,721 |
| 7 | 1,7640 | 7 | 2,8667 | 7 | 3,5833 | 7 | 27,776 | 17,093 | 13,674 |
| 8 | 2,0160 | 8 | 3,2762 | 8 | 4,0952 | 8 | 31,744 | 19,535 | 15,628 |
| 9 | 2,2680 | 9 | 3,6857 | 9 | 4,6071 | 9 | 35,712 | 21,977 | 17,581 |

# II. WYNAGRODZENIE ZA PRACE TECHNICZNE.

**Streszczenie postanowień niemieckiego Związku Towarzystw inżynierów i budowniczych.**

## I. Zasady.

1. Poniższe prace wynagradzają się dodatkowo, a więc nie są one objęte sumami, obliczanemi na zasadzie odsetek od kosztu wykonania całej budowli lub t. p.:

a) Zebranie danych, niezbędnych do projektu lub budowy, jako to: wyciągi z katastru, dane statystyczne, pomiary i poziomowanie placu, pomiary budowli istniejących, badanie gruntu, roboty wiertnicze, pomiary wód, rozbiory chemiczne i t. p.

b) Projekty dodatkowe na zlady: ogrzewalne, przewietrzające, wodociągowe, kanalizacyjne, elektryczne, i wogóle dotyczące oświetlenia.

c) Dozór miejscowy nad budowlą, a więc wynagrodzenie dozorców, stróży i t. p.

d) Utrzymanie biura budowlanego, wraz z kosztami druków, odbitek, kosztami zdawania robót i dostaw, a również wraz z kosztami pomiarów, niezbędnych do sprawdzenia rachunku.

e) Wynagrodzenie pomocnika, prowadzącego nadzór nad budową, a w przypadku, gdy pomocnik taki prowadzi jednocześnie nadzór nad kilku budowlami, część tego wynagrodzenia, obliczona w stosunku do czasu zużywanego na daną budowę.

f) W budynkach prace inżynierów do obliczeń statycznych i do urządzeń mechanicznych, a naodwrót w budowlach inżynierskich opracowanie części artystycznej, oraz wynagrodzenia dopraszanych specyalistów.

g) Wybór, kupno albo sprzedaż placów lub budowli, oraz załatwianie kwestyi prawnych.

h) Niezbędne przejazdy.

i) Sporządzenie rysunków budowli wykończonych, wraz z potrzebnymi do tego pomiarami.

2. Poniższe normy wynagrodzenia nie dotyczą: ekspertyz, ocen, rozsądzeń polubownych, obliczeń statycznych, opracowań artystycznych i t. p., które należy wynagradzać w zależności od potrzebnego do nich nakładu czasu i pracy umysłowej, od zawodowego stanowiska wykonawcy, oraz od doniosłości przedmiotu.

3. Za prace, wynagradzane podług czasu na nie zużytego, liczy się;

za pierwszą godzinę 20 marek,
za godziny dalsze po 5 „ .

4. Za każdy rozpoczęty dzień, zużyty na przejazd w obrębie granic państwa, liczy się dzienka 30 marek, niezależnie od właściwych kosztów przejazdu, określonych poniżej, oraz od kosztów przewozu tłomoków i t. p. Gdy przejazd dotyczy kilku budowli, albo nawet kilku interesantów, wynagrodzenie zań oblicza się tylko jednokrotnie i rozdziela w stosunku właściwym na poszczególne budowle, wzgl. interesantów.

5. Wynagrodzenie za pomocników należy doliczać w należytem przystosowaniu do ich stanowiska.

## II. Wynagrodzenie budowniczych.

1. **Zasady.** Wynagrodzenie budowniczego za opracowanie projektu i przeprowadzenie budowy określa się w odsetkach sumy kosztów. Wysokość tych odsetek zmniejsza się, w miarę powiększania się sumy kosztów, a odsetki te ustalono dla pięciu działów, na jakie rozgatunkowano wszelkiego rodzaju budowle. W pierwszych czterech działach odsetki te powiększają się jeszcze o pewną określoną ilość za każde 1% podwyższenia się stosunku kosztów wykończenia budowli do jej kosztów ogólnych, a to podwyższenia względnie do normy podanej w nagłówku tablicy na str. 966.

2. **Działy różnych rodzajów budowli:**

Dział I: Budowle fabryczne i gospodarcze, składownie, spichrze, rzeźnie, ustępy baraki i szklarnie.

Dział II: Budynki mieszkalne lub przeznaczone na stały pobyt ludzi (biura, szpitale i t. p.), nie objęte działem I-ym lub III-im, oraz wiaty targowe.

**8. Tablica wynagrodzenia budowniczych w % kosztów budowy.**

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Odsetki wynagrodzenia dla działów budowli: | | | | | |
| | I | II | III | IV | dla działów 1 do IV | V |
| Koszt budowy nie dosięga *): | Odsetki zasadnicze dla | | | | Nadwyżka na każdy % zwiększenia | Odsetki |
| marek | stosunku kosztów wykończenia do kosztów ogólnych: 20% | 30% | 40% | 50% | % | |
| **1 000** | **6,00** | **9,00** | **12,00** | **15,00** | **0,135** | **21,00** |
| 2 000 | 5,60 | 8,40 | 11,20 | 14,00 | 0,125 | 19,60 |
| 3 000 | 5,30 | 8,00 | 10,60 | 13,30 | 0,120 | 18,60 |
| 4 000 | 5,10 | 7,70 | 10,20 | 12,80 | 0,115 | 17,90 |
| **5 000** | **4,90** | **7,40** | **9,80** | **12,30** | **0,110** | **17,20** |
| 6 000 | 4,80 | 7,20 | 9,60 | 12,00 | 0,108 | 16,80 |
| 7 000 | 4,70 | 7,00 | 9,40 | 11,70 | 0,106 | 16,40 |
| 8 000 | 4,60 | 6,90 | 9,20 | 11,50 | 0,104 | 16,10 |
| 9 000 | 4,55 | 6,85 | 9,10 | 11,40 | 0,103 | 15,95 |
| **10 000** | **4,50** | **6.80** | **9,00** | **11,30** | **0,102** | **15,80** |
| 15 000 | 4,30 | 6,50 | 8,60 | 10,80 | 0,097 | 15,10 |
| 20 000 | 4,10 | 6,20 | 8,20 | 10,30 | 0,093 | 14,50 |
| 25 000 | 4,00 | 6,00 | 8,00 | 10,00 | 0,090 | 14,00 |
| 30 000 | 3,90 | 5,85 | 7,80 | 9,70 | 0,088 | 13,60 |
| 35 000 | 3,80 | 5,70 | 7,60 | 9,50 | 0,086 | 13,30 |
| 40 000 | 3,70 | 5,55 | 7,40 | 9,30 | 0.084 | 13,00 |
| **50 000** | **3,60** | **5,40** | **7,20** | **9,00** | **0,081** | **12,60** |
| 60 000 | 3,50 | 5,25 | 7,00 | 8,70 | 0,079 | 12,20 |
| 70 000 | 3,40 | 5,10 | 6,80 | 8,50 | 0,077 | 11,90 |
| 80 000 | 3·35 | 5,05 | 6,70 | 8,40 | 0,076 | 11,75 |
| 90 000 | 3,30 | 5,00 | 6,60 | 8,30 | 0,075 | 11,60 |
| **100 000** | **3,25** | **4,95** | **6,50** | **8,20** | **0,074** | **11,45** |
| 150 000 | 3,10 | 4,70 | 6,20 | 7,80 | 0,070 | 10,90 |
| 200 000 | 3,00 | 4,50 | 6,00 | 7,50 | 0,067 | 10,50 |
| 250 000 | 2,90 | 4,30 | 5,80 | 7,20 | 0,065 | 10,10 |
| 300 000 | 2,80 | 4,20 | 5,60 | 7,00 | 0,063 | 9,80 |
| 350 000 | 2,75 | 4,10 | 5,50 | 6,90 | 0,062 | 9,65 |
| 400 000 | 2,70 | 4,00 | 5,40 | 6,80 | 0,061 | 9,50 |
| **500 000** | **2,65** | **3,90** | **5,30** | **6,60** | **0,059** | **9,25** |
| 600 000 | 2,60 | 3,80 | 5,20 | 6,40 | 0,058 | 9,00 |
| 700 000 | 2,55 | 3,75 | 5,10 | 6,30 | 0,057 | 8,85 |
| 800 000 | 2,50 | 3,70 | 5,00 | 6,20 | 0,056 | 8,70 |
| 900 000 | 2,45 | 3,65 | 4,90 | 6,10 | 0,055 | 8,55 |
| **1 000 000** | **2,40** | **3,60** | **4,80** | **6,00** | **0,054** | **8,40** |
| 1 250 000 | 2,30 | 3,45 | 4,60 | 5,80 | 0,052 | 8,10 |
| 1 500 000 | 2,20 | 3,30 | 4,45 | 5,60 | 0,050 | 7,80 |
| 2 000 000 | 2,10 | 3,20 | 4,30 | 5,40 | 0,049 | 7,50 |
| 2 500 000 | 2,05 | 3,10 | 4,15 | 5,20 | 0,047 | 7,25 |
| 3 000 000 | 2,00 | 3,00 | 4,00 | 5,00 | 0,045 | 7,00 |
| 4 000 000 | 1,95 | 2,95 | 3,90 | 4,90 | 0,044 | 6,85 |
| **5 000 000** | **1,90** | **2,90** | **3,80** | **4,80** | **0,043** | **6,70** |
| 6 000 000 | 1,85 | 2,85 | 3,70 | 4,70 | 0,042 | 6,55 |
| 7 000 000 | 1,80 | 2,80 | 3,65 | 4,60 | 0,041 | 6,40 |
| **10 000 000** | **1,75** | **2,70** | **3,55** | **4,50** | **0,040** | **6,30** |

*) Gdy wynagrodzenie obliczone podług sumy istotnej jest mniejsze od obliczonego podług najbliższej, niższej sumy podziałowej (podanej w tej rubryce), to obowiązuje większe z tych dwóch wynagrodzeń.

Dział III: Kościoły, kaplice i budowle cmentarne. Szkoły wyższe, akademie, muzea i biblioteki (książnie). Teatry i gmachy koncertowe. Giełdy. Ratusze i gmachy sejmowe. Budowle pomnikowe.

Dział IV: Pomniki, groty, altany, zdroje i ławki. Ołtarze, kazalnice i t. p. Urządzenia zdobnicze w całości, a więc o ile nie są objęte działem V.

Dział V: Sprzęty domowe i wogóle przedmioty sztuki stosowanej.

## 4. Sposób obliczenia. Przykład.

Dom mieszkalny (a więc dział II), koszt ogólny 100000 marek, z tego wykończenie 45000 marek, a zatem stosunek wzajemny 45%, czyli 15% wyżej normy (30%). Z tablicy mamy: 4,95%, oraz nadwyżkę 0,074% na każdy % zwiększenia się stosunku ponad normę. Odsetka wynagrodzenia będzie zatem:

$$4{,}95 + 15 \cdot 0{,}074 = 6{,}06\%,$$

a wynagrodzenie ogólne:

6,06% od 100000 mar. = 6060 mar.

**5. Podział wynagrodzenia.** Jeżeli jednak suma nacenu (kosztorysu) i suma sprawdzonych rachunków nie będą jednakowe, to wynagrodzenie za projekt i nacen oblicza się podług sumy nacenionej, za prowadzenie budowy natomiast podług rzeczywistej sumy kosztów. Na poszczególne czynności zaś rozdzielamy obliczoną odsetkę wynagrodzenia podług zestawienia poniższego, które wyraża w % część normy ogólnej, przypadającą na daną czynność:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Projekt** | a) Szkic | 10% | 30% | 40% | 100% |
| | b) Projekt | 20% | | | |
| | c) Nacen (kosztorys) | 7% | 10% | | |
| | d) Opis techniczny | 3% | | | |
| **Wykonanie** | e) Rysunki wykonawcze | 20% | 40% | 60% | |
| | f) Rysunki szczegółów | 20% | | | |
| | g) Prowadzenie budowy | 20% | 20% | | |

**Przykład:** Dom mieszkalny (dział II), naceniony na 100000 mar., z których 45000 mar. na wykończenie, a więc stosunek 45%, czyli nadwyżka 15%, jak w przykładzie z pod 4. Odsetka wynagrodzenia byłaby 6,06%, a samo wynagrodzenie 6060 mar., z których za cały projekt liczy się 40%, czyli 2424 mar.

Suma istotna okazała się wyższą, a mianowicie 120000 mar., z których 60000 mar. na wykończenie, co daje stosunek wzajemny 50%, czyli o 20% większy ponad normę stosunku (30%). Mamy z tablicy: odsetkę zasadniczą 4,70%, a nadwyżkę 0,07%. Odsetka całkowitego wynagrodzenia będzie zatem:

$$4{,}70 + 20 \cdot 0{,}07 = 6{,}1\%.$$

Wynagrodzenie całkowite byłoby zatem:

6,1% od 120000 mar. = 7320 mar.,

z którego na samo prowadzenie budowy wypada 60%, czyli 4392 mar.

Całkowite wynagrodzenie za projekt i prowadzenie budowy, w danym przypadku wyraziłoby się wzorem:

$$\frac{100000}{100}(4{,}95 + 15 \cdot 0{,}074)\,0{,}40 + \frac{120000}{100}(4{,}70 + 20 \cdot 0{,}07)\,0{,}60 = 6816 \text{ mar.}$$

## III. Wynagrodzenie inżynierów.

Prace inżynierów, o ile dotyczą budynków zwykłych, wynagradzają się podług stawek, podanych powyżej pod II dla budowniczych. Wynagrodzenie za prace czysto inżynierskie, zależnie od rodzaju pracy, oblicza się w sposób czworaki, a mianowicie:

1) podług odsetek sumy kosztów;
2) podług jednostek długości;
3) podług jednostek powierzchni;
4) podług czasu zużytego na daną pracę.

**Podział stawki.** Dana stawka rozdziela się na czynności poszczególne podług zestawienia poniższego:

| Wyszczególnienie prac | Część stawki, przypadająca na daną pracę, w % stawki. |
|---|---|
| a) Szkic i ocena kosztów . . . . . | } 25 |
| b) Projekt . . . . . | |
| c) Nacen (kosztorys szczegółowy) . . . . . | 30 |
| d) Opis techniczny . . . . . | 5 |
| e) Rysunki wykonawcze . . . . . | 10 |
| f) Nadzór nad wykonaniem . . . . . | 30 |

### A. Wynagrodzenie podług odsetek sumy kosztów.

Wysokość odsetki zależy od działu, do którego zalicza się dana robota, a dla każdego z tych czterech działów stawka zmniejsza się w miarę powiększania się sumy, jak to uwydatnia tablica na str. 969.

#### 1 Działy budowli inżynierskich.

Dział I: Drewniane ściany wsporcze, oraz mury wsporcze i odzieżowe. Mosty nieruchome do 10 m rozpiętości. Zwykłe przepusty, upusty i jazy. Wszelakie roboty ziemne, wraz z rozsadzaniem skał. Wzmocnienia brzegów faszynami, wikliną, oskałowaniem lub brukiem. Pogródki prowadzące wodę i porty, lecz bez budowli. Zwykłe drogi. Sieci przewodów elektrycznych i wodociągowych.

Dział II: Niezawiłe stacye kolejowe, posiadające po więcej niż po dwie bocznice na każdy tor główny, mniejsze bowiem stacye co do wynagrodzenia zaliczają się do szlaku kolejowego, za który znów wynagrodzenie oblicza się z km. Podziemne zbiorniki na ciecze. Mosty nieruchome, 10 do 30 m rozpiętości. Kanalizacye i odwodnienia miast. Zawilsze upusty, przepusty i jazy stałe, oraz prostsze jazy ruchome. Budowle fabryczne wraz z urządzeniem mechanicznem. Promy zwykłe. Regulacye rzek, kanały spławne i porty wraz z przynależnemi budowlami zwykłemi i szluzynami. Gazownie, ich przynależności. Posadowienia z wyjątkiem posadowień pod powietrzem sprężonem i w gruncie zamrażanym. Złady ogrzewcze i przewietrzające, elektryczne, wodociągowe, ściekowe i gazowe. Proste zeskłady w budynkach. Urządzenia do pozyskania, czyszczenia i zebrania zapasów wody i do jej rozprowadzania na cele przemysłowe i inne, a więc mniejsze przetamowania dolin, czerpanie wody i t. p. Zbożownie mechaniczne (silo). Drogi trudniejsze. Nadbrzeżne mury wsporcze, o trudniejszem posadowieniu. Tunele w wykonaniu mniej zawiłe.

Dział III: Zawilsze stacye kolejowe i tory przyłączne. Nadziemne zbiorniki na gaz i wodę, oraz akwedukty. Mosty ruchome i podwójne. Zawilsze zeskłady w budynkach. Ukośne mosty sklepione z ciosów, które trzeba poszczególnie obrysowywać. Mosty ponad 30 m rozpiętości lub ustroju trudniejszego. Promy podpociągowe. Posadowienia pod powietrzem sprężonem, oraz w gruncie zamrażanym Pochylnie. Podnośnice statków. Zawilsze przepusty pogrodowe, okręciarnie, oraz doki pływające i zwykłe. Przetamowania większych dolin. Wysokie wiadukty. Tunele bardziej zawiłe. Jazy ruchome, trudniejszego ustroju.

Dział IV: Złady maszynowe wszelakiego rodzaju, a więc: Złady do przeróbki odpadków, na wykończalnie tkanin (apretura), do odczyszczania rudy i wogóle mechaniczne urządzenia kopalniane i kuźnicze. Kotły i silniki parowe, wraz z przynależnościami (przewodami, przegrzewaczami, skraplaczami i t. p.). Dźwigi i podnośnice Kąpiele. Pogłębiarki. Złady elektryczne i na przesył pracy powietrzem sprężonem. Kuchnie i pralnie. Odlewnie, kotlarnie i wytwornie maszyn. Złady do wiercenia skał, do obróbki drzewa i papiernicze Urządzenia przynależne do silników wodnych. Silniki wszelkiego rodzaju. Pompy, sprężarki, dmuchawy i przewietrzniki. Mechaniczne urządzenia rolnicze. Mleczarnie, młyny, słodownie, gorzelnie, browary i cukrownie. Cementownie, koksiarnie i wogóle urządzenia piecowe do celów przemysłowych. Pędnie wszelkiego rodzaju. Tłoczarki. Przyrządy przewozowe i statki. Złady przędzalnicze i tkackie. Suszarnie i wogóle wszelkie urządzenia i złady czysto mechaniczne.

## 2. Tablica wynagrodzenia inżynierów w % kosztów budowy.

| Suma kosztów *) nie dosięga marek | Dział I | II | III | IV | Suma kosztów *) nie dosięga marek | Dział I | II | III | IV |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 000 | 8,0 | 12,0 | 16,0 | 16,0 | 200 000 | 3,4 | 5,2 | 7,5 | 5,5 |
| 10 000 | 6,7 | 10,5 | 13,4 | 13,4 | 300 000 | 3,2 | 4,8 | 6,8 | 4,9 |
| 20 000 | 5,8 | 8,7 | 11,7 | 11,7 | 400 000 | 3,2 | 4,6 | 6,4 | 4,6 |
| 30 000 | 5,3 | 7,9 | 10,6 | 10,6 | 500 000 | 3,2 | 4,4 | 6,5 | 4,4 |
| 40 000 | 4,9 | 7,4 | 9,9 | 9,9 | 600 000 | 3,2 | 4,3 | 5,6 | 4,3 |
| 50 000 | 4,7 | 7,0 | 9,5 | 9,3 | 700 000 | 3,1 | 4,2 | 5,3 | 4,2 |
| 60 000 | 4,5 | 6,8 | 9,2 | 8,8 | 800 000 | 3,1 | 4,1 | 5,2 | 4,1 |
| 70 000 | 4,3 | 6,5 | 9,0 | 8,4 | 900 000 | 3,0 | 4,1 | 5,1 | 4,1 |
| 80 000 | 4,1 | 6,3 | 8,8 | 8,0 | 1 000 000 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 4,0 |
| 90 000 | 4,0 | 6,2 | 8,6 | 7,7 | 2 000 000 | 2,7 | 3,6 | 4,5 | 3,6 |
| 100 000 | 3,9 | 6,0 | 8,5 | 7,3 | 3 000 000 | 2,4 | 3,2 | 4,0 | 3,2 |
| 150 000 | 3,5 | 5,6 | 7,9 | 6,2 | | | | | |

## B. Wynagrodzenie za prace obliczane podług jednostek długości.

Ten sposób obliczenia stosuje się głównie do dróg, tam, kanałów i kolei. Zależnie od trudności terenu i zawiłości projektu, liczy się wynagrodzenie za każdy km:

drogi, tamy lub grobli po 800 do 2400 marek;

kanału lub kolei po 1200 do 3600 marek.

Stawki powyższe obejmują w sobie wynagrodzenie za prace przedwstępne i za projekt ostateczny.

**Do prac przedwstępnych** zaliczamy: objazd szlaku, wrysowanie szlaku w mapy istniejące, zazwyczaj w mapy wydawane przez sztab generalny, wykreślenie przekroju podłużnego na zasadzie uskutecznionego poziomowania, opis techniczny, wreszcie ocena kosztów.

**Do projektu szczegółowego** zaliczamy: sporządzenie planu bądźto na zasadzie map istniejących, bądźto z ich dopełnieniem, bądźteż wreszcie wyłącznie na zasadzie pomiarów dokonanych: przekrój podłużny i niezbędne przekroje poprzeczne; projekty normalne budowli częściej się powtarzających; wrysowanie budowli w plan i w przekroje; opis techniczny i nacen (kosztorys).

Projekty budowli, nie dające się wykonać podług projektów normalnych, wynagradzają się dodatkowo na zasadzie odsetek sumy ich kosztów, zgodnie z danemi poprzedniego rozdziału A.

## C. Wynagrodzenie za prace obliczane podług jednostek powierzchni.

Ten sposób obliczenia stosuje się przeważnie do projektów zabudowania miast, oraz do projektów nawadnień i odwadnień rolnych. Zależnie od trudności miejscowych i zawiłości projektu liczy się wynagrodzenie za każdy hektar:

w projektach zabudowania miasta 20 do 60 marek;

w projektach na nawadnianie i odwadnianie roli po 30 do 90 marek.

Projekt zabudowania miasta obejmuje: szkic z oceną kosztów i opisem, oraz projekt szczegółowy, lecz bez nacenu (kosztorysu), a jeśli żądanem jest wykonanie tylko pierwszej części prac powyżej wspomnianych, to wypada na nią połowa owego wynagrodzenia.

*) Gdy wynagrodzenie obliczone podług sumy istotnej jest mniejsze od obliczonego podług najbliższej, niższej sumy przedziałowej (podanej w tej rubryce), to obowiązuje większe z tych dwóch wynagrodzeń.

# III. PATENTY NA WYNALAZKI *).

## I. Rys historyczny.

Zaczątek praw patentowych znajdujemy w przywilejach, jakie król angielski nadawał na wyłączny ozysk pomysłów i wynalazków; Anglia też była pierwszym państwem, posiadającem prawo, dotyczące patentów. Pierwotnie król, na mocy prawa zwyczajowego, udzielał wszelkich przywilejów w drodze łaski tak, że nawet wynalazca nie mógł prawnie wymagać wydania mu przywileju. Parlament uchwałą z roku 1623 ograniczył prawa królewskie na wydawanie przywilejów wogóle, pozostawiając jedynie przywileje na wprowadzenie i ozysk nowych wynalazków, a więc było to pierwsze prawo, dotyczące patentów na wynalazki. Podług tego prawa było obojętnem, czy wynalazek zrobił sam starający się o patent, czy też zaczerpnął go z zagranicy. Chodziło tylko o wzbogacenie przemysłu krajowego przez nadanie starającemu się o patent prawa do wyłącznego ozyskiwania wynalazku.

We Francyi cechy dały początek prawu patentowemu. Pierwotnie wszelki wynalazek stawał się własnością tego cechu, w którego zakres wchodził. W miarę jednak powstawania nowych cechów okazało się, że w jednym i tym samym wynalazku zainteresowanych było kilka cechów, z których każdy czuwał zazdrośnie nad zachowaniem przepisanych granic swych zdobyczy przemysłowych. Wynikające stąd sprzeczki i niesnaski skłoniły wreszcie rząd francuzki do odebrania cechom prawa ozysku wynalazków i do przelania tych praw na tego, który się o ich przyznanie starać będzie. Współudział rządu polegał tutaj jedynie na udzieleniu patentu na wynalazek, bez wszelakiej rękojmi, czy ów wynalazek był istotnie nowym, oraz czy zgłaszający się o patent był rzeczywiście właścicielem wynalazku.

Stany Zjednoczone Ameryki Północnej, wzorując się na prawie angielskiem, wprowadziły jednak zasadę, że patent należy przyznać dopiero po stwierdzeniu nowości i użyteczności wynalazku.

Zasady tych trzech praw patentowych są wątkiem, na którym rozwijały się prawa patentowe państw kulturalnych: Francya i inne państwa romańskie pozostały przy starem prawie francuskiem; natomiast inne państwa poszły raczej śladem Stanów Zjednoczonych i ustanowiły tak doskonałe prawa patentowe, jakie spotykamy obecnie, np. w Niemczech, Austryi, Szwecyi, Norwegii, Danii i Rosyi.

Prawa patentowe poszczególnych państw kształtowały się i rozwijały bądźto na jednej, bądźteż na drugiej z poniższych dwóch zasad: 1) udzielanie patentów bez sprawdzania nowości wynalazku i 2) udzielanie patentów dopiero po uprzedniem sprawdzeniu nowoś-

*) Rozdział niniejszy dla Technika opracował inż. Kazimierz Ossowski, właściciel biur patentowych w Berlinie i w Petersburgu.

ci wynalazku i jego nadawania się do opatentowania. Te dwie zasady główne uległy następnie jeszcze pewnym odmianom.

## II. Zasady udzielania i ozysku patentów.

1. Udzielanie patentów **bez uprzedniego sprawdzania** tak nowości wynalazku, jakoteż czy nadaje się on wogóle do patentowania, ustanowiono we większości państw romańskich, do których w pierwszym rzędzie można zaliczyć Francyę, Włochy, Belgię, Hiszpanię i Portugalię, następnie państwa romańskie Ameryki. W państwach tych istnieją tylko pewne przepisy co do formy zgłaszania się o patent, przy których zachowaniu, patent zostaje udzielony. Kwestyę zaś, czy starający się o patent miał do tego prawo, jak również kwestyę nowości, jednolitości wynalazku i t. p. rozstrzygają sądy po wniesieniu skargi przez osobę zainteresowaną. Prawodawca przewiduje wprawdzie powody unieważniające patent, jednakże stwierdzić owe powody można jedynie sądownie.

2. Udzielanie patentów **bez uprzedniego sprawdzania nowości**, jednakże dopiero **po uprzedniem obwieszczeniu** o zgłoszenie się, ustanowiły jedynie Węgry. Obwieszczenia te wzięły początek w Anglii i mają na celu umożliwienie zainteresowanym protestowania przeciw udzieleniu patentu na wynalazek nienowy, na nienadający się do opatentowania, na opisany niejasno lub w sposób, któryby mógł wprowadzać w błąd, wreszcie na nieprawnie przywłaszczony. W przypadku w końcu wspomnianym prawo do protestu przysługuje tylko poszkodowanym. Protestować można w przeciągu 60 dni od obwieszczenia, w którym to okresie czasu opis i rysunek wynalazku wykładają się na widok publiczny. Jeżeli nikt nie wniesie protestu słusznego, następuje wydanie patentu.

3. Udzielanie patentów **po uprzedniem sprawdzeniu** tak **nowości** wynalazku, jakoteż czy jego przedmiot nadaje się wogóle do opatentowania, lecz **bez uprzedniego obwieszczania**, ustanowiono w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej, w Kanadzie, Szwajcaryi, Rosyi i Japonii. Urzędy patentowe, oprócz rosyjskiego, przed wydaniem postanowienia ostatecznego, zawiadamiają wynalazcę o nasuwających się wątpliwościach co do nadawania się wynalazku do opatentowania i dają mu możność zabierania głosu w tej sprawie. O ile wynalazek okaże się nowym i nadającym do opatentowania, następuje wydanie patentu. W przeciwnym zaś razie następuje odmowa udzielenia patentu, przeciw której atoli starający się ma prawo wnieść zażalenie do wyższej instancyi, wzgl. jak w Stanach Zjednoczonych, stopniowo do kilku.

4. Udzielanie patentów **po uprzedniem sprawdzeniu nowości** wynalazku i jego nadawania się do opatentowania, oraz **po uprzedniem obwieszczeniu**, wprowadziło niemieckie prawo patentowe z r. 1877. Śladem tym poszły: Austrya, Dania, Szwecya, Norwegia, Finlandia, i w ostatnim czasie Anglia. W państwach tych, jeżeli sprawdzania wypadną pomyślnie, następuje obwieszczenie i jednoczesne wyłożenie opisu i rysunków na widok publiczny przez czas 2-ch miesięcy.

Z chwilą tego obwieszczenia korzystać może właściciel wynalazku z ochrony patentowej, którą jednak traci, jeżeli patent na mocy słusznego protestu zostanie odmówiony.

Uwaga. Warunkiem rozpoczęcia sprawdzania w przypadkach 3. i 4., a obwieszczenia w przypadku 2., jest forma podania, odpowiadająca przepisom, a zgodność ta sprawdza się uprzednio.

5. **Prawo do uzyskania patentu** przysługuje w jednych państwach tylko samemu wynalazcy, w innych pierwszemu ze zgłaszających się, a żądać patentu mogą zazwyczaj osoby zarówno fizyczne jak i prawne.

6. **Do opatentowania nadają się wogóle** wynalazki nowe i bądźto użyteczne, bądźteż dające się zużytkować w przemyśle. Od opatentowania wyłączają się przeważnie: 1) wynalazki sprzeciwiające się prawom i dobrym obyczajom; 2) odkrycia naukowe; 3) przedmioty spożywcze, lekarstwa i wytwory chemiczne (natomiast sposoby i przyrządy do wytwarzania wspomnianych przedmiotów podlegają zazwyczaj ochronie); 4) wynalazki już opatentowane, albo znane przez ogłoszenie w druku, lub też jawnie w kraju stosowane przed dniem zgłoszenia się. Na mocy traktatów, zawartych pomiędzy Niemcami, Austro-Węgrami, Szwajcaryą i Włochami, oraz na mocy Związku Międzypaństwowego, wynalazcy, zamieszkujący w jednem z odnośnych państw, korzystać mogą z pewnych ulg co do praw pierwszeństwa w państwach pozostałych.

7. **Starania o patent, wymagane papiery i opłata.** Starania o udzielenie patentu może prowadzić zazwyczaj tylko mieszkaniec danego państwa, a zastępca powinien mieć upoważnienie, które w wielu państwach musi być odpowiednio poświadczone. W celu uzyskania patentu należy wnieść do Urzędu Patentowego podanie, wraz z opisem wynalazku, a w razie potrzeby i z rysunkiem, oraz uiścić przepisaną opłatę. Model przedstawia się ponajczęściej tylko na żądanie Urzędu. Opis i rysunek powinny dokładnie przedstawiać przedmiot wynalazku, i być zgodne tak z prawem patentowem, jak i z przepisami Urzędu Patentowego. Opis, a zwłaszcza żądanie patentowe, t. j. streszczenie tego, co ma podlegać ochronie, trzeba starannie tak obmyślić i opracować, aby uzyskać patent w możliwie szerokich granicach i zabezpieczyć się tym sposobem zarówno od naśladownictwa, jak i od wyzyskania idei wynalazku przez osoby postronne.

8. **Patenty dodatkowe** istnieją we wielu państwach, a udzielają się one właścicielowi patentu głównego, a mianowicie na uzupełnienia, które rozszerzają granice pierwotnego patentu. Patenty dodatkowe, podlegające tylko **jednorazowej**, względnie niewielkiej opłacie, zależne są od patentów głównych i razem z nimi tracą swą moc prawną.

9. **Znaczenie patentu.** Właściciel patentu posiada wyłączne prawo ozysku i sprzedaży opatentowanego przedmiotu. Wszelkich naruszeń tego prawa można dochodzić sądownie. Patent można odstąpić osobom innym bądźto w całości, bądźteż na prawach licencyi, a nawet przekazać spadkobiercom.

10. **Patenty utrzymują się w mocy** przez wnoszenie z góry rocznych opłat w terminach określonych, lub opłat za kilka lat odrazu. Wysokości tych opłat podajemy w tablicy na str. 974 i 975. Poza tem prawa patentowe wielu państw wymagają wprowadzenia wynalazku w użycie w obrębie danego państwa w terminie określonym.

11. **Patent traci zazwyczaj moc**: 1) po upływie terminu, na jaki został wydany; 2) skutkiem zrzeczenia się przywileju przez właściciela; 3) wskutek nieopłacenia opłat rocznych w czasie określonym; 4) z powodu niewprowadzenia wynalazku w użycie w przepisanym czasie; 5) przez unieważnienie lub cofnięcie. Skarga o unieważnienie może się wogóle opierać na tem, że wynalazek nie nadawał się do opatentowania, lub na tem, że przywłaszczył go sobie bezprawnie starający się o patent, a w tym przypadku prawo do wniesienia zażalenia przysługuje zazwyczaj wyłącznie tylko poszkodowanemu.

## III. Przegląd praw patentowych w poszczególnych państwach.

1. **Austrya.** Patrz streszczenie pod VI. C.

2. **Anglia.** Patent trwa 14 lat. Opłaty coroczne. Opłatę za pierwsze 4 lata należy wnieść z góry. Można albo wyjednać nasamprzód patent tymczasowy z terminem 6-cio miesięcznym i następnie dopiero starać się o patent ostateczny, albo też starać się odrazu o patent ostateczny. Wprowadzenie wynalazku w użycie nie obowiązuje. Dodatkowych patentów niema. Nowość wynalazku podlega sprawdzaniu, lecz tylko z uwzględnieniem patentów angielskich z ostatnich 50 lat. Upoważnienia zastępcy poświadczać nie potrzeba: podpis dwukrotny (całkowite imię i nazwisko).

3. **Belgia.** Patent trwa 20 lat. Opłaty coroczne. Wprowadzenie wynalazku w użycie w przeciągu 1-go roku od rozpoczęcia ozysku w któremkolwiek z państw zagranicznych i następnie co rok ponawiane. Dodatkowe patenty wydają się. Nowość wynalazku nie podlega sprawdzaniu. Upoważnienia zastępcy poświadczać nie potrzeba.

4. **Dania.** Patent trwa 15 lat. Opłaty coroczne. Wprowadzenie wynalazku w użycie w ciągu pierwszych 3 lat i co rok ponawiane. Dodatkowe patenty wydają się. Nowość wynalazku podlega sprawdzaniu. Upoważnienia zastępcy poświadczać nie potrzeba.

5. **Finlandia.** Patent trwa 15 lat. Opłaty coroczne. Wprowadzenie wynalazku w użycie w ciągu pierwszych 3 lat i co rok ponawiane. Patenty dodatkowe wydają się. Nowość wynalazku podlega sprawdzaniu. Upoważnienie zastępcy musi być poświadczone przez rejenta.

6. **Francya.** Patent trwa 15 lat. Opłaty coroczne. Wprowadzenie wynalazku w użycie w ciągu pierwszych 2 lat i co dwa lata ponawiane. Patenty dodatkowe wydają się. Nowość wynalazku nie podlega sprawdzaniu. Upoważnienia zastępcy poświadczać nie potrzeba.

7. **Hiszpania.** Patent trwa 20 lat. Opłaty coroczne. Wprowadzenie wynalazku w użycie w ciągu pierwszych 3 lat i co rok ponawiane. Dodatkowe patenty wydają się. Nowość nie podlega sprawdzaniu. Upoważnienia zastępcy poświadczać nie potrzeba.

8. **Japonia.** Patent trwa 15 lat. Opłaty coroczne. Wprowadzenie wynalazku w użycie w przeciągu trzech lat i co trzy lata ponawiane. Dodatkowe patenty wydają się. Nowość wynalazku podlega sprawdzaniu. Upoważnienia zastępcy poświadczać nie potrzeba.

9 **Kanada.** Patent trwa nie dłużej niż 18 lat, lecz wydaje się na 6, 12 lub 18 lat, z opłatą z góry za czas zażądany. Patenty wydane na 6 lub 12 lat, można przedłużyć do lat 18. Wprowadzenie wynalazku w użycie w ciągu pierwszych dwóch lat i co rok ponawiane. Patentów dodatkowych niema. Nowość wynalazku podlega sprawdzaniu. Opis musi być podpisany w obecności konsula angielskiego przez samego wynalazcę, który składa rodzaj przysięgi, że jest rzeczywistym wynalazcą.

10 **Niemcy.** Patrz streszczenie pod VI. B.

11. **Norwegia.** Patent trwa 15 lat. Opłaty coroczne. Wprowadzenie wynalazku w użycie w ciągu pierwszych dwóch lat i co rok ponawiane Patenty dodatkowe wydają się. Nowość wynalazku podlega sprawdzaniu. Upoważnienia zastępcy poświadczać nie potrzeba.

12. **Portugalia.** Patent trwa 15 lat. Opłaty coroczne. Wprowadzenie wynalazku w użycie w ciągu pierwszych 2 lat i co rok ponawiane. Patenty dodatkowe wydają się. Nowość wynalazku nie podlega sprawdzaniu. Upoważnienie zastępcy musi być poświadczone przez konsula portugalskiego.

13. **Rosya.** Patrz streszczenie pod VI. A.

14. **Stany Zjednoczone Ameryki Północnej.** Patent trwa 17 lat. Opłata jednorazowa za 17 lat z góry. Wprowadzenie wynalazku w użycie nie jest wymagane. Patentów dodatkowych niema. Nowość wynalazku podlega sprawdzaniu. Zgłosić się o patent można tylko w przeciągu 1-go roku od dnia pierwszego zgłoszenia w którymkolwiek z państw zagranicznych; zgłoszenie późniejsze da patent prawomocny tylko w takim razie, jeżeli patent ten będzie ogłoszony przed wydaniem któregokolwiek z patentów zagranicznych, o który zgłoszono się na przeszło rok przed zgłoszeniem w Stanach Zjednoczonych. Jawne używanie wynalazku w kraju tylko wtenczas jest przeszkodą do uzyskania patentu, jeżeli nastąpiło wcześniej niż na dwa lata przed zgłoszeniem się o patent. Opis musi być podpisany w obecności konsula amerykańskiego przez samego wynalazcę, który składa rodzaj przysięgi, że jest rzeczywistym wynalazcą

15. **Szwajcarya** Patent trwa 15 lat. Opłaty coroczne. Wprowadzenie patentu w użycie nie obowiązuje. Wydają się patenty tymczasowe i ostateczne. Zaleca się uzyskać nasamprzód patent tymczasowy na trzy lata i następnie dopiero zamienić go na ostateczny. Do tego wystarcza przedstawienie dowodu (np. w postaci fotografii lub modelu), że istnieje wykonany przedmiot opatentowanego wynalazku. Przy staraniu się odrazu o patent ostateczny, należy również przedstawić dokładną fotografię wynalezionego przedmiotu. lub też sam przedmiot. Patenty dodatkowe wydają się. Patenty na spo-

## IV. Tablica rocznych opłat paten-

Uwaga: Wartość rozmaitych monet p. str. 939 i nast., Stany

| Państwo | Waluta | Opłaty roczne, a mianowicie | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1-y | 2-gi | 3-ci | 4-ty | 5-ty | 6-ty | 7-y | 8-y | 9-y | 10-y | 11-y | 12-y | 13-y | 14-y |
| Austrya | Kor. | 40 | 50 | 60 | 80 | 100 | 120 | 160 | 200 | 240 | 280 | 360 | 440 | 520 | 600 |
| Belgia | Frs. | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 |
| Dania | Kor. | 25 | 25 | 25 | 50 | 50 | 50 | 100 | 100 | 100 | 200 | 200 | 200 | 300 | 300 |
| Finlandia | M. f. | 30 | 20 | 20 | 40 | 40 | 40 | 50 | 50 | 50 | 60 | 60 | 60 | 70 | 70 |
| Francya | Frs. | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Hiszpania | Pes. | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 |
| Luksemburg | Frs. | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 |
| Niemcy | M. | 30 | 50 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 |
| Norwegia | Kor. | 30 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 |
| Portugalia | Milrs. | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Rosya | Rb. | 15 | 20 | 25 | 30 | 40 | 50 | 75 | 100 | 125 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 |
| Szwajcarya | Frs. | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 |
| Szwecya | Kor. | — | 25 | 25 | 25 | 25 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 75 | 75 | 75 | 75 |
| Turcya | £ tur. | — | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Węgry | Kor. | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 100 | 120 | 140 | 160 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 |
| W. Brytania | £ | za cztery pierwsze lata 20 £ | | | | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| Włochy | Lir. | 40 | 40 | 40 | 65 | 65 | 65 | 90 | 90 | 90 | 115 | 115 | 115 | 140 | 140 |
| Japonia | Jen. | 10 | 10 | 10 | 15 | 15 | 15 | 20 | 20 | 20 | 25 | 25 | 25 | 30 | 30 |

soby nie wydają się. Nowość wynalazku podlega sprawdzaniu; Urząd Patentowy może jednak tylko zwrócić uwagę wynalazcy, że przedstawiony przedmiot nie jest nowym, odmówić zaś patentu z tego powodu nie ma prawa. Upoważnienia zastępcy poświadczać nie potrzeba.

16. **Szwecya.** Patent trwa 15 lat. Opłaty coroczne. Wprowadzenie wynalazku w użycie w ciągu pierwszych 3 lat i co rok ponawiane. Patenty dodatkowe wydają się. Nowość wynalazku podlega sprawdzaniu. Upoważnienia zastępcy poświadczać nie potrzeba.

17. **Węgry.** Patent trwa 15 lat. Opłaty coroczne. Wprowadzenie wynalazku w użycie w przeciągu pierwszych 3 lat i w pewnych terminach ponawiane. Patenty dodatkowe wydają się. Nowość wynalazku nie podlega sprawdzaniu. Upoważnienie zastępcy musi być poświadczone przez konsula austro-węgierskiego.

18. **Włochy.** Patent trwa 15 lat. Opłaty coroczne. Oprócz rocznych opłat pobiera się jeszcze jedna główna opłata — taksa proporcyonalna — która oblicza się w stosunku do ilości lat, na jakie ma być patent wydany. Wprowadzenie wynalazku w użycie w ciągu 1-go roku i co rok ponawiane, jeżeli patent wydany na mniej niż na 6 lat; natomiast w ciągu pierwszych 2 lat i ponawiane co dwa lata, jeżeli patent wydany na 6 lub więcej lat. Patenty dodatkowe wydają się. Nowość wynalazku nie podlega sprawdzaniu. Upoważnienie zastępcy musi być poświadczone przez konsula włoskiego.

## towych w różnych państwach.

Zjednoczone Ameryki Północnej opłat rocznych nie pobierają.

| za rok: 15-y | 16-y | 17-y | 18-y | 19-y | 20-y | Opłaty roczne można wnosić po upływie określonych terminów: | Państwo |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 680 | — | — | — | — | — | W przeciągu 3 miesięcy za dopłatą 10 kor. | Austrya |
| 150 | 160 | 170 | 180 | 190 | 200 | W 1-ym miesiącu bez dopłaty, przez dalsze 5 miesięcy za dopłatą 10 frs. | Belgia |
| 300 | — | — | — | — | — | W przeciągu 3 mies. za dopłatą 20%. | Dania |
| 70 | — | — | — | — | — | W przeciągu 3 mies. za dopłatą 20%. | Finlandia |
| 100 | — | — | — | — | — | W 1-ym miesiącu za dopłatą 5 frs., w 2-im — 10 frs., w 3-im — 15 frs. | Francya |
| 150 | 160 | 170 | 180 | 190 | 200 | W 1-m mies. po mies. term. za dopł. P. 8.<br>W 2-m „ „ „ „ „ „ P. 16.<br>W 3-m „ „ „ „ „ „ P. 24. | Hiszpania |
| 150 | — | — | — | — | — | W przeciągu 3 miesięcy bez dopłaty. | Luksemburg |
| 700 | — | — | — | — | — | W przeciągu 6 tygodni bez dopłaty, przez dalsze 6 tygodni za dopłatą M. 10. | Niemcy |
| 75 | — | — | — | — | — | W przeciągu 3 mies. za dopłatą 20%. | Norwegia |
| 3 | — | — | — | — | — | W przeciągu 30 dni za dopł. 25%.<br>W przeciągu dalszych 30 dni za dopł. 50%. | Portugalia |
| 400 | — | — | — | — | — | W 1-ym mies. za dopł. 10%, w 2-im za dopł. 25%, w 3-im za dopł. 50%. | Rosya |
| 160 | — | — | — | — | — | W przeciągu 3 miesięcy bez dopłaty. | Szwajcarya |
| 75 | — | — | — | — | — | W przeciągu 90 dni za dopłatą 20%. | Szwecya |
| 4 | — | — | — | — | — | | Turcya |
| 500 | — | — | — | — | — | W przeciągu 30 dni bez dopłaty, w przeciągu dalszych 30 dni za dopł. 20 kor. | Węgry |
| — | — | — | — | — | — | W 1-ym miesiącu za dopłatą £ 1, w 2-im £ 3, w 3-im £ 5. | W. Brytania |
| 140 | — | — | — | — | — | W przeciągu 3 miesięcy od końca kwartału terminowego. | Włochy |
| 30 | — | — | — | — | — | W przeciągu 60 dni bez dopłaty. | Japonia |

## V. Umowy międzypaństwowe, dotyczące patentów.

### a. Międzypaństwowy Związek patentowy.

Do Związku międzypaństwowego, patentowego przystąpiły dotychczas: Belgia, Brazylia, Dania, Rzeczpospolita St. Domingo, Hiszpania, Stany Zjednoczone Ameryki Północnej, Francya, Wielka Brytania z Nową Zelandią, Włochy, Japonia, Niemcy, Holandia, Norwegia, Portugalia, Serbia, Szwecya, Szwajcarya i Tunis. Związek ma na celu równouprawnienie wszystkich mieszkańców państw związkowych pod względem uzyskiwania patentów i podobnego rodzaju ochron. Mieszkańcy państw, do związku należących, mają prawo, starać się o patenty w innych państwach związkowych w przeciągu jednego roku, licząc od dnia pierwszego zgłoszenia się, a to przy jednoczesnem zachowaniu praw pierwszeństwa, liczonego od dnia owego pierwszego zgłoszenia. Również rozpoczęcie ozysku wynalazków obowiązuje nie wcześniej jak w przeciągu trzech lat od dnia zgłoszenia się w danem państwie związkowem. Nadto traci moc prawną ogólny zakaz wewozu przedmiotów opatentowanych z jednego z państw związkowych do drugiego.

### b. Umowa między Niemcami, Austro-Węgrami, Włochami i Szwajcaryą.

Umowa, zawarta między Niemcami, Austro-Węgrami, Włochami i Szwajcaryą, nadaje mieszkańcom wspomnianych państw prawo starania się o patenty w państwach, do umowy należących, w przeciągu trzech miesięcy od dnia udzielenia najwcześniej zgłoszonego patentu w jednem z tych państw, przy jednoczesnem zachowaniu praw pierwszeństwa, liczonego od dnia owego pierwszego zgłoszenia. Ozysk wynalazku w jednem z tych państw czyni jego ozysk zbytecznym w państwach pozostałych dla zachowania w nich praw patentowych.

## VI. Streszczenie praw patentowych Rosyi, Niemiec i Austryi.

## A. Rosya.

### 1. Wynalazca i przedmiot patentu.

**a. Prawo do uzyskania patentu** posiada tylko wynalazca lub prawny właściciel wynalazku. Właściciel taki, którym może też być każda osoba prawna, powinien jednak przedstawić piśmienne pozwolenie wynalazcy (p. 2 a. d). Zamieszkujący za granicą musi obrać zastępcę w osobie, osiadłej w obrębie Państwa.

**b, Do opatentowania nadają się** wynalazki i ulepszenia z dziedziny przemysłu i techniki. Przedmiot patentu powinien być nowy, a mianowicie bądźto w całości, bądźto w pewnych częściach, bądźteż wreszcie nową kombinacyą znanych części. Prawo wyklucza od opatentowania: naukowe odkrycia i teorye; przedmioty zagrażające publicznemu porządkowi i moralności; drobne zmiany przedmiotów znanych; wytwory chemiczne; przedmioty spożywcze; środki lecznicze; sposoby i przyrządy do wytwarzania środków leczniczych (natomiast sposoby i przyrządy do wyrobu wytworów chemicznych, oraz przedmiotów spożywczych mogą stanowić przedmiot patentu); przyrządy i środki do obrony kraju na lądzie i morzu (o ile jednak przydatne i dla osób prywatnych, mogą być patentowane, wszakże patent wydany nie ogranicza swobodnego korzystania z wy-

nalazku przez Państwo). Patent nie może być przyznany na wynalazki, które przed złożeniem podania o patent były już ozyskiwane w Rosyi, lub też opisane w literaturze w Rosyi lub zagranicą, względnie opatentowane na imię osoby drugiej. Właściciele zagranicznych patentów mogą jednak otrzymywać w Rosyi patent na ten sam wynalazek, o ile temu pozatem nie przeszkadza warunek co dopiero omówiony.

**c. Patenty dodatkowe.** Właściciel patentu udzielonego, wzgl. wynalazku przedstawionego do opatentowania, może się każdego czasu starać o patent dodatkowy na ulepszenia, lub dalsze sposoby wykonania pierwotnego wynalazku. Patent dodatkowy nie podlega opłatom rocznym, zamiast których płaci się jednorazowo rb. 20 zaraz po przyznaniu patentu; koszty uzyskania patentu dodatkowego są natomiast takie same, jak dla patentu głównego.

**d. Patenty uzupełniające.** Po upływie roku od dnia publikacyi o wydaniu patentu, mogą i osoby postronne otrzymać patent uzupełniający, na którego ozysk niezbędnem jest jednakże zezwolenie właściciela patentu głównego. Wydawanie i utrzymywanie ich w mocy podlega przepisom ogólnym.

## 2. Starania o patent.

### α. Prośba o przyznanie patentu i dołączniki.

**a. Prośba.** Prośba o udzielenie patentu na wynalazek powinna zawierać: miano wynalazku, pełne nazwisko, zawód, oraz miejsce zamieszkania podającego prośbę, spis załączników i wzmiankę o wniesieniu przepisanej prawem opłaty. Prośbę, napisaną w języku rosyjskim, należy skierować do Komitetu dla spraw technicznych we Wydziale przemysłu Ministeryum Handlu i Przemysłu i zaopatrzyć w 2 marki stemplowe po 75 kop., oraz w podpis właściciela wynalazku, wzgl. jego zastępcy.

b. **Opis** wynalazku dzieli się na opis właściwy i na żądania patentowe (predmjet priwilegji), t. j. podane w końcu opisu streszczenie w jednym, lub w kilku punktach tego, co ma podlegać ochronie. Przedmiot wynalazku trzeba opisać tak, aby rzeczoznawca mógł go wykonać, nie uciekając się do przypuszczeń i domysłów. W interesie samego wynalazcy leży przedstawić taki opis, a zwłaszcza takie żądania patentowe, któreby obejmowały nie tylko samą istotę wynalazku, ale i wszelkie możliwe jego odmiany, a to w celu uniemożliwienia naśladownictwa. Opis, w języku rosyjkim, dołącza się w dwóch egzemplarzach, podpisanych przez starającego się o patent, wzgl. przez jego zastępcę; podlega on opłacie stemplowej w wysokości kop. 75 za każdy arkusz jednego egzemplarza.

c. **Rysunek** należy przedstawić również w dwóch egzemplarzach, z których jeden musi być na mocnym papierze rysunkowym, drugi zaś taki sam, albo na kalce płóciennej o wymiarach papieru, wzgl. kalki: 203 × 330, 406 × 330, albo 609 × 330 mm. W odstępie 25 mm od każdego brzegu papieru należy obwieść rysunek czarną linią i w takich też liniach czarnych wykonać cały rysunek. Do oznaczenia poszczególnych części można stosować litery alfabetu rosyjskiego, albo łacińskiego, wreszcie też cyfry arabskie. Figury oddzielne należy ponumerować bieżąco. W obrębie obwódki nie wolno stawiać żadnych napisów, oprócz oznaczenia figur literami: Fig. (po rosyjsku). Rysunki muszą być podpisane przez starającego się o patent, wzgl. przez jego zastępcę a ponad górną linią obwódki umieszcza się jako nadpis nazwisko właściciela wynalazku

**d. Pozwolenie wynalazcy.** Starający się o patent, a nie będący sam wynalazcą, powinien dołączyć w języku rosyjskim pozwolenie wynalazcy, poświadczone rejentalnie w kraju, zagranicą zaś przez konsula rosyjskiego.

**e. Upoważnienie.** poświadczone rejentalnie w kraju, zagranicą zaś przez konsula rosyjskiego, należy dołączyć w razie korzystania z usług zastępcy.

**f. Kopia patentu zagranicznego.** W razie istnienia wcześniejszych patentów zagranicznych, dotyczących tego samego wynalazku, należy dołączyć kopię tego z owych patentów, którego okres trwania kończy się najwcześniej, a mianowicie kopię poświadczoną przez konsula rosyjskiego. A gdy ów patent zagraniczny wydano na imię osoby trzeciej, trzeba dołączyć pozwolenie podobne, jak powyżej pod d.

**g. Opłata.** Kwit Kasy Państwowej na wniesione rb. 30, jest również nieodzownym dołącznikiem prośby.

### β. Postępowanie w sprawach patentowych.

**a. Świadectwa ochronne.** Komitet sprawdza przedewszystkiem, czy prośba wraz z dołącznikami czyni zadość przepisom pod względem formalnym, a jeżeli tak jest w istocie, to wydaje on świadectwo ochronne, na mocy którego, nie tracąc prawa do uzyskania patentu, można podawać wynalazek do publicznej wiadomości, pokazywać

i wykonywać go, przekazywać prawa, wynikające z podania patentowego, na osoby trzecie, wreszcie ostrzegać przed naśladownictwem, jednakże bez prawa otrzymania wyroku sądowego na naśladowcę. O wydaniu świadectwa ochronnego, zarówno jak i o jego unieważnieniu, w razie późniejszego odrzucenia prośby, Komitet podaje do publicznej wiadomości.

**b. Zmiana opisu.** W przeciągu trzech miesięcy od dnia wniesienia podania można uzupełniać i poprawiać opis, żądania patentowe i rysunki, nie zmieniając jednak przez to istoty samego wynalazku.

**c. Badanie wynalazku.** Następnie sprawdza Komitet, czy wynalazek jest istotnie nowy i czy nadaje się do opatentowania, a nadto czy opis i rysunki są dostatecznie jasne i zrozumiałe. Zaznaczamy, że znaczną ilość próśb patentowych Komitet odrzuca jedynie wskutek niedostatecznie jasnego przedstawienia wynalazku.

**d. Przyznanie patentu.** Jeśli przedmiot podany do opatentowania czyni zadość wymaganiom przez prawo przewidzianym, to Komitet przyznaje patent, zawiadamiając o tem starającego się, i wzywając go jednocześnie do oświadczenia (w przeciągu trzech miesięcy) swej zgody na żądania patentowe, ustalone przez Komitet, oraz do przedstawienia kwitu Kasy Państwowej na wpłacone rubli 15 — za 1-szy rok trwania patentu. W razie niezgodzenia się na ustalone przez Komitet żądania patentowe, można podać zażalenie w terminie oznaczonym, również z załączeniem kwitu na rb. 15, wpłacone na rozstrzygnięcie zażalenia. Po wniesieniu opłaty rocznej starający się o patent otrzymuje dokument patentowy wraz z odbitką opisu i rysunku. O wydaniu patentu ogłasza się urzędownie.

**e. Odmowa i zażalenie.** Na otrzymaną odmowę przyznania patentu, którą Komitet powinien uzasadnić, można w przeciągu trzech miesięcy od daty otrzymania odmowy wnieść zażalenie (w dwóch egzemplarzach) do połączonego Komitetu dla spraw technicznych we Wydziale Przemysłu Ministeryum Handlu i Przemysłu: w zażaleniu należy się ograniczyć do odparcia zarzutów, postawionych w odmowie. Jeżeli odmowa nastąpi z powodu niejasnego opisu lub rysunku, to można przedstawić nowy opis lub dokładniejsze rysunki, nie zmieniając jednakże przytem samej istoty wynalazku. Przy zażaleniu trzeba wnieść do Kasy Państwowej rb. 15.

**f. Protest.** Po wydaniu świadectwa ochronnego przysługuje każdemu prawo wniesienia do Komitetu protestu przeciw wydaniu patentu, na zasadzie tego, że wynalazek był już znany, lub poprzednio już stosowany. O nieprawne przywłaszczenie wynalazku przez właściciela patentu wytacza się sprawę przed sąd, a do chwili uprawomocnienia się wyroku wydanie patentu pozostaje w zawieszeniu.

## 3. Prawa i obowiązki właściciela patentu.

**a. Znaczenie patentu.** Przyznanie patentu nie jest jeszcze dowodem ani nowości wynalazku, ani też jego wartości ozyskowej; a nie jest ono też dowodem, że posiadacz patentu jest istotnym wynalazcą, lub jego prawnym następcą. W danym razie o sprawach takich wyrokuje sąd.

Właściciel patentu przez okres jego prawomocności ma wyłączne prawo ozysku i sprzedaży zabezpieczonego wynalazku. Wszelkich naruszeń tego prawa może on dochodzić sądownie z chwilą uzyskania patentu, przyczem może żądać odszkodowania i za czas od dnia ogłoszenia o wydaniu mu świadectwa ochronnego. Patent można odstąpić osobom postronnym bądźto w całości, bądźteż na prawach licencyi, wreszcie może on też przejść na własność spadkobierców. O przepisaniu patentu na imię nowonabywcy trzeba zawiadomić Komitet w podaniu, poświadczonem w obrębie Państwa rejentalnie, a konsularnie zagranicą, oraz z załączeniem kwitu Kasy Państwowej na rb. 6, za ogłoszenie o uskutecznionem przepisaniu patentu.

**b. Czas trwania patentu** ustalono na lat 15 od dnia wystawienia dokumentu patentowego. Jeśli jednak istnieją współrzędne patenty zagraniczne, to trwanie patentu rosyjskiego kończy się jednocześnie z najrychlej upływającym patentem zagranicznym, uzyskanym przed wniesieniem prośby o patent rosyjski, przyczem jednakże wcześniejsze unieważnienie patentu zagranicznego nie unicestwia jednocześnie patentu rosyjskiego. Patent dodatkowy kończy się jednocześnie z patentem głównym.

**c. Utrzymanie prawomocności patentu** zależy od dopełnienia dwóch warunków: 1) Corocznie, z góry, najpóźniej w dzień wystawienia patentu, należy wnosić do Kasy Państwowej opłaty roczne, zestawione w tablicy na str. 974 i 975, a kwity otrzymane przesyłać Komitetowi z prośbą o poświadczenie wpłaty dokonanej. Po upływie terminu można jeszcze wnosić opłaty w przeciągu trzech miesięcy, lecz z karą: za 1-szy miesiąc — 10%, za 2-gi 25%, za 3-ci 50%. Poddani rosyjscy, za przedstawieniem świadectwa ubóstwa, mogą otrzymać zwolnienie od opłat za pierwsze trzy lata.

2) Przed upływem 5 lat od dnia wystawienia patentu trzeba przedstawić Komitetowi urzędowe poświadczenie o tem, że wynalazek czyskuje się w obrębie Państwa, a do podania należy dołączyć odbitkę opisu patentowego. Poświadczenie to wystawia zazwyczaj starszy Inspektor fabryczny, w niektórych razach jednakże inne władze, np. portowe, kolejowe, zarządy rolnictwa i t. p. Otrzymanie poświadczenia zabiera zazwyczaj wiele czasu, zaleca się zatem rozpocząć starania o nie dość wcześnie; niedopełnienie bowiem powyższego wymagania unicestwia patent.

### 4. Utrata patentu.

Patent traci moc: 1) po upływie terminu, na jaki został wydany; 2) wskutek nieuiszczenia opłat rocznych; 3) wskutek nieprzedłożenia na czas dowodu o czysku wynalazku; 4) przez unieważnienie. Sprawę o unieważnienie patentu należy skierować na drogę sądową w przeciągu pierwszych dwóch lat od dnia szczegółowego ogłoszenia patentu. Skargę można oprzeć albo na tem, że pomysł całego wynalazku lub też pewnej jego części nie jest własnością posiadacza patentu, albo też na braku nowości w pomyśle, albo wreszcie na niedostatecznej jasności opisu patentowego. Po upływie dwóch lat patent może być unieważniony jedynie na drodze procesu karnego, t. j. skargi o nieprawne przywłaszczenie.

## B. Niemcy.

### 1. Zgłaszający się o patent i przedmiot patentu.

a. **Prawo do uzyskania patentu** przysługuje pierwszemu z pośród tych, którzy się zgłoszą o jego przyznanie, a czynić to mogą osoby zarówno fizyczne jak i prawne. Osoba zamieszkała zagranicą musi obrać sobie zastępcę osiadłego w obrębie Państwa.

b. Do opatentowania nadają się wynalazki i ulepszenia takie same, jak powyżej opisano pod **A. 1. b.** dla Rosyi, z tą jedynie różnicą, że można otrzymywać patenty i na sposoby lub przyrządy do wytwarzania środków leczniczych, oraz że przyrządy i środki do obrony kraju nie podlegają ograniczeniom jak w Rosyi, wreszcie, że za znane, a więc nienowe, uznają się te pomysły, które są ujawnione w literaturze z ostatnich lat stu, albo jawnie w Niemczech stosowane przed dniem zgłoszenia się o patent, jak również opatentowane w państwie lub zagranicą. Nawet sami właściciele patentów zagranicznych nie mogą otrzymać patentu niemieckiego na tego rodzaju pomysły.

c. Patenty dodatkowe: dokładnie jak w Rosyi (por. powyżej **A. 1. c.**), opłata jednak za nie jest niższa, bo tylko marek 30, zamiast rb. 20.

### 2. Starania o patent.

#### α) Podanie o udzielenie patentu i dołączniki.

a. **Podanie** o patent należy skierować (w języku niemieckim) pod adresem Cesarskiego Urzędu Patentowego w Berlinie, wymieniając nazwisko, zawód i miejsce zamieszkania zgłaszającego się, miano wynalazku, oraz spis dołączników.

b. **Opis** w języku niemieckim, niepodlegający opłacie stemplowej, należy dołączyć w dwóch egzemplarzach, podpisanych przez starającego się o patent, wzgl. przez jego zastępcę. Pozatem wypada się stosować do wskazówek podanych dla Rosyi pod **A. 2. α) b.**

c. **Rysunki** dołącza się w 2-ch egzemplarzach podpisanych, jeden na kartonie, drugi na kalce płóciennej, o rozmiarach: 33 cm wysokości, dla kartonu 21 cm lub 42 cm szerokości, dla kalki płóciennej natomiast szerokości dowolnej. Na rysunku figury należy stawiać pionowo w kierunku wysokości. Rysunki kreślą się w ciemnych liniach czarnych, figury otrzymują numery kolejne, a do oznaczania poszczególnych części można używać cyfr, lub małych liter łacińskich. Rysunek na kalce płóciennej może być wykonany i barwnie, w celu lepszego wyróżnienia poszczególnych części.

d. **Upoważnienie dla zastępcy** nie potrzebuje poświadczenia podpisu, podlega jednak opłacie stemplowej 1,50 M.

e. **Opłata** za zgłoszenie się o patent: Marek 20.

**f. Próbki i modele.** Próbki trzeba dołączać, gdy chodzi o sposoby lub przyrządy do wyrobu nowych wytworów chemicznych, a mianowicie w opieczętowanych buteleczkach o 3-ch cm średnicy i 8-miu cm wysokości. Modele przedstawia się tylko na żądanie.

### β) Postępowanie w sprawach patentowych.

**a. Badanie formalne.** Jeżeli podanie pod względem formalnym nie odpowiada przepisom obowiązującym, to Urząd Patentowy zawiadamia o tem starającego się o patent, wskazując na zauważone niedokładności, które należy natenczas usunąć w terminie wskazanym.

**b. Badanie wynalazku.** Następnie sprawdza znawca Urzędu Patentowego, czy wynalazek nadaje się do opatentowania, a o wyniku tego sprawdzenia Urząd zawiadamia starającego się o patent, wzywając go jednocześnie do dania odpowiedzi, o ile się sprawa odrazu nie załatwia pomyślnie. Niekiedy takie spieranie się Urzędu patentowego z wynalazcą, tak o nowość pomysłu, jak i o treść opisu, może się powtarzać kilkakrotnie, a kończy się ono albo przyznaniem patentu, albo odmową.

**c. Przyznanie patentu.** Jeżeli Urząd Patentowy uzna wynalazek za nadający się do opatentowania, to zarządza obwieszczenie o zgłoszeniu się, oraz wyłożenie opisu z rysunkami na widok publiczny przez dwa miesiące, uprzedzając o tem starającego się o patent, i dając mu w ten sposób możność zażądania, aby ujawnienie to odroczono na 3 do 6-iu miesięcy. Z chwilą ujawnienia tego wynalazku, jego właściciel może już korzystać z praw, wynikających z patentu. W przeciągu dwumiesięcznego okresu wyłożenia opisu z rysunkami trzeba opłacić 1-szą taksę roczną, w wysokości marek 30, a po upływie tego okresu Urząd Patentowy bada ponownie całą sprawę, rozpatruje założone protesty osób trzecich i rozstrzyga sprawę o udzieleniu patentu. Z doręczeniem zawiadomienia o postanowionem wydaniu patentu, stają się płatnemi i dalsze roczne opłaty, jeżeli od chwili podania o patent upłynęło więcej niż rok czasu, gdyż okres trwania patentu liczy się od dnia podania, a opłaty roczne płatne są z góry. Następnie Urząd wystawia dokument patentowy, dołączając do niego odbitkę zatwierdzonego opisu i rysunków, oraz ogłasza urzędownie o udzieleniu patentu.

**d. Odmowa i zażalenie.** Na odmowę patentu, w przeciągu 1-go miesiąca od dnia jej doręczenia, można wnieść zażalenie do Wydziału zażaleń Urzędu Patentowego z załączeniem opłaty marek 20. Gdy uzasadnienie zażalenia wymaga więcej czasu, należy wnieść samo zażalenie możliwie wcześnie, prosząc Wydział o przyznanie późniejszego zroku (terminu) na przedstawienie tegoż uzasadnienia. W zażaleniu można zażądać, aby Wydział wezwał do ustnych objaśnień, na wypadek gdyby bez nich Wydział nie miał mieć zamiaru wydania patentu.

**e. Protest.** W przeciągu dwumiesięcznego okresu wyłożenia opisu i rysunków wolno każdemu założyć protest przeciwko udzieleniu patentu. Protest taki opierać się może albo na tem, że wynalazek nie nadaje się do opatentowania, albo też na zarzucie jego przywłaszczenia. Ze zarzutem przywłaszczenia może jednak wystąpić tylko istotny właściciel wynalazku, a jeżeli jego protest odniesie skutek, to wolno mu w przeciągu miesiąca od dnia doręczenia takiego postanowienia zażądać udzielenia patentu na swoje imię. Patent taki liczy się od dnia obwieszczenia o podaniu odrzuconem. Urząd Patentowy, po rozpatrzeniu protestu, albo odrzuca go, albo też odmawia przyznania patentu, bądźto w całości, bądźteż częściowo. Na postanowienie to każda ze stron ma prawo, w przeciągu miesiąca od dnia jego doręczenia wnieść zażalenie za opłatą marek 20.

## 3. Prawa i obowiązki właściciela patentu.

**a. Znaczenie patentu** jak w Rosyi (p. powyżej A. 3. a.), lecz cesyę na inną osobę należy poświadczyć rejentalnie w państwie, a konsularnie zagranicą.

**b. Czas trwania patentu** ustalono na lat 15, licząc od dnia następnego po dniu wniesienia podania o patent.

**c. Utrzymanie prawomocności patentu** zależy od dopełnienia dwóch warunków:

1) Corocznie, z góry, najpóźniej w rocznicę wniesienia podania, należy uiszczać opłaty roczne, zestawione w tablicy na str. 974 i 975, jedynie z wyjątkiem opłaty za rok pierwszy, którą trzeba wnieść w czasie wyłożenia opisu i rysunku, oraz opłat za te lata następne, przez które przewlekała się sprawa przyznania patentu; opłaty te są bowiem płatne z dniem doręczenia zawiadomienia o przyznaniu patentu. Wszystkie opłaty roczne, za wyjątkiem 1-ej, można wnosić w przeciągu 6-u tygodni od terminu właściwego bez dopłaty, w przeciągu zaś następnych 6-u tygodni za dopłatą marek 10. Niezamożni właściciele patentów, przedstawiający świadectwo ubóstwa, mogą uzyskać odroczenie opłat za 1-szy i 2-gi rok, aż do roku trzeciego.

2) Przedmiot wynalazku należy wykonać w Państwie w przeciągu trzech lat od dnia obwieszczenia o udzieleniu patentu.

**d. Ograniczenia praw, z patentu wynikających**: 1) Osoba, która przed dniem podania o patent używała już w Niemczech wynalazku, wzgl. poczyniła ku temu odpowiednie przysposobienia, może stosować wynalazek dla potrzeb własnego przedsiębiorstwa przemysłowego i nadal, a również prawa te mogą przejść na nowego właściciela tegoż przedsiębiorstwa. 2) Gdy zużytkowanie danego patentu wymaga łącznego stosowania wynalazków, ochronionych niewygasłymi patentami wcześniejszymi, natenczas patent nowoprzyznany nie narusza w niczem praw, wynikających z owych patentów wcześniejszych. 3) Kanclerz Rzeszy, w interesie armii, floty lub dobra publicznego, za odpowiedniem wynagrodzeniem, może również ograniczyć prawa, wynikające z patentu przyznanego.

### 4. Utrata patentu.

Patent traci moc: 1) po upływie terminu, na jaki został wydany; 2) na mocy zrzeczenia się patentu w zawiadomieniu, wystosowanem do Urzędu Patentowego; 3) wskutek niewniesienia na czas którejkolwiek z opłat rocznych; 4) przez unieważnienie lub odebranie patentu. Unieważnieniu podlega patent na wynalazek przywłaszczony lub nienadający się do opatentowania, odebraniu natomiast patent, nieczyskiwany w granicach Państwa po upływie trzech lat od dnia ogłoszenia o udzieleniu patentu. Skargę o unieważnienie z powodu przywłaszczenia można wnosić przez cały czas trwania patentu, z powodu zaś, że wynalazek nie nadawał się do opatentowania, tylko w przeciągu lat 5-iu od dnia wydania patentu.

## C. Austrya.

### 1. Wynalazca i przedmiot patentu.

**a. Prawo do uzyskania patentu** posiada wynalazca lub prawny właściciel wynalazku, a zgłaszać się o przyznanie patentu mogą osoby tak fizyczne jak i prawne. Pracownicy danego przedsiębiorswa są prawnie autorami zrobionych w służbie wynalazków i mają prawo do wynagrodzenia. Zamieszkujący zagranicą powinni mieć zastępcę w osobie osiadłej w Państwie.

**b. Do opatentowania** nadają się wynalazki nowe, a mogące znaleść zastosowanie w przemyśle. Wyłączone są od opatentowania: wynalazki, sprzeciwiające się prawom lub dobrym obyczajom; szkodliwe dla zdrowia, lub mające na celu wprowadzenie ludzi w błąd; przedmioty państwowych monopolów, jako to: tytuń, sól kuchenna, proch strzelniczy i t. p.; artykuły spożywcze; środki lecznicze i dezynfekcyjne, oraz przetwory chemiczne. Jednakże na sposoby i przyrządy do wyrobu wspomnianych wytworów i środków, nie wykluczając monopolowych, można uzyskiwać patenty. Wreszcie nie nadają się do opatentowania wynalazki znane przez publikacyę i druki, lub jawnie w kraju używane przed dniem zgłoszenia się o patent.

**c. Patenty dodatkowe.** Jak w Rosyi. Taksa ostateczna koron 50.

**d. Patenty zależne** są niejako patentami dodatkowemi do patentu głównego, lecz mogą je uzyskiwać nietylko właściciele patentu głównego, lecz i osoby postronne, na zasadach ogólnych. Jednakże ozysk patentu zależnego pozostaje w zależności od zezwolenia właściciela patentu głównego, stąd i jego nazwa.

### 2. Starania o patent.

#### α) Podanie o udzielenie patentu i dołączniki.

**a. Podanie**, podobne jak w Niemczech, należy skierować do Ces. Król. Urzędu Patentowego we Wiedniu.

**b. Opis.** Jak w Niemczech: opis podlega jednak opłacie stemplowej, po 30 halerzy za każdy arkusz.

**c.** Rysunki, jak w Niemczech, nawet wymiary te same, lecz i dla kalki obowiązują wymiary rysunku kartonowego. W odstępie po 2 cm od każdego brzegu arkusza należy obwieść rysunki kreskami czarnemi, tworzącemi obwódkę.

**d. Upoważnienie** zastępcy nie potrzebuje poświadczenia podpisu.

**e. Opłata** za zgłoszenie się o patent koron 30.

f. **Próbki i modele.** Próbki trzeba dołączać, gdy chodzi o sposoby wytwarzania barwników smołowcowych, modele zaś, o ile tego wymaga zrozumienie wynalazku, zbyt zawile się przedstawiającego w samym rysunku.

### β) Postępowanie w sprawach patentowych.

a. **Badanie formalne**, podobne jak w Niemczech.
b. **Badanie wynalazku**, podobne jak w Niemczech.
c. **Przyznanie patentu**, podobne jak w Niemczech. Pierwszą opłatę roczną, koron 40, należy wnieść w przeciągu 3 miesięcy od dnia obwieszczenia o zgłoszeniu się o patent.
d. **Odmowa i zażalenie.** W razie odmowy patentu można wnieść zażalenie, podlegające opłacie koron 20, a to nie później niż w 30 dni od dnia doręczenia odmowy.
e. **Protest, postanowienie o nim i zażalenia**, podobne jak w Niemczech; koszty protestu i zażalenia ponosi jednak strona przegrywająca. Zażalenia, podlegające opłacie koron 20, należy wnieść w przeciągu dni 30 od otrzymania postanowienia.

## 3. Prawa i obowiązki właściciela patentu.

a. **Znaczenie patentu** podobne jak w Rosyi, lecz nawet o udzieleniu licencyi należy zawiadomić Urząd Patentowy. Cesyę należy poświadczyć w państwie przez rejenta, zagranicą zaś przez konsula austro-węgierskiego; nie podlega ona żadnym opłatom dodatkowym.
b. **Czas trwania patentu** ustalono na lat 15, licząc od dnia obwieszczenia o zgłoszeniu się.
c. **Utrzymanie prawomocności patentu** zależy od dopełnienia dwóch warunków:

1) Corocznie, najpóźniej w rocznicę obwieszczenia o zgłoszeniu się, należy uiszczać opłaty roczne, zestawione w tablicy na str. 974 i 975, bez dopłaty, a w razie uchybienia terminu, można, za dopłatą koron 10, uiścić jeszcze w ciągu dalszych trzech miesięcy opłatę zaległą. Niezamożni, zamieszkali w Państwie, mogą uzyskać odroczenie opłat za pierwsze 2 lata.

2) Przedmiot wynalazku należy wykonać w Państwie, w przeciągu lat trzech od dnia obwieszczenia o udzieleniu patentu.
d. **Ograniczenia praw z patentu wynikających**, podobne jak w Niemczech.

## 4. Utrata patentu.

Warunki utraty patentu są podobne jak w Niemczech. Skarga w pierwszej instancyi nie podlega jednak opłacie, a wytoczyć ją można przez cały czas trwania patentu. Apelacyę, podlegającą opłacie koron 50, należy wnieść do Sądu Patentowego we Wiedniu, a to w przeciągu 30 dni od doręczenia wyroku pierwszej instancyi.

## VII. Uzupełnienia.

Już po wydrukowaniu pierwszej części rozdziału o patentach wydano w Anglii i Szwajcaryi nowe prawa patentowe, wprowadzające zasady odmienne. Skutkiem tego ustęp 2. na str. 973, dotyczący Anglii, oraz wiersz trzeci od dołu w tablicy na str. 974 i 975, dotyczący rocznych opłat patentowych w Wielkiej Brytanii, są już bez znaczenia, podobnie i ustęp 15. na 974 i 975, dotyczący Szwajcaryi, a poniżej podajemy dane te podług nowego prawa angielskiego, wzgl. szwajcarskiego.

**Anglia (W. Brytania).** Patent trwa lat 14, można go jednak w razach wyjątkowych sądownie przedłużyć na dalsze 7, względnie 14 lat. Opłaty coroczne, podług poniższego zestawienia. Opłatę za pierwsze 4 lata należy wnieść z góry. Można albo wyjednać nasamprzód patent tymczasowy, z terminem 6-cio miesięcznym i następnie dopiero starać się o patent ostateczny, albo też starać się odrazu o taki patent ostateczny. Wprowadzenie wynalazku w użycie obowiązuje w ciągu pierwszych 4-ch lat i powinno trwać nadal bez przerwy. Patenty dodatkowe wydają się. Nowość wynalazku podlega sprawdzaniu, lecz tylko z uwzględnieniem patentów angielskich z ostatnich 50-ciu lat. Upoważnienia zastępcy poświadczać nie potrzeba: podpis dwukrotny, całkowitem imieniem i nazwiskiem.

**Roczne opłaty patentowe w Anglii (W. Brytanii).**

Za pierwsze 4 lata £ 4, jednorazowo z góry.
Za rok 5-ty do 8-go włącznie, po £ 10 rocznie.
Za rok 9-ty i 10, po £ 15 rocznie.
Za rok 11-ty do 14-go włącznie, po £ 20 rocznie.
W razie uchybienia zroku (terminu) można jeszcze w przeciągu 3-ch miesięcy wnieść opłatę roczną za dopłatą £ 10.

**Szwajcarya.** Patent trwa 15 lat. Opłaty coroczne. Wprowadzenie w użycie obowiązuje w przeciągu pierwszych trzech lat. Patenty tymczasowe zniesiono, wydają się zatem tylko odrazu patenty ostateczne. Przy staraniu się należy przedstawić bądźto dokładną fotografię wynalezionego przedmiotu, bądźteż sam przedmiot. Patenty dodatkowe wydają się. Oprócz patentów na przedmioty można też otrzymać patenty na sposoby. Nowość wynalazku podlega sprawdzaniu. Urząd Patentowy może jednak tylko zwrócić uwagę wynalazcy, że przedstawiony przedmiot lub sposób nie jest nowy, odmówić zaś patentu z tego powodu nie ma prawa. Upoważnienia zastępcy poświadczać nie potrzeba.

Opłaty roczne, podł. tablicy str. 974 i 975, bez zmiany.

---

# IV. OBJAŚNIENIA DOTYCZĄCE ENTROPII.

(Do tomu I str. 1132 i nast.).

Stosując się do życzenia, wyrażonego w kilku krytykach pierwszego tomu Technika, przedstawiamy poniżej dowód bardziej poglądowy na ścisłość określenia miary entropii, pomieszczonego w tomie I str. 1132 i nast., aczkolwiek jasny i ścisły dowód zawierają już w sobie wywody matematyczne, tamże na str. 1133 podane.

Z wywodów tych wynika przedewszystkiem, że, mówiąc w określeniach naszych: „dane ciało w danym stanie“, rozumieć tylko mogliśmy jednakową temperaturę (i ciśnienie) we wszystkich częściach danego ciała, i to nietylko w stanie początkowym i końcowym, lecz i w każdym poszczególnym chwilowym stanie przejściowym. Chcąc to zastrzeżenie, wyrażające się w podanych wzorach matematycznych, uwydatnić i w słownem określeniu miary entropii, możnaby dla ścisłości. np. na str. 1133 we wierszu 8 od dołu, za wyrazami „dane ciało“ dodać wyraz objaśniający: „w całości“, aby zapobiedz mylnemu zrozumieniu owego określenia w tem znaczeniu, jakoby można było poszczególne części danego ciała kolejno sprowadzać z jednego stanu do drugiego stanu przejściowego, a wodę na ten cel zużytą stosować ponownie do zmiany stanu innych części danego ciała. Podobne uzupełnienia wyrazem „w całości“ możnaby również dodać i do pozostałych trzech określeń, t. j. na str. 1134 i 1136. Określenie nasze zatrzymuje w zasadzie swą ważność jednakże i w przypadku, gdy dane ciało w swym stanie początkowym ma temperaturę niejednolitą, a więc rozmaitą w poszczególnych swych częściach. Natenczas, stosując nasze określenie, należałoby atoli owe ciało podzielić na pewną ilość części dostatecznie małych, aby módz zaniedbać różnice temperatury, zachodzące w obrębie każdej takiej

części, poczem do każdej takiej części stosowałyby się nasze określenia zupełnie ściśle. Chcąc jednak otrzymać miarę entropii całego takiego ciała, należałoby zesumować najmniejsze ilości wody cieplikowo doskonałej, zapomocą których moglibyśmy owe poszczególne części danego ciała (lecz każdą z nich w całości) doprowadzić ze stanu początkowego do stanu końcowego, wzgl. do zera bezwzględnego.

Uzupełniwszy tak pewne niedomówienia podanych określeń miary entropii, przystępujemy do właściwego zadania, t. j. do możliwie poglądowego dowodu prawdziwości tych określeń:

Wyobraźmy sobie cylinder z tłokiem w nim przesuwnym, otulony w sposób, któryby bezwzględnie zapobiegał wymianie ciepła między wnętrzem cylindra a otoczeniem; załóżmy nadto, że tak same ścianki cylindra jak i tłok nie wchłaniają ciepła, ani też go z siebie nie wyłaniają. Wnętrze cylindra niechaj będzie wypełnione **czynnikiem** pomocniczym, w postaci gazu bezwzględnie doskonałego. We wnętrze cylindra wprowadzamy następnie naczynie o ściankach niepochłaniających ciepła i tak łatwo dla niego przenikalnych, że temperatury między wnętrzem naczynia i wnętrzem cylindra mogą wyrównywać się prawie natychmiastowo.

W naczynie wprowadzamy dane ciało w danym stanie, doprowadzając uprzednio temperaturę czynnika (przez stosowne przesunięcie tłoka, a więc przez sprężenie lub rozprężenie czynnika) do tej samej temperatury $T_1$, jaką posiada owo ciało. Mamy zatem stany początkowe ciała i czynnika, znamionowane ich temperaturą początkową $T_1$, jednakową we wszystkich cząstkach ciała i czynnika.

Rozprężamy czynnik przez tak powolne wysuwanie tłoka, aby starczyło czasu na każdochwilowe wyrównanie się temperatury w całem wnętrzu cylindra, a więc temperatury czynnika w cylindrze i całego ciała w naczyniu. Postępując w ten sposób dalej, dochodzimy wreszcie do pożądanego stanu końcowego, znamionowanego temperaturą końcową $T_2$ w czynniku i w danem ciele.

Wobec założonej, bezwzględnej nieprzenikalności cieplikowej ścianek cylindra i w założeniu, iż one same ciepła ze siebie nie wyłaniają, mamy we wnętrzu cylindra przebieg ściśle **adiabatyczny**, to znaczy, że suma ilości ciepła $Q$, zawartego w danem ciele, i ilości ciepła $q$, zawartego w czynniku, a więc ilość $Q + q$ podczas całego przebiegu, a więc w każdej chwili, była niezmienna, czyli że w ciągu całego przebiegu było: $Q + q =$ stałej. Wprawdzie następowała wymiana ciepła między ciałem a czynnikiem, a więc zmieniała się i wartość entropii $S$ ciała, i wartość entropii $s$ czynnika, suma jednakże obydwóch tych entropii, t. j. $S + s$, podczas całego przebiegu nie podlegała żadnym zmianom, czyli podczas całego przebiegu było:

$$S + s = \text{stałej}.$$

Przebieg we wnętrzu cylindra jest przebiegiem ściśle odwracalnym: możemy bowiem tłok wsuwać powoli z powrotem i (przez powrotne sprężanie czynnika) przeprowadzić tak sam czynnik, jak i cia-

ło, ze stanu końcowego, poprzez wszystkie kolejne stany pośrednie przebiegu pierwotnego, lecz w kolejności odwrotnej, do pierwotnej temperatury $T_1$, a to bez względu na rodzaj początkowego i końcowego stanu skupienia ciała, gdyż pod tym względem żadnego założenia nie stawialiśmy, nie jest ono bowiem potrzebne. Możnaby conajwyżej zaznaczyć, że jeżeli stan początkowy ciała był stanem krytycznym, w którym następuje zmiana jego stanu skupienia, to dla oznaczenia pożądanego końca wsuwu tłoka miarodajną byłaby nie sama tylko temperatura $T_1$, lecz i prężność, wzgl. ciśnienie, panujące we wnętrzu naczynia.

Ponieważ przebieg był ściśle odwracalny, więc nie może podlegać wątpliwości, że $\int \frac{dQ}{T}$ podczas tego przebiegu istotnie wyraża zmianę entropii ciała, a więc:

$$\int_{T_1}^{T_2} \frac{dQ}{T} = S_2 - S_1 .$$

Ponieważ zaś $S + s =$ stałej, a więc:

$$S_1 + s_1 = S_2 + s_2 ,$$

przeto też: $S_2 - S_1 = s_1 - s_2$, czyli:

$$\int_{T_1}^{T_2} \frac{dQ}{T} = S_2 - S_1 = s_1 - s_2 .$$

Z powyższego wynika, że o ile się zmniejsza entropia ciała podczas przebiegu, o tyleż zwiększa się entropia czynnika. Gdybyśmy znali tę zmianę entropii czynnika, mogłaby ona niezaprzeczenie służyć nam za miarę zmiany entropii ciała. Ponieważ jednak zmiany entropii czynnika nie znamy, więc podług naszego określenia owe chłodzenie rozprężającym się czynnikiem gazowym zastępujemy przez chłodzenie wodą cieplikowo doskonałą w ten sposób, aby dokładnie naśladować omówione poprzednio chłodzenie za pośrednictwem czynnika gazowego. Skoro to uskutecznimy, natenczas przebieg zmiany stanu ciała w naczyniu zawartego niczem nie będzie się różnił od przebiegu poprzedniego, czyli nie straci swej prawdziwości wzór:

$$\int_{T_1}^{T_2} \frac{dQ}{T} = S_2 - S_1 .$$

Jeżeli zaś owe chłodzenie czynnikiem gazowym chcemy naśladować, musimy dane ciało w naczyniu chłodzić wodą cieplikowo doskonałą powoli, t. j. tak, aby, po dodaniu kropelki $dx$ owej wody, ilość ciepła $dQ$ była zabierana z całego ciała, a więc aby jego temperatura miała czas wyrównania się we wszystkich jego częściach, a natenczas wzór powyższy nie straci swej ważności.

Pozostaje jeszcze dopełnić drugiego warunku, a mianowicie takiego, aby ilość wody cieplikowo doskonałej, zużyta na chłodzenie, mogła być istotnie miarą zmiany eutropii, a ten drugi warunek jest równoznaczny z warunkiem zużycia najmniejszej ilości tejże wody. Jeżeli bowiem dla dopełnienia pierwszego warunku, t. j. dla zachowania ważności wzoru powyżej podanego, musieliśmy ową wodę doprowadzać w kropelkach o różniczkowej wielkości $dx$, to, aby zużyć jak najmniej owej wody, musimy każdą taką kropelką $dx$ zabrać możliwie jak najwięcej ciepła, a więc odprowadzić ją dopiero wtenczas, gdy się ona już zagrzeje do możliwie najwyższej w danych warunkach temperatury, a więc do chwilowej temperatury $T$ ciała. Dopełniając zaś tego warunku zużycia najmniejszej ilości wody, dopełniamy jednocześnie i warunku, aby owa ilość wody była zarazem miarą zmiany eutropii ciała, albowiem kropelka wody $dx$, zagrzewając się z $0^0$ do $T^0$, wchłania w siebie ilość ciepła: $Tdx$, która musi być równa ilości ciepła $dQ$, zabranej z ciała. Warunek zużycia możliwie najmniejszej ilości wody cieplikowo doskonałej, na ochłodzenie danego ciała w całości, doprowadza nas zatem bezpośrednio do wzoru:

$$Tdx = dQ, \text{ czyli}$$

$$x = \int_{T_1}^{T_2} \frac{dQ}{T} = S_2 - S_1,$$

czyli do wzoru, wykazującego, że zużyta w tych warunkach ilość $x$ wody cieplikowo doskonałej jest w istocie miarą zmiany entropii danego ciała.

Wywody powyższe będą chyba dostatecznie poglądowym dowodem **ogólnej** prawdziwości określenia miary entropii, podanego w tomie I Technika, ponieważ co do ciała zawartego w naczyniu nie czyniliśmy żadnych założeń ani zastrzeżeń (oprócz, wprawdzie ogółem zmiennej, lecz w całem ciele nawskroś jednolitej temperatury podczas całego przebiegu), tak że określenie nasze zatrzymuje swą moc nawet wtenczas, jeżeli do naczynia wprowadzimy nie jedno ciało, lecz dowolną mieszaninę, dowolnej ilości ciał.

BIBLIOTEKA
Dyrekcji Okręg. Kolei Państwowych
w Lublinie

DYREKCJA OKR. KOLEI PAŃSTW. BIBLIOTEKA CYRĘGOWA W LUBLINIE

# SPISY ALFABETYCZNE. *)

Znaczenie skróceń: bud. = budownictwo; el. = elektrotechnika; górn. = górnictwo; kol. = kolejnictwo; kuźn. = kuźnictwo; miern. = miernictwo; okręt. = okrętownictwo; wodn. = wodnictwo.

## Niemiecko-polski

spis alfabetyczny niektórych, ważniejszych wyrazów technicznych, zawartych w tomach I i II.

**A**bdampf—para odlotowa.
Abfallrohr, Abfallrinne—deszczówka.
Abfälle—odpadki.
Abfallrohrstrang—rura opadna.
Abfuhr von Wärme—ubytek ciepła.
Abgase—odlociny, lecz w silniku spalinowym: wydyszyny.
Abkantmaschine—krawężarka.
Ablasshahn—kurek spustowy.
Ablaufgleis—pochylnia.
Ablesung—przeczyt (miern.).
Abpressschraube—śruba odporowa.
Abreisszünder, elektrischer—elektryczny zapłonnik odrywkowy.
Abrichtmaschine—wyrówniarka.
Abrosten—zerdzewianie.
Abrutschung—osuw.
Abschliesskante—krawędź przymykająca (suwaka); k. przymykana (na cylindrze).
Abscisse—odcięta.
Absolutes Masssystem—bezwzględny układ miar.
Absperrschieber—zasuwa nastawna.
Absperrventil—zawór nastawny.
Absperrvorrichtung—zawieradło nastawne.
Abstecken—wytykanie (linii prostych); wyznaczanie (krzywych) (miern.).
Abstellbahnhof—stacya oporządcza.
Abstich—spust (żeliwiaka lub wielkiego pieca).
Absturzbrücke—zesuwnia, zrzutnia.
Abteufpumpe—pompa pogłębiarska.
Abtropfbehalter—ściekiew; ściekiewka
Abwässer—odcieki, ścieki.
Abweiser—uchylak.
Abzweigstutzen—rozczepka.
Achromatisch—niebarwiący, np. ustrój soczewek.
Achsbuchse—maźnica (całość bez panewek).
Achsdruck—nacisk na oś; n. osi.
Achse—oś; Lenkachse—oś zwrotna (kol.).
Achshalter—widły maźnicowe (kol.).
Achsialdruckkraft—nacisk poosiowy.
Achsialturbine—turbina ośna.
Achslager—panewka.
Adiabate—adiabata.
Admissionsdampf—para świeża.
Aequivalent—równoważnik.
Aggregatform—stan skupienia.
Akkumulator—zasobnik, stadło (ogniwo) wtórne.
Akkumulatorenbaterie—rzesza zasobników.
Akkumulatorraum—zasobnia.
Alhidade—celownica (miern.).
Aluminium—glin.
Amalgam—rtęcień.
Amalgamiert—nartęciony.
Ammoniakwasser—a) woda pogazowa (gaz.); b) woda amoniakowa (czysty rozczyn amoniaku).
Amorph—bezpostaciowy.
Angriffspunkt der Kraft—punkt przytknięcia siły.
Anker—kotwica, kot (żegluga); ściąg, kotew (bud.); twornik (w prądnicy).
Ankerrohr—ściągówka.
Ankerrückwirkung—przeciwwzbudzenie twornikowe.
Ankersegment—zwójka = działka twornikowa.
Anlasser, Anlasswiderstand—opornik rozruszny, rozrusznik.
Anlassfarben—barwy naleciałe.
Anlassmaschine—rozruszarka.
Anlassventil—zawór rozruchowy; z. rozruszny.
Ansatzrohr—wylot, nasadka.
Anschlussbahn—kolej podjazdowa.
Anschlussdose—gniazdo przyłączowe, złączowe (el.).
Anschlussflansch—kołnierz przyłączny.

---

*) Poniżej podajemy właściwy alfabetyczny spis rzeczy z oznaczeniem stronic i z tłomaczeniem poszczególnych wyrazów na rosyjskie i niemiekie, a poprzedzamy go dwoma spisami ważniejszych wyrażeń technicznych, ułożonych alfabetycznie, raz podług wyrazów niemieckich, drugi raz podług rosyjskich, z dodaniem znaczenia polskiego. Wyrazy do spisów wybrano przedewszystkiem ze spisu rzeczy oryginału. Wyrażenia niemieckie zaczerpnięto również z oryginału, a wyrażenia rosyjskie przeważnie z rosyjskiego tłomaczenia podręcznika „Hütte“.

Anschlussstutzen—przyłączka, króciec przyłączny.
Anspannkraft—siła wyprężająca.
Anstrengung—natężanie; wytężanie.
Anstrich—powłoka.
Antifriktionskurve—krzywa antyfrykcyjna, traktorya Huyghens'a.
Antrieb—napęd.
Antriebsmoment—moment napędu.
Antriebsscheibe—koło napędne; krążek napędny.
Arbeit—praca (mech.); robota.
Arbeitseinheit—jednostka pracy.
Arbeitshub—skok roboczy.
Arbeitstakt—suw roboczy.
Arbeitsleiste—przyłga.
Arbeitsmaschinen—robniki, wyrabiarki.
Arbeitsstärke, Leistung—moc.
Arbeitsverhältnis (Getriebe)—przełożenie.
Arbeitsverlust—strata pracy.
Arbeitsverlust, verhältnissmässiger—stratność
Arbeitsvermögen—możność pracy.
Architektur—architektura, budownictwo.
Armatur—armatura, lepiej osprzęt (kotła); oprawa (żarówek i t. p.).
Astatisch—niestateczny, chwiejny.
Astroide—krzywa gwiaździsta.
Asymptote—niemaltyczna.
Asymptotischer Punkt—punkt niedobieżności.
Asynchronmotor—rozprądnik nienadążny.
Aufenthaltstation—postanek, postojnia.
Aufenthaltzeit—postój.
Auflager—opora, poduszka oporowa; stała lub ruchoma (przesuwna, albo przegibna).
Auflagerdruck, Auflagerwiderstand—odpór podpory (opory, poduszki)
Auflagerstein—cios podpoduszkowy.
Auflaufen des Spurkranzes—najeżdżanie obrzeża na...
Aufnehmer, Receiver—pośredek, lepiej przelotnia.
Aufschlag der Zungenspitze (Weiche)—rozsuw śpica iglicowego.
Aufstellgleis—tor zestawczy.
Aufzug—dźwig (bud.); wyciąg (górn.),
Aufzugmaschine, Winde—dźwigarka (bud.); wyciągarka (górn.).
Aufzugskorb—kosz (dźwiga, a w nim klatka).
Ausbeute—uzysk.
Ausblasehahn (Dampfkessel)—kurek spustowy.
Ausdehnung (durch die Wärme)—rozszerzanie (skutkiem ciepła).
Ausdehnung (elastische)—wydłużenie, odkształcenie (sprężyste).
Ausdehnungsgefäss—rozszerzalnik.
Ausdehnungskupplung—sprzęgło suwliwe.
Ausdehnungsmass—wydłuż.
Ausdehnungsverhältniss—ilokrotność rozprężania (pary).
Ausfluss (d. Dampfe u. Gase)—wylot (par i gazów).
Ausfluss (des Wassers)—wypływ (wody).
Ausgehalst—wyoblony.
Ausklinkung—wrąb.
Auskrämpen—wyoblić.
Auskragung, Vorkragung—wysadzenie; wysadzka.
Ausladung—wysięg.
Auslaufraum—wylotnia.
Ausleger—wysięgnica (pozioma); wysięgnik (zastrzał).
Auspuff—wydych.
Auspuffdampf—para wydychowa.
Auspufftopf—garnek wydychowy.
Auspuffventil—zawór wydychowy.
Ausschalter—włącznik (el.).
Ausschalter, selbsttätiger—wyłącznik samoczynny.
Ausschlag—odchylenie; odchył.
Ausschub—wypychanie.
Aussenbahnsteig—wsiad przytorowy.
Aussenfeuerung—palenisko zewnętrzne.
Aussenleiter (el.)—a) przewód zewnętrzny (napowietrzny); b) przewód skrajny.
Aussenpolmaschine (el.)—prądnica o biegunach dośrodkowych.
Aussetzer (Ausfall)—opust wzbuchów; opustka.
Ausstrahlung—rozpromieniowanie.
Ausströmung—wylot (gazów), wypływ (cieczy).
Austauchung = Austauchtiefe—wynur (okręt.)
Ausziehgleis—tor wyciągowy.
Atelier—świetlica (malarska, fotograficzna i t. p.).
Axonometrie—półperspektywa.
Azimut—odpołudnik (miern.).

Backenbohr—gwinciak.
Backenbremse—hamulec klockowy.
Backenschiene—opornica (zwrotówki) (kol.).
Bagger—pogłębiarka (draga); Handbagger—pogłębiacz.
Baggerarbeit—pogłębianie (podwodne).
Bahn—tor; kolej.
Bahnhof—stacya (kolejowa); dworzec (=budynek).
Bahnhofshalle—wiata dworcowa.
Bahnkörper, Erdkörper, Unterbau—poddroże.
Bahnmeisterwagen—wózek drożniczy.
Bahnräumer—odgarniacz
Bahnsteig—wsiad, peron.
Balanceruder—ster odciążony.
Balancier-Maschine—silnik wahaczowy.
Balken—belka; armierter B.—b. podpięta; ausgewechselter B.—b. przejęta.
Balkenanker—kotew.
Ballast—naciąż.
Bandbremse—hamulec taśmowy.
Bandeisen—taśmownik.
Bandsäge—piła taśmowa.
Basalt—bazalt, słupień.
Batterie von Kesseln—rzeszta kotłów.
Baugrund—grunt (budowlany).
Bauholz—budulec.
Baukonstruktionen—ustroje, zeskłady (budowlane).
Baulänge—długość użytkowa.
Baumwollseil—lina bawełniana.
Beanspruchung, zulässige—naprężenie bezpieczne; n. dozwolone.

Beaufschlagung—obszar wlotu (koła wodnego).
Becher-Elevator—podnośnik kubełkowy.
Bedingungsgleichung — równanie warunkujące.
Befestigungsschraube—śruba złączna, lepiej złączcza.
Beharrungszustand—stan ustalenia.
Beize—wytrawa (np. kwas do wytrawiania metali).
Bekleidung (der Ufer-Böschungen)—odzież (brzegów, stoków).
Belageisen—pomostownik.
Belaschen die Schienen—łubczyć szyny.
Belastung, äusserste—obciążenie krańcowe (np. łańcucha).
Belastung, Feder-—nacisk sprężyną.
Belastung, Gewichts- —naciążenie, naciąż.
Belastungslinie—wykresowa obciążeń.
Belebter Motor—silnik żywy.
Benetzter Umfang—obwód podwodny.
Benzin-Motor—silnik benzynowy.
Beobachtungsfehler—błąd spostrzegania.
Bergbau—górnictwo.
Berme—odsada.
Beschleunigung—przyspieszenie.
Beschleunigungsdruck — nacisk (ciśnienie) przyspieszenia.
Beschriftung (der Zeichnung)—powpis.
Bessemerbirne—gruszka besemerowska.
Beton—beton.
Betrieb—ozysk (fabryki, kolei i t. p.); ruch kolejowy.
Betrieb, hin und hergehender—ruch nawrotowy.
Betriebswasser—woda napędna.
Bettungsstoff—podsypka (w podtorzu kolejowem).
Bewegungen, störende—ruchy uboczne (parowozu).
Bewegungsgrösse (*m. v*)—wielkość rozpędu.
Bewegungsschraube—śruba napędna; ś. napędcza.
Biberschwanz—karpiówka; halber B.—półkarpiówka (bud.).
Biegungsfeder—sprężyna giętna.
Biegungsfestigkeit—wytrzymałość na gięcie.
Biegungsmoment—moment gięcia; m. gnący.
Biegungsspannung—gięcie.
Bilge—zęza (okręt.).
Bimstein—pumeks (gąbczak).
Binder—wiązar (bud.).
Bindersparren—krokiew wiązarowa.
Binomialkoefficient—spółczynnik dwumianu.
Binomischer Satz—dwumian Newton'a.
Bituminös—smolnawy.
Blanker Leiter—przewód goły (el.).
Blasrohr—dysza (w dymnicy parowozu).
Blattstoss—złącze na wcios (bud., kol.).
Blech—blacha.
Blechträger—blachownica.
Blindgleis—tor ślepy.
Blitzableiter—odgrom.
Blitzpfeil—godło pioruna (strzałkowate).
Blitzschutzvorrichtung—odgromnik.
Bobine, Drahtspule—zezwój (elektr.).
Bockgestell—oprawa rozsochata (silnika).
Bockkran—suwnica bramiasta.
Bockkran, feststehender—brama z dźwigarką.
Boden, gewachsener—grunt dziewiczy.
Bodeneinsenkung—zapadlina.
Bodenfläche, Erdoberfläche—naziom.
Bördelblech—blacha wywijalna (dająca się wyoblać).
Böschung—stok.
Böschungsarbeiten—roboty stokowe.
Böschungswinkel—kąt zesypu, stoczystość.
Bogen—łuk.
Bogenbrücke—most łukowy.
Bogenhöhe—strzałka łuku.
Bogenlänge—długość łuku.
Bogenlampe—łukówka.
Bogenmittellinie—krzywa pośrodkowa łuku.
Bohnenerz—żelaziak bobiasty.
Bohr—świder (do drzewa); wiertło (tak zwane spiralne, cbociaż właściwie śrubowate); wiertak (zwykły).
Bohrbank—tarczownica.
Bohrhalter—wiertaczysko; wiertlisko; świdrzysko.
Bohrkopf—pięść.
Bohrmaschine—wiertarka.
Bohrrohr—rura wiertnicza.
Bohrspähne—wywierciny.
Bohrstange—wytaczadło.
Bombiertes Wellblech—sklepieniasta blacha falowana (falista).
Boot, offenes—łódź, łódka, czółno.
Bordseite, Backbordseite—lewa strona statku.
Boye—pława (w portach).
Brandmauer—grodziżar.
Braunkohle—węgiel brunatny.
Braunstein—manganiak szary.
Brecheisen—łamak (zamiast „łom“, który ma już kilka innych znaczeń).
Breithacke—czekan.
Breitspurbahn—kolej szerokotorowa (tor rosyjski).
Bremsdynamometr—hamownica (Prony'ego).
Bremse—hamulec.
Bremse, durchgehende—hamulce zespolone.
Bremse, selbsthemmende—hamulec samohamowny.
Bremssersitz—kozioł.
Bremshebel—dźwignia hamulcowa.
Bremsleistung—moc hamowana.
Bremswerk—hamulec.
Brennpunkt—a) ognisko (paraboli i t. p.): b) temperatura zapalności.
Brennstoff—paliwo.
Bronze—spiż, bronz.
Bruch—złom; pęknięcie; złamanie.
Bruch (stücke)—druzg.
Bruchsicherheit — spółczynnik bezpieczeństwa; bezpieczeństwo.
Brückenbahn, Brückenfahrbahn — jezdnia mostu.
Brückenbau—mostownictwo.
Brückenpfeiler—filar (mostowy).
Brückentafel—pomost.
Brückenwage—waga pomostowa.
Brunnenrohr—rura studniarska.

Buckelplatte—blacha nieckowata, albo wypuklasta.
Bügel—pałąk.
Bühne—widnia.
Bürgersteig—chodnik.
Bürste (Dynamo)—zdawa (prądnicy).
Bürstenhalter—grabki (u prądnicy).
Buffer—odbój; zderzak (kol.).
Bufferscheibe—tarcza zderzaka.
Bufferstössel—tłuczek zderzakowy.
Buhne—tama poprzeczna.
Bundmutter—naśrubek z obrzeżem.
Bunker—węglownia (na statku).
Bunsenbrenner—palnik bunzenowski, albo bezświatły.

Calotte—czasza.
Capell-Ventilator—przewietrznik z prądnikiem na osi (ustroju Capell'a).
Carbid—węglik wapnia.
Cementmörtel—zaprawa cementowa.
Cementmörtel, verlängerter—zaprawa półcementowa.
Centralcondensation — skraplanie skupione.
Centrieren (ein Rad)—wyosić.
Centrifugalkraft—siła odśrodkowa.
Centrifugalmoment—moment odśrodkowy.
Centrifugalpendel—wahadło odśrodkowe, w. stożkowe.
Centrifugalpumpe—pompa odśrodkowa.
Centrifugalregulator — miarkownik odśrodkowy.
Centrifugalventilator—przewietrznik odśrod-
Centripetal—dośrodkowy. [kowy.
Centripetalkraft—siła dośrodkowa.
Chabotte—kłodzisko.
Charakteristik (der Dynamomaschine)—znamienna (prądnicy).
Cissoide—cysoida, krzywa bluszczowa, k. bluszczowata.
Clavette (Reibungsprisma)—osadka.
Cohasion—zczepność.
Collimationsaxe—oś wzajemności (mat.).
Communicierende Gefässe—naczynia skojarzone.
Complan—współrówniany.
Componente—składowa.
Compound (Verbund) Dampfmaschine — sprzężony silnik parowy.
Compound-Dynamo = Doppelschlussmaschine—prądnica sprzężona lub bocznikowo-głównikowa.
Compression—sprężanie: spręż (jako miara).
Concav—wklęsły.
Conchoide—konchoida, krzywa muszlowata.
Conchoidenlenker—prostowód konchoidowy.
Conjugirt—sprzężony; skojarzony.
Contact p. Kontakt.
Continuitätsgleichung—równanie nieprzerywalności.
Contraction—zwężenie.
Contremutter—nakrętka.
Convex—wypukły.
Coordinaten—spółrzędne.
Cosinus—dostawa.
Cotangens—dotyczna.
Coulisse—jarzmo; półjazek (obmurze kotł.).
Coulissennullpunkt—punkt martwy jarzma.
Coulissensteuerung—stawidło jarzmowe.
Cykloide—Cykloida.
Cykloidenpendel—wahadło cykloidalne.
Cykloidenverzahnung—zazębienie podług cykloidy.
Cylinder—walec (geom.): cylinder (pompy i t. p.).
Cylinderausrüstung—osprzęt cylindra (armatura).
Cylinderbohrmaschine—wytaczarka.
Cylinderbohrung—drąż (cylindrowa).
Cylinderdeckel—pokrywa cylindra.
Cylindergebläse—dmuchawa.
Cylinderheizung (Dampfm.)—ogrzewek.
Cylinderhuf—kopyto walcowe.
Cylinderkessel—kocioł walcowaty, walczak.
Cylinderkopf—łbica cylindra.
Cylinderreibungskupplung—sprzęgło o walcach ciernych.

Dach—dach, strzecha.
Dachdeckung—krycba, pokrycie dachu.
Dachpappe, Teerpappe—smołowiec.
Dachpfanne—esówka (holendrówka).
Dach-Stiel, Stuhlpfosten—stojec, słup.
Dachstuhl—więźba (dachu, strzechy).
Dachtraufe—okap.
Damm, Auftrag—tama, grobla, nasyp.
Dammkrone—grzbiet tamy.
Dampf—para.
Dampfabsperventil—parowy zawór nastawny.
Dampfcylinder—cylinder parowy.
Dampfdiagramm—wskaza: nakres lub wykres (parowy).
Dampfdom—dzwon parowy.
Dampfdruckübersetzer — pośrednica parowa.
Dampfentnahmerohr—odbiornica.
Dampfhammer—młot parowy.
Dampfhaspel—dźwigarka parowa (górn.).
Dampfheizung—ogrzewanie parowe.
— Hochdruck D—o. p. wysokoprężne.
— Mitteldruck D.—o. p. średnioprężne.
— Niederdruck D.—o. p. nizkoprężne.
Dampfkabel—dźwigarka parowa (górn.).
Dampfkessel—kocioł parowy.
Dampfkessel-Armatur—osprzęt kotła par. (armatura).
Dampfkessel-Dampfraum—przestrzeń parowa (przestrzeń nadwodna) kotła par.
Dampfkessel-Einmauerung—obmurze kotła p.
Dampfkessel-Heizfläche — powierzchnia ogrzewana (ogrzewalna) kotła par.
Dampfkessel-Prüfung — sprawdzanie kotła par.
Dampfkessel-Systeme—ustroje kotłów par.
Dampfkessel-Ueberwachungsverein — stowarzyszenie kotłowe.
Dampfkessel-Untersuchung — badanie kotła par.
Dampfkessel-Wasserraum—przestrzeń wodna, lub podwodna kotła par.
Dampfkolben—tłok parowy.
Dampfkran—żóraw parowy.

Dampfleitung—przewód parowy.
Dampfmantel—ogrzewek.
Dampfmaschine—silnik parowy.
Dampfspindel (Injector)—iglica.
Dampfstrahlapparat—strumiennica parowa.
Dampfstrahlgebläse—dyszak parowy.
Dampfstrahlpumpe—smoczek parowy.
Dampfturbine—turbina parowa.
Dampfüberdruck—nadprężność pary.
Dampfverbrauch—rozchód pary.
Dampfwärme—cieplik pary; ciepło pary.
Daumenrolle — krążek z gniazdkami (k. z ksiukami).
Daumenscheibe—tarcz z ksiukami.
Decke, maasive—strop ogniotrwały, sklepiony, murowany; sufit.
Deckel (Hinter-) seite—strona odkorbowa (silnika).
Deckenanker—belka podniebienna (nad paleniskiem parowozu).
Deckenschalung—podbitka.
Deckplatte—nakładka.
Deckung—przysłonięcie; przysłon.
Decoupirsäge (Schweifsäge)—wyrzynarka.
Deformation—odkształcenie.
Dehnung—wydłużenie.
Deplacement—Verdrängung—wyporność.
Derrickkran—żóraw obrotny z chylnym zastrzałem (wysięgnikiem), żóraw szkocki.
Descartessches Blatt—liść Karteziusza.
Determinante—wyznacznik.
Diagonale—a) przekątnia; b) przekątnik, pręt przekątny (Diagonalstab).
Diagram—wykres; nakres; wskaza.
Dichte—gęstość.
Dichtungsfuge—szczeliwnia.
Dichtungsleiste—przylga.
Dichtungsmaterial—szczeliwo.
Dichtungsring—uszczelka.
Dielektrischer Stoff—nieprzewodnik.
Dielektrizität—nieprzewodność elektryczna.
Dielektrizitatszahl—spółczynnik nieprzewodności.
Differential—różniczka.
Differentialbremse—hamulec różnicowy.
Differentialflaschenzug—wciąg różnicowy.
Differentialgleichung—równanie różniczkowe.
Differentialkolben—tłok różnicowy.
Differentialpumpe—pompa różnicowa.
Diopter—przeziernik; D.-Paar—przeziernica.
Discriminante—wyróżnik.
Distillation: nasse D.—przekraplanie; trockene D.—wygazowanie.
Dochtkohle—węgiel urdzeniony (el.).
Dom (Dampfk.)—dzwon (parowy).
Doppelduowalze—dwudwójka walcarska.
Doppelherzstück — krzyżownica dwudziobowa (kol.).
Doppelhub—dwuskok.
Doppelpunkt—punkt podwójny, lepiej p. zdwojony lub dwoisty.
Doppelschiebersteuerung—stawidło dwoiste (suwakowe); rozrząd suwakami dwoistymi.
Doppelsitzventil—zawór dwusiodłowy.
Doppelsteuerung—stawidło dwoiste.
Doppelt T Eisen, I Eisen—dwuteownik.
Doppeltwirkende Maschine—silnik o działaniu obustronnem.
Dosenlibelle—poziomnica okrągła.
Draht—drut.
Drahtbahn—kolej podrutowa.
Drahtglas—szkło na siatce.
Drahtseil—lina druciana.
Drahtseilantrieb—napęd liną drucianą.
Drahtseilgestänge—żerdziny linowe (góru).
Drahtspule—zwojnica (el.).
Drahtstift—druciak.
Drehachse—oś obrotowa; oś obrotu; oś wirowania; oś kręcenia.
Drehbank—tokarka.
Dreherei—tokarnia
Drehfeld—pole wirujące.
Drehgestell—półwozak (truck).
Drehkante—krawędź obrotu, k. wywrotu.
Drehkran—żóraw obrotny.
Drehkranführer—żórawniczy.
Drehmaschine—pokręcarka.
Drehmoment—moment obrotu; m. skręcający.
Drehscheibe—obrotnica.
Drehscheibengrube—dół obrotnicowy.
Drehschemmel—ława pokrętna (wagonu).
Drehspähne—otoczki, wióry.
Drehspannung—kręcenie.
Drehstrom = Dreiphasenstrom—trójprąd.
Drehstrom-Generator trójprądnica; D.-Motor—trójprąduik.
Drehtür—drzwi (drzwiczki) pokrętne, d. na zawiasach.
Drehungsfeder—sprężyna krętna.
Drehungsfestigkeit—wytrzymałość na kręcenie.
Drehwerk—obracarka (żórawia).
Dreicylindermaschine—silnik trójcylindrowy.
Dreieck—trójkąt.
Dreikant—trójgrań.
Dreikanteisen—trójgrannik.
Dreiphasenstrom—trójprąd.
Dreiphasenstrom-Generator—trójprądnica; D.-Motor—trójprądnik.
Dreiweghahn—kurek rozczepny, lepiej rozczepkowy.
Drempel (Schleuse)—próg.
Drillingsmaschine—silnik trojaczy.
Drosselklappe—przepustnica (tamka).
Drosselspule—tłumica (el.).
Drosselung—dławienie.
Drosselventil—zawór przydławiający.
Drosselvorrichtung—przywieradło.
Druckfestigkeit—wytrzymałość na ciśnienie.
Druckkeil—klin wciskany.
Druckkraft—nacisk, siła cisnąca
Druckpumpe—pompa tłocząca.
Druckregler (Dampf)—miarkownik prężności.
Druckrohr—rura tłoczna, lepiej tłoczcza.
Druckspannung—ciśnienie; prężność.
Druckventil—zawór tłoczny, lepiej tłoczczy.
Druckverlust—strata ciśnienia, s. na ciśnieniu (prężności).
Druckwasser-Aufzug—dźwig hydrauliczny, d. napędzany wodą.

Druckwasser-Hebezeug—dźwignica hydrauliczna, d. napędzana wodą.
Druckwasserkran—żóraw hydrauliczny, ż. napędzany wodą.
Dückdalbe—trójpal (wodnictwo).
Düse—dysza.
Dunstabzug—wywiewnik.
Duowalze—dwójka walcarska.
Durchbiegung—ugięcie (pionowe); przegięcie.
Durchfahrtsgleis—tor przelotowy.
Durchfluss—przepływ (cieczy), przelot (gazu).
Durchgangsventil—zawór przelotowy.
Durchgangswagen—wagon przechodni (z korytarzem na wylot), w. przechodzący (prowadzący do celu bez przesiadania).
Durchgehen einer Maschine—rozbieganie się silnika.
Durchlässigkeit—przesiąkalność (dla cieczy).
Durchlass—przepust (kol.).
Durchlaufende Träger—dźwigary wieloprzęsłowe.
Durchsenknng (einer Zugorganes)—zwisanie (cięgna).
Durchsickerung—przesiąkanie.
Dyn—dyna.
Dynamik—dynamika.
Dynamo—prądnica.
Dynamomaschine mit Sebsterregung—prądnica samowzbudna.
Dynamomaschine mit Sondererregung—prądnica obcowzbudna.

Eckanker (Kessel)—usztywniak (z blachy); ściąg narożny (np. z krągownika).
Eckventil—zawór kątowy.
E-Eisen—ceownik.
Effekt, mechanischer—moc (Nutzeffekt = sprawność).
Eimerwerk—podnośnik kubełkowy.
Eincylinderkessel—kocioł jednowalczasty.
Eincylindermaschine—silnik jednocylindrowy.
Einfachwirkeade Maschine—silnik o działaniu jednostronnem.
Einflammrohrkessel—kocioł jednopłomienicowy.
Einflussfläche—powierzchnia wpływowa.
Einflusslinie—wpływowa (krzywa).
Eingebalst—woblony.
Eingekapselt—oskorupiony.
Eingriffsdauer (Zahnräder)—trwanie wechwy-
Eingriffslinie—linia (krzywa) przyporu. [tu.
Einheit—jednostka.
Einkrämpen—zaoblać, woblać.
Einlage—wkładka; przekładka.
Einpoliger Ausschalter—włącznik jednotorowy.
Einschneiden, vorwärts, rückwärts, seitlich—celowanie, naprzód, wstecz, wbok (miern.).
Einschnitt, Abtrag—przekop, wykop.
Einspritzhanhn—kurek wpryskowy.
Einspritzkondensator—skraplacz wpryskowy (bezprzeponny).
Einströmung—wlot (gazów); dopływ (cieczy).
Eintauchtiefe—zanur.
Einzelheizung—ogrzewanie niezespolone.
Einzelkessel—kocioł samotny.
Einzelkondensation—skraplanie samotne.
Einzellast—ciężar skupiony.
Einzelrad—koło bez stadła.
Einzelschmierung—zaolejanie dorywcze.
Eisen—żelazo; Guss-E.—żeliwo; Schmied-E.—żelazo kowalne; Schweiss-E.—żelazo zlipne.
Eisenabgang, Eisenabbrand—zgar, np. w %, zgorzyny, np. w kg.
Eisenbahn—kolej.
Eisenbahnwesen—kolejnictwo.
Eisengiesserei—żeliwnia.
Eisengiessereibetrieb—żeliwnictwo.
Eisenglanz—błyszcz żelazny.
Eisen-Glühfarben—barwy żaru (żelaza).
Eisenhüttenkunde—kuźnictwo żelaza.
Eisenkonstruktion—zeskład żelazny.
Eisen-Rost—rdza.
Eisenverlust—straty na żelazie (kuźnictwo) straty od żelaza (elektr.).
Ejektor—przetryskacz.
Ekonomizer—(Dampfk.)—ekonomajzer, podgrzewacz (wody zasilającej).
Elastizität—sprężystość.
Elastizitätsgrenze—granica sprężystości.
Elastizitätsmodul—spółczynnik sprężystości.
Elastische Linie—odkształcona (oś pręta).
Elektrische Ladung—nabój elektryczny.
Elektrische Induktion—wzniecanie (elektryczne).
Elektrische Masseinheit—jednostka elektryczna.
Elektrischer Steuerungsdruckknopf—elektryczny przycisk nastawniczy.
Elektrizitätswerk—elektrownia.
Elektromotor—silnik elektryczny, prądnik.
Elektromotorische Gegenkraft—napięcie prądochłonne, przeciwnapięcie.
Elektromotorische Kraft—napięcie prądotwórcze.
Element (Flachen)—cząstka (powierzchni).
Ellipse—elipsa.
Ellipsenlenker—prostowód eliptyczny, lepiej elipsowy.
Ellipsoid—elipsoid.
Elliptische Räder—tarcze eliptyczne.
Endlose Kette—łańcuch okrężny.
Endrad—koło skrajne.
Endstation—stacya krańcowa.
Entladen—wyprądniać (el.).
Entladestrom—wypręd (el.).
Entlasteter Schieber—suwak odciążony.
Entluften—odpowietrzyć.
Entluftungsöffnung—oddech.
Entwassern—odwodnić.
Epicykloide—epicykleida.
Erdarbeiten—roboty ziemne.
Erddruck—parcie ziemi, napór ziemi.
Erdförderung—przewóz ziemi.
Erdgewinnung—dobycie, dobywanie (ziemi).
Erdgeschoss—przyziom, parter.
Erdung, erden—doziemienie, doziemić (el.).
Erg—erga.
Erker—wykusz.
Erweiterung der Bohrung—roztocze.
Erzgattierung—dobieranie rud.

Eselsrückengleis—grzbietnia (kol.).
Etagenringventil — zawór pierścieniowy o przegrodzie piętrowej.
Etmal—droga na dobę (w milach morskich).
Evolute—rozwinięta.
Evolvente—rozwijająca, ewolwenta.
Evolventenverzahnung—uzębienie podług rozwijającej (ewolwentowe).
Excenter—mimośród.
Excenterbügel—obręcz mimośrodu.
Excentricität—mimośrodkowość.
Exhaustionsfeuerung—palenisko wydmuchowe.
Exhaustor—wywietrznik.
Expansion—rozprężanie.
Expansionskurve—krzywa lub wykresowa rozprężania.
Expansionsmaschine—silnik rozprężny; Einfach-E.—silnik jednoprężny; Zweifach-E.—silnik dwuprężny; Dreifach-E.—silnik trójprężny; Vierfach-E. — silnik czwórprężny.
Expansionsschieber—suwak rozprężak, lepiej zmieniak.
Expansionssteuerung — stawidło rozprężcze, stawidło do zmiennego rozprężania; rozrząd o zmiennem rozprężeniu.
Explosion—wybuch, a w silnikach spalinowych wzbuch.
Exponent—wykładnik.

Fabrik—wytwórnia.
Fahre—prom.
Fachwerk—a) kratowie; b) ściana rozworowa (Fachwerkswand).
Fachwerk-Bogenträger—łuk kratowiany.
Fachwerksfette—płatwa z kratowia (kratownicowa).
Fachwerkswand—ściana rozworowa, ś. w rozwory, mur pruski.
Fachwerkträger—kratownica.
Fächer—przepona (w obmurzu kotła).
Fahrbahn der Strasse—jezdnia.
Fahrbarer Drehkran—obrotny żóraw przesuwny.
Fahrdraht, Kontaktleitung—przewód zdawny.
Fahrrichtung, normale—ustalona strona jazdy.
Fahrschacht—dźwigownia; wyciągnia (górn).
Fahrstuhl—dźwig.
Fahrt (eines Aufzuges)—jazda dźwiga.
Fahrwasser—tor (wodny), nurt, wart.
Fahrwerk—suwarka (żórawia).
Fahrzeug—jeździk.
Faktor—spółczynnik; czynnik.
Fakultät—różnoczynnik, lepiej silnia.
Fall, Gefälle—spad (miara); spadek (stosunek).
Fallbar—baba.
Fallrohr f. Förderzwecke—rynna zsuwowa.
Falz; Anschlag—przylga.
Falzziegel—wpustówka.
Fangedamm—grodza.
Fassung—obsada (żarówki).
Faulen—gnić.
Feder—sprężyna; wpust.
Federn—sprężynować.
Federregulatoren—miarkowniki sprężynowe.
Federrohr—wydłużka.
Federspiel—sprężynowanie.
Federstahl—stal sprężynowa, s. na sprężyny.
Feeder, Speiseleitung—przewód dosyłowy (el.)
Feederpunkt, Speisepunkt—punkt dosyłowy (el.).
Fehlerglied (des Kurbeltriebes)—uchybienie drogi.
Feilspähne—opiłki.
Feldstärke—natężenie pola (el.).
Fensterbrett—podoknica, deska parapetowa.
Fensterbrüstung—podoknie.
Fensterfutter, Fensterrahmen—oknica.
Fernrohr—lunety.
Fernwirkende Einrichtungen—przyrządy zdalaczynne.
Ferromangan—żeliwo namanganione.
Ferrosilicium—żeliwo nakrzemione.
Fertigwalzenstuhl—walcarka wykończająca.
Festigkeit—wytrzymałość.
Festpunkt—punkt stały, p. ustalony.
Festscheibe—koło osadzone.
Fette—leżnia, płatwa (bud.).
Fettgas—gaz tłusty.
Feuchtigkeit—wilgoć; wilgotność.
Feuchtigkeit der Luft—wilgoć powietrza.
Feuchtigkeitsgrad der Luft—wilgotność powietrza.
Feuerbrücke—przewał (paleniskowy).
Feuerbüchse—skrzynia paleniskowa.
Feuerbuchsdecke—podniebienie paleniskowe.
Feuergeschränke (Dampfk.)—odrzwice paleniskowe.
Feuerschlauchmundstück—wylot (wylotnica) węża przeciwpożarnego.
Feuerspritze—sikwa, sikawka przeciwpożarna.
Feuerstein—krzemień (skałka).
Feuerung (Dampfk.)—palenisko.
Feuerzüge (Dampfk.)—kanały spalinowe; loty spalin.
Feuerzugregler, Zugregler—miarkownik paleniska, m. ciągu.
Filter—filtr, lepiej: przesącznik.
Firstziegel, Gratziegel, Hohlziegel—gąsior.
Fischbauchträger—dwuparabolnica (zwykła).
Fixpunkt, Festpunkt—pionik ustalony (reper).
Flacheisen—płaskownik.
Flaches Wellblech—blacha płytko falista, lepiej płytko falowana.
Flachkeil—klin jednowpustny.
Flachlandbahn—kolej równinna.
Flachringanker—twornik płaskopierścienny (el.).
Flachseil—taśma linowa.
Flächenbeanspruchung (Lager)—moc ciśnienia.
Flächenbeschleunigung—przyspieszenie polowe.
Flächengeschwindigkeit—prędkość polowa.
Flächeninhalt—pole (powierzchnia).
Flächenregulator—miarkownik płaski.
Flamme, entleuchtete—płomień nieświetliwy, p. bezświatły.
Flammofen—płomieniak.

Flammpunkt — temperatura zapłomienienia (zapłonięcia).
Flammrohr (Dampfk.)—płomienica.
Flammrohrkessel—kocioł płomienicowy.
Flansch—kołnierz.
Flansch, aufgesetzter—kołnierzyk.
Flansch, loser—obroża.
Flanschen-Formstücke—kształtki kołnierzowe, k. o kołnierzach, k. z kołnierzami.
Flanschenrohre (gusseiserne)—rury kołnierzowe (żeliwne).
Flanschenstutzen mit Muffe—kieliszek.
Flaschenzug—wciąg (wielokrążkowy).
Flechtzaun—opłotek.
Fliessgrenze (Festigkeit)—granica ciastowatości.
Flügel des Herzstücks—skrzydło krzyżownicy.
Flügelmutter—naśrubek motylkowaty.
Flügelspitze (im Herzstücke)—załom (w krzyżownicy).
Flüssigkeit—płyn.
Flüssigkeit, gasförmige—gaz, płyn lotny.
Flüssigkeit, tropfbar flüssige—ciecz, płyn ciekły.
Flüssigkeitswärme—cieplik cieczy.
Flugasche—popiołek
Fluss (ang. flux), magnetischer—dąż magnetyczny, lecz przepływ energii promieniującej.
Flusseisen—żelazo zlewne, zleiwo.
Flussspat—topnik (fluspat).
Flussstahl—stal zlewna, staliwo.
Fördergefäss, Förderkorb—klatka, kosz wyciągowy (górn.).
Fördergurt, Traineur—przenośnik taśmowy.
Fördermaschine—wyciąg, wyciągarka, dźwigarka wyciągowa (górn.).
Förderseil—lina wyciągowa (górn.).
Formkasten, Gusskasten—skrzynia odlewnicza.
Formstein—kształtówka.
Fräsen—gryzować.
Fräser—gryz.
Fräsmaschine—gryzarka.
Frässpähne—gryzowiny.
Freie Rostfläche—przewiewie (rusztu).
Freier Fall—spadanie swobodne (droga przebyta podczas spadania = spad).
Freihang; freihängig (Wassermotor)—nadwodność; nadwodny.
Freileitung—przewód napowietrzny (el.).
Freistrahlturbine—turbina odrzutna o strumieniu swobodnym.
Freiträger—belka jednym końcem osadzona, zresztą swobodna.
Friktionskupplung—sprzęgło cierne.
Friktionsrad—koło cierne.
Frischen des Eisens—uszczerzanie żelaza (kuźn.).
Fuchs—czopuch.
Führen—prowadzić (po prostej); wodzić (po krzywej).
Führerstand—stań, stanowisko silniczego.
Führungsdruck—nacisk w prowadnikach; n. na prowadnice; n. prowadniczy.
Führungsschiene—prowadnica.
Füllofen—piec zasypny.
Füllplatte—wkładka.
Füllung (Dampfm.)—napełnienie.
Füllungsverhältniss—stosunek napełnienia.
Fuge—spoina.
Fuhrwerk—wóz, wozidło.
Fundament—posada.
Fundamentanker—przyciąg posadowy.
Fundiren—posadowić.
Funkenfänger—odiskiernik.
Funkeninduktor—iskiernik (el.).
Fussplatte—płyta posadowa, p. przyziomowa.
Futter—wykładzina (np. cegłą), zaprawa, np. w gruszce besemerowskiej.
Futtermauer—mur wsporczy.

Gabelförmig—widlasty—rozwidlony.
Gaffel (ang. gaff)—socha (okręt.)
Gaffelsegel—soszel (okręt.).
Gallowayrohr—garłacz Galloway'a.
Gallsche Kette—łańcuch przegubowy.
Galvanisches Element—stadło (ogniwo) galwaniczne.
Ganghöhe der Schraube—skok śruby.
Gargang—zdarny bieg pieca (kuźn.).
Gas—gaz (płyn lotny)
Gasabgabe—odbyt gazu.
Gasanstalt, Gaswerk—gazownia.
Gasbehälter—gazieniec (w gazowni).
Gasbereitung—wyrób gazu.
Gasfabrikation—gazownictwo.
Gasgemisch—mieszanina, mieszanka gazów.
Gasgewinde—gwint do rur gazowych (gwint gazowniczy).
Gasglühlicht—światło gazowo-żarowe.
Gasleitungen—przewody gazowe.
Gasmaschinen—silniki gazowe.
Gasmesser—miernik gazu.
Gasmotor—silnik gazowy.
Gasofen—gaziak.
Gasretorte—wygaźnica.
Gasrohr—rura gazowa, r. na gaz, gazówka.
Gasrohrmuffe—skrętka.
Gatter—trak.
Gatterrahmen—oprawa traka.
Gattersäge—piła trakowa; p. traczna.
Gebirgsbahn—kolej górska.
Gebläsemaschine—dmuchawa.
Gefährlicher Querschnitt—przekrój niebezpieczny.
Gefälle—spadek (stosunek); spad (różnica poziomów).
Gefälle, verfügbares (Wassermotor)—spad do zużycia (składający się ze spadu jawnego i utajonego).
Gefrierpunkt—punkt marznięcia.
Geführter Maschinenteil—prowadnik.
Gegendruck—przeciwprężność (pary); przeciwciśnienie (wody)
Gegengewicht—odciążek.
Gegenläufige Kolben—tłoki przeciwbieżne.
Gegenlenker—nawodzik, odwodzik.
Gegenstrom—przeciwprąd.
Gegenstromkondensator—skraplacz przeciwprądowy.
Gehrung—ucios.

Gekrempter Boden (Kessel) - dennica.
Geleis—tor (kol.).
Gelenkgeradführung—wodzidło po prostej.
Gelenkkette—łańcuch przegubowy.
Generator—czadnica (piec); prądnica (el.).
Generatorgas—czad z czadnicy, gaz czadnicowy.
Geometrie, analytische—geometrya analityczna.
Geometrie, kinematische—geometrya kinematyczna.
Gepäckraum—przedział na tłómoki, p. tłómoczy (w wagonie); tłómokownia (w budynku dworcowym)
Gepäckwagen—wagon tłómokowy.
Geradflankenverzahnung—uzębienie prostoboczne.
Geradführung—prostowód.
Gerberlohe—garbowiny.
Gerberscher Träger—belka wspornikowa, belka wieloprzęsłowa z przegubami.
Gerinne—pogrodka.
Geripptes Rohr—rura użebrowana, żebrówka.
Gerüstkran, Bockkran—suwnica bramiasta.
Gesamtarbeitsaufwand—całkowita praca włożona.
Gesamtdiagramm (Dampfm.)—wykres zjednoczony.
Gesamtgefalle—spad całkowity.
Gesamtreibungsarbeit—praca tarcia całkowitego.
Gesamtrostfläche—całkowita powierzchnia rusztu, pole rusztu.
Geschränkte Schubkurbel—mimoosiowy napęd korbowodowy.
Geschützbronze—spiż na działa.
Geschweisstes Rohr—rura skuwana, r. zlipiana.
Geschwindigkeit—prędkość.
Geschwindigkeitshöhe—wysokość prędkości.
Gestänge—żerdziny (górn.); ogólnie zaś: zeskład drążków.
Gestelle—więźba; stojan.
Gewinde—gwint.
Gewinde, rechts- (links-) gängiges—gwint prawo- (lewo-) zwity.
Gewindebacke, Schneidbacke—gwintnica.
Gewindebohr, Schneidbohr—gwintnik.
Gewinde- Schneidkluppe—gwintownica.
Gewinde- Schneidmaschine—gwinciarka.
Gewölbe—sklepienie: Tonnen-G.—sk. kolebczaste; Kloster-G.—sk. kopankowate; Kreuz-G.—sk krzyżowe; verkehrtes-G.—sk. odziemne.
Gewölbekappe—połać sklepienia (ogólnie); Böhmische Kappe—sklepienie żaglaste.
Gewölbeleibung—podniebienie sklepienia.
Gewölberücken—grzbiet sklepienia.
Gewölbezwickel—pachwina (sklepienia).
Giessereikran—żóraw odlewniczy.
Giessereiwesen—odlewnictwo.
Giesskran—żóraw lejnicowy (lejnica—Giesspfanne).
Glasbirne—bańka (żarówki).
Glaserei—oszkliniarnia.
Glashütte—szkłownia.
Glaskopf, roter—czerwony żelaziak naciekowy.
Glastafel, Glasscheibe—szklina.
Gleichförmig—jednostajny.
Gleichlaufige Kolben—tłoki spółbieżne.
Gleichmässig—równomierny, jednostajny.
Gleichpolmaschine, Induktionstype—prądnica naprzeciwnobiegunowa (el.).
Gleichrichten (eines Wechselstromes)—sprądniać (el.).
Gleichrichter—sprądniarka (el.).
Gleichstrom—sprąd (el.).
Gleichung—równanie, wzór.
Gleiskreuzung—krzyżnia (kol.).
Gleiswage—waga podtorowa.
Gleitbahn—tor ślizgania.
Gleitmodul—spółczynnik sprężystości na przesuwanie.
Gleitplatte—płytka podiglicowa (zwrotnicy) (kol.).
Gleitpunkt—punkt ślizgania.
Gleitstück (in der Coulisse)—przesuwek.
Gleitungswiderstand (bei Nietungen)—opór tarcia przy ślizganiu.
Gliederriemen—pas ogniwkowy.
Glimmer—łyszczyk, mika.
Glockenventil—zawór dzwonowy.
Glühfarbe des Eisens—barwa żaru żelaza.
Glühkörper, Glühstoff—żarzywo.
Glühlampe—żarówka.
Glühlampenfassung—obsada żarówki.
Glühlampensockel—trzonek żarówki.
Glührohr, gesteuertes—zapłonka rozrządzana (silniki spalinowe).
Glührohr, offenes—zapłonka nierozrządzana.
Glühspahn—zędra.
Glühzünder—zapłonka.
Gneis—gnusiec (gnejs).
Göpel—kierat.
Gradführung—prostowód, prowadzenie.
Gradiente—rys pochyłych.
Gradierwerk (Dampfkondensation)—chłodnica tężniowata.
Gradierwerk, geschlossenes—chłodnica sztucznie przewietrzana.
Grat—zadziór (np. na obrzeżu dziury wierconej w metalu); krawęź (dachu, strzechy).
Gratsparren—krawężnica.
Grenzspannung—naprężenie skrajne, n. krańcowe.
Grenzturbine—turbina odrzutna o strumieniu ujętym.
Grossmotor—silnik duży.
Grubenventilator—wywietrznik, przewietrznik kopalniany.
Grünstein—zieleniec.
Grundschieber—niezmian.
Grundschleuse—spust.
Grundwehr—przewał; jaz zatopiony.
Gruppenkolben—tłoki zrzeszone.
Gütegrad—pełnota wskazy (silniki par.).
Güterschuppen—towarownia.
Güteverhältniss—sprawność.
Guldinsche Regel—prawidło Guldin'a.
Gummibeutel—płuco gumowe (siln. spalin.).

Gurt; Gurtung—pas.
Gurtbogen—podłęcze (bud.),
Gurtplatte—taśma pasa (np. w blachownicy).
Guss, schmiedbarer—żeliwo odwęglone, ż. kowalne.
Gusseisen—żeliwo, żelazo lane.
Gusshaut—naskórek (odlewniczy).
Gussnaht—szew (odlewniczy).
Gussspannung—naprężenie odlewnicze.

Hängebank—nadszybie (górn.).
Hängebrucke—most wiszący.
Hängelager—łożysko wiszące.
Hängesaule—storczyk, jeżeli z jednego kawała drzewa; lisica (dwie lisice, para lisic), gdy dwa bale w postaci dyb zastępują storczyk.
Hängewerk—wieszar.
Hämmern—klepać, młotować.
Hafen—port.
Hahnfassung (der Glühlampe) — obsada z włącznikiem (el.).
Haken—hak.
Hakengeschirr—oprawa haka.
Hakenplatte — podkładka z nadchwytem (kol.).
Halbholz—półdrzewie.
Halbkreuztrieb—napęd pasami półskrzyżowanymi.
Halbparabelträger—parabolnica przycięta.
Halbspant, Wrange—półwręg (okręt.).
Halbwassergas—gaz wodnoczadowy.
Hals der Bessemerbirne—gardziel.
Halslager—łożysko naszyjne (na wałach pionowych); łożysko siodłowe, pośrednie (na wałach poziomych).
Hamburger Normen—prawidła hamburskie.
Hammer—młot.
Hammerschlag—młotowiny.
Handaufzug—dźwig z napędem ręcznym, dźwiżek.
Handdrehkran—żóraw obrotny z napędem ręcznym.
Handfäustel—perlik.
Handgriff—uchwytka.
Handhabe (Griff)—dzierżak.
Handkurbel—korba ręczna.
Handrad—pokrętło, kółko pokrętne.
Hanfgurt—pas parciany.
Hanfseele—dusza konopna (w linie).
Haufseil—lina konopna.
Hartblei—ołów twardy; ołów utwardzony.
Hartguss—odlew utwardzony.
Haspel—kołowrót.
Hauptgleis—tor główny (stacyi); tor zasadniczy (zwrotnicy) (kol.).
Hauptspannung—naprężenie główne, n. pierwszorzędne
Hauptstrombogenlampe—łukówka głównikowa (el.)
Hauptstrommaschine, Hauptschlussmaschine—prądnica głównikowa (el.).
Haut, Behautung—poszycie (okręt).
Hebebock—dźwignik (np. hydrauliczny).
Hebel—dźwignia, ramię (dźwigni).
Hebelsteuerung—nastawnica dźwigniowa.
Hebezeug—dźwignica.
Hefner-Einheit, H.-Kerze—światłostka hefnerowska.
Heftniet—nit zczepny.
Heisslaufen—zagrzanie się.
Heissluftmaschine—silnik żarowo-powietrzny.
Heizer—palacz.
Heizfläche—powierzchnia ogrzewana, p. ogrzewalna.
Heizfläche, dampfberührte—nadwodna powierzchnia ogrzewana.
Heizfläche, feuerberürte—powierzchnia ogrzewana spalinami.
Heizfläche, unmittelbare—powierzchnia opłomieniona.
Heizfläche, wasserberührte—podwodna powierzchnia ogrzewana.
Heizgas—gaz grzeiwny, g. grzejny.
Heizkammer—nagrzewnia.
Heizkanäle (Dampfk.)—kanały spalinowe.
Heizkörper—grzejnik.
Heizrohr (Dampfk.)—płomieniówka.
Heizrohrkessel—kocioł płomieniówkowy.
Heizungsanlage—zład ogrzewczy.
Heizungsfach—ogrzewnictwo.
Heizungsinstallateuer—ogrzewnik.
Heizungsmiete—ogrzewne.
Heizungswärter—ogrzewca, obsługujący ogrzewanie.
Heizwert (calorimetrischer)—wartość opałowa, lepiej cieplikowa.
Helling—śluzyny (w okręciarni).
Herdguss—odlew otwarto lany.
Herdraum—żarowisko (np. pieca, płomieniaka).
Herzstück—krzyżownica zwykła (jednodziobowa).
Herzstückspitze—dziób krzyżownicy i jego śpic.
Hin- und Rückgang—bieg naprzód i wstecz.
Hintersteven—tylnica (okręt.).
Hirnholz—storc, powierzchnia drzewa na poprzecznym przekroju pnia.
Hitze—a) żar, jako stopień gorąca; b) jedno grzanie przy robocie kowalskiej; c) jeden wsad do płomieniaka; d) jeden spust w gruszce Besemera i w piecu martynowskim; e) jedna bitka, przy biciu pali.
Hobel—wiórnik.
Hobelmaschine—wiórarka (do drzewa); strugownica (do metalu, o suwającej się stolnicy); strugarka (o suwającym się nożu = shaping).
Hobelspähne—strużyny; wióry.
Hochbahn—kolej nadziemna.
Hochbau—budownictwo.
Hochdruckcylinder—cylinder wysokoprężny, c. mały.
Hochofen—wielki piec.
H.-Bodenstein—spadek.
H.-Gas—czad wielkopiecowy.
H.-Gasfang—czadnia.
H.-Gasrohr—czadówka.
H.-Geblase—dmuchawa.
H.-Gestell—gar.

H.-Gicht—gardziel.
H.-Gichaufzug—dźwig.
H.-Gichtöffnung—paszcza.
H.-Gichtplattform—pomost.
H.-Kohlensack—przestron.
H.-Rast—spadki.
H.-Schacht—szyb.
Hochwasser—woda wysoka; przybór.
Hodograph der Bewegung—hodograf ruchu.
Höchstleistung—moc krańcowa.
Höhenkurve—warstwica.
Hohlcylinder—walec wydrążony.
Hohlkugel—kula wydrążona.
Hohlrad—koło wewnętrznie uzębione.
Hohlstein—cegła dęta; c. drążona.
Hohlzapfen—czop wydrążony.
Holm—oczep.
Holzbearbeitungsmaschinen — obrabiarki do drzewa, o. na drzewo.
Holzbohrmaschine—świdrownica.
Holzhobelmaschine—wiórarka.
Holzhorde—pręciny drewniane.
Holzkohle—węgiel drzewny.
Holzschraube—wkrętka.
Holzwände—ściany drewniane.
Holzzahn—ząb drewniany (zazwyczaj wstawiany).
Holzzement—warstwiec.
Homogen—jednolity.
Horizontalschub—napór poziomy, rozpór, np. sklepienia.
Horizontalturbine—turbina leżąca.
Hügellandbahn—kolej podgórska
Hülfshub—suw nieroboczy.
Hüllbahn—tor odtoczony.
Hüllkurve—krzywa odtaczająca (kin.), k. obwijająca (mat.).
Hülse—pochwa; tuleja.
Hülsenkupplung—sprzęgło łubkowe z pierścieniami.
Hütte—kuźnica.
Hütteukunde—kuźnictwo.
Hüttenwesen—kuźniactwo (hutnictwo).
Huf (d. Cylinders)—kopyto (walcowe).
Hufnagel—podkowiak (do kucia koni); podkówczak (do podkówek na obcasach i t. p.).
Humifizierung—butwienie; butwieć (naprzemian w mokrem i w suchem).
Hydraulische Druckhöhe—hydrauliczna wysokość ciśnienia.
Hydraulische Presse—tłocznia, lepiej tłoczarka hydrauliczna, t. napędzana wodą.
Hydrodynamik—hydrodynamika.
Hydrostatik—hydrostatyka.
Hyperbel—hyperbola.
Hyperbelfunction—funkcya hyperboliczna.
Hyperboloid—hyperboloid.
Hypocykloide—hypocykloida.
Hysteresis—uporność magnetyczna (el.).

Ideale Hauptspannung—zastępcze naprężenie główne.
Im Handbereich—dosięgny.
Imaginär—urojony.
Imaginäre Grösse—wielkość urojona.
Impedanz—opór podniecony (el.).
Indicator (Dampfm.)—wskaziec.
Indicatordiagramm—wskaza (nakres wskaźcem).
Indizieren—wskaźcować.
Indizierte Leistung—moc wskazana.
Induktion—wzniecenie (el.).
Induktiver Leiter—przewód samowzniętny (el.).
Industriegas—gaz roboczy.
In Gang setzen (eine Maschine)—rozruszać.
Inhalt von Körpern—objętość ciał, brył.
Injektor—strumienica (smoczek, dyszak, przetryskacz).
Innenfeuerung—palenisko wewnętrzne.
Innenfeuerungskessel—kocioł o palenisku wewnętrznem.
Innenpolmaschine—prądnica o biegunach odśrodkowych (el.).
Inselbahnhof—dworzec wyspowaty (kol.).
Installationsanlage—załad.
Integral—całka.
Isobare—izobara (wykresowa jednakowego ciśnienia).
Isolieren—zosobniać (el.).
Isolierhülle—odzież (przewodu elektr.)
Isolierklemme—dybki (el.).
Isolierkörper—osobniak (el.).
Isolierrolle—grzybek (el.).
Isolierstoff—osobniwo (el.).
Isolierstoffe (Dampfleitg.)—materyały otulcze, albo m. na otuliny.
Isolierung der Dampfleitungen — otulanie przewodów parowych.
Isoplere—izoplera (wykresowa przy stałej objętości).
Isotherme—isoterma (wykresowa przy jednakowej temperaturze).

Jahresring—słój (drzewa).

Kabel—kabel.
Kabelschuh—końcówka kabla (el.).
Kaltemischung—mieszanina ochładzająca.
Kämpfer—węgłowie (np. sklepienia).
Kämpferdruck—odpór węgłowia, o. węgłowiowy, o. węgłowny.
Kämpfergelenk—przegub węgłowiowy.
Kämpferstein—węgłownik.
Kalfatern—utykać (okręt.).
Kaliber—wzorzec.
Kalibrierte Kette—łańcuch dokładny.
Kalk, eingesumpfter—wapno dołowane.
Kalkofen—wapienniak.
Kalk-Sand-Pisé—lepieniec wapienny.
Kalkstein—wapniak, wapień.
Kalorifer—nagrzewnica.
Kaltbrüchig—zimnokruchy (np. żelazo).
Kaltwasserpumpe—pompa na wodę zimną.
Kamin—kominek.
Kammerschleuse—przepust komorowy, lepiej pogrodowy.
Kammlager—łożysko grzebieniaste.
Kammrad—koło o zębach wstawianych.
Kammwalze—wał uzębiony.
Kaminzapfen—czop grzebieniasty.

Kanal—kanał.
Kanalhaltung—pogroda kanału.
Kanalwage—poziomnik wodny.
Kandelaber—słupiec (latarniowy).
Kapazität—pojemność.
Kapazitätseinheit—pojemnostka, np. farad.
Kappe, böhmische — sklepienie żaglaste.
Kappengewölbe—sklepienie kapiaste, lepiej łęczaste.
Kappmaschine—zacinarka.
Kappung der Schwelle—zacięcie (kol.)
Kapsel—opona, osłona, kaptur, skorupa.
Kapselmotor—silnik okapturzony, s. oskorupiony.
Karburation—nawęglanie (gazu).
Kardioide—kardioida, krzywa sercowata.
Kastenguss—odlew skrzyniowy.
Katarakt—przytłumiak (prędkości).
Kegel—stożek (geometr.); grzybek (w zaworze).
Kegelbremse—hamulec stożkowy.
Kegelfeder—sprężyna stożkowata (stożkowato zwita).
Kegelpendel—wahadło odśrodkowe (stożkowe), w. wirujące.
Kegelrad—stożek zębaty.
Kegelregulator—miarkownik stożkowy.
Kegelreibungskupplung—sprzęgło o stożkach ciernych.
Kegelscheibe—krąg stożkowaty.
Kegelschnitt—stożkowa (przecięcie stożkowe).
Kegelturbine—turbina o przelocie postożkowym (doosiowa lub odosiowa).
Kegelventile—zawory o grzybkach, z. grzybkowe.
Kehlbalken—jętka, najwyżej z dwóch lub kilku jętek położona, zwie się „grzędą" (bud.).
Kehle (Dach)—hultaj.
Kehlsparren—hultajnica.
Keil—klin.
Keilbahn—podklinie.
Keilbahnhof—dworzec półwyepowaty (kol.).
Keilrad—koło kliniaste.
Kennziffer—wskaźnik.
Kentern—wywrócić (okręt.).
Kerbe—wręb, karb.
Kern—rdzeń (przekroju, albo formy odlewniczej).
Kernguss—odlew rdzeniowy.
Kernholz—rdzeń.
Kernlinie—obrys rdzenia.
Kernloch—otwór pordzeniowy (odlewnictwo).
Kernnagel—przypinka (odlewn.).
Kernpunkt—punkt rdzenny.
Kernstütze—podpinka (odlewn.).
Kernweite—promień rdzenia; p. rdzenny.
Kessel—kocioł.
Kesselarmatur—osprzęt kotła (armatura).
Kesselblech—blacha kotłowa.
Kesselgarnitur—obsada paleniskowa.
Kesselkörper—kotłak.
Kesselmauerwerk—obmurze kotłowe.
Kesselnietung—nitowanie, nicenie kotłowe.
Kesselrohr—rura kotłowa.
Kesselspeisewasser—woda zasilająca kocioł.
Kesselstein—przywara.
Kette—łańcuch.
Kettenglied—ogniwo łańcucha.
Kettenlinie—linia łańcuchowa, krzywa łańcuchowa.
Kettennietung—nicenie proste.
Kettenpumpe—podnośnica paciorkowa.
Kettenrad—koło łańcuchowe.
Kettenrad, verzahntes—koło (krążek) gniazdkowe.
Kettenrolle—krążek łańcuchowy.
Kettenschiffahrt—żegluga po łańcuchu.
Kettenschluss—ogniwo rozdzielne.
Kettenstab—kostur (miern.).
Kiel—stępka (okręt.).
Kielholen—wynurzyć stępkę (okręt.).
Kienig; pechartig—smolny, smolisty.
Kiesbett—podtorze żwirowe, łoże ż. (kol.).
Kieselguhr—krzemkówka, martwica krzemionkowa.
Kippkante—krawędź wywrotu.
Kippkarren—tak (ręczny, konny).
Kipplager—łożysko przegibne.
Kippmoment—moment wywracający (wywrotczy).
Klammer—szpona (bud.).
Klappe—klapa (pastka).
Klapprost—ruszt pochylny.
Klauenkupplung—sprzęgło kłowe.
Kleinbahn—kolejka.
Kleinmotor—silnik drobny.
Klemme—zacisk (jako przyrząd do zaciskania); kraniec (jako koniec przewodu w danym przyrządzie elektrycznym, franc. borne).
Klemmenspannung—napięcie międzykrańcowe (el.).
Klemmgesperre (Klemmsperrwerk)—wechwyt zakleszczający.
Klemmkupplung—sprzęgło zaciskowe.
Kletterweiche—rozjazd przeskokowy.
Klinkenkupplung—sprzęgło wechwytowe.
Klinker—klinkier.
Kliver—dzióbel (żagiel trójkątny na dzióbie żaglowca).
Klostergewölbe—sklepienie kopankowate.
Knagge—kułak.
Knick-Caps—podchwyty przegibne.
Knickfestigkeit—wytrzymałość na wyboczenie.
Knicksicherheit—bezpieczeństwo na wyboczenie.
Knickspannung—boczenie.
Knickung—wyboczenie.
Kniehebel—rozpora przegubowa (w sprzęgle).
Knierohr; Bogenrohr—kolanko; krzywka.
Knoten—węzeł. [Prędkość 1-go węzła = 1 mila morska na godz.].
Knotenblech—podwęźle.
Knotenpunkt—punkt węzłowy; K. der Weiche—węzeł rozjazdu; K.-Station—stacya węzłowa.
Kochgas—gaz kuchenny.
Koefficient—spółczynnik.
Königszapfen—czop główny, cz. pienny, pień.
Körnerelevator—podnośnik (do ziarna).

Körnertransporteur—przenośnik (do ziarna).
Körper—ciało, bryła, kadłub.
Körper, wärmefuhrender—grzeiwo.
Kohlenbarse—zasiek węglowy.
Kohlenladebühne—naładowka węgla (dla parowozów).
Kohlenrutsche—zesuwnia na węgiel.
Kokerei—koksiarnia.
Koksofengas—gaz koksowniany.
Kolben—tłok.
Kolbenaufzug—dźwig nurnikowy (na nurniku).
Kolbenbewegungen — ruchy tłoka, t. j. wysuw i wsuw.
Kolbendeckel—pokrywa tłoka.
Kolben-Gebläse—dmuchawa (tłokowa)
Kolbengeschwindigkeit—prędkość tłoka.
Kolbenhub—skok tłoka.
Kolbenkörper—kadłub tłoka.
Kolbenpumpe—pompa tłokowa.
Kolbenring—pierścień szczeliwny, sprężyna szczeliwna (tłoka).
Kolbenschieber—suwak tłoczkowy.
Kolbenstange—tłoczysko.
Kolbenweg—droga tłoka.
Kolbenweglinie—wykresowa drogi tłoka
Kollektor, Stromwender, Kommutator—przerządnik (el.).
Kollergang—miażdżarka.
Kombination—kombinacya.
Kommandodeck—pomost sterniczy (okręt.).
Kommutator, Stromwender, Kollektor—przerządnik (el.).
Kompressor—sprężarka (kompresor).
Komprimirt—stłoczony, sprężony.
Konchoide - konchoida, krzywa muszlowata.
Konchoidenleuker—prostowód konchoidowy.
Kondensation (Dampfm.)—skraplanie.
Kondensator—skraplacz (pary); pojemnik (el.).
Konkretmauerwerk—mur nbijany, m. betonowy.
Konsole—wspornik.
Konsollager—łożysko wspornikowe.
Kontakt (el.)—styk (czynność lub miejsce stykania się); styczka = Kontaktloch; stycznik = Kontaktstopsel.
Kontaktarm—ramię zdawne (el.).
Kontaktbügel—pałąk zdawny (el.).
Kontaktrolle—krążek zdawny (el.).
Kontinuierlicher Träger—dźwigar wieloprzęsłowy, belka wieloprzęsłowa.
Kontraktion—zwężenie.
Kopfband—ramię, para ramion (bud.).
Kopfiastigkeit — przegłębność dziobowa (okręt.).
Kopfstation—dworzec czołowy (kol.).
Kopiermachine—obrabiarka do kopiowania, małpiarka.
Korblinie—linia kabłąkowata.
Korkstein—korkowiec.
Kostenanschlag—nacen (kosztorys)
Kote—pionik (miern.).
Kraftepaar—para sił (dwusił).
Kräfteplan = Kraftepolygon—wielobok sił.
Krängung—przechył, przechylenie (okręt.).
Kraft—siła.
Kraftgas—gaz silniczy (t. j. do silników przeznaczony).
Kraftlinie—oś sił (mech.).
Kraftlinie (magnetische)—szlak magnetyczny, lecz jako jednostka natężenia pola: magnetostka.
Kraftmaschine—silnik.
Kraftsammler (Wasser)—zasobnik.
Kraftstoff—paliwo.
Kraftstoffgemisch — mieszanka wzbuchowa (siln. spalin.).
Kraftübertragung—pędnia (transmisya), napęd, przesył pracy.
Kraftverhältniss (Getriebe)—przełożenie.
Kralle—sprzączka pazurowa.
Krampe—skobel, skobelek.
Kran—żóraw.
Kranzgelenkkupplung—sprzęgło przegubowe.
Kranzspalt—luz międzywieńcowy (turbiny).
Kreis—koło.
Kreisabschnitt—odcinek koła.
Kreisausschnitt—wycinek koła.
Kreisbogen—łuk kołowy.
Kreiselpumpe—pompa odśrodkowa.
Kreisen—krążyć, krążenie.
Kreisevolvente—rozwijająca koła.
Kreisfunktion—funkcya kołowa.
Kreisprocess—przebieg kołowy (termodyn.).
Kreisprocess, umkehrbarer—odwracalny przebieg kołowy.
Kreissäge—piła tarczowa.
Kreissägeblatt—piłak tarczowy.
Kreisschere—przecinarka tarczowa.
Kreissehne—cięciwa koła.
Kreistrieb—napęd okrężny (linkowy).
Kreisumfang—obwód koła.
Kreuzeisen—krzyżownik.
Kreuzhacke, Keilhaue, Spitzhacke—oskard.
Kreuzholz—krzyżulec.
Kreuzgelenkkupplung—sprzęgło przegubowe.
Kreuzgewölbe—sklepienie krzyżowe.
Kreuzkopf—krzyżulec.
Kreuzstück (Rohr)—krzyżka.
Kreuzungsstation—stacya krzyżna (kol.).
Kreuzungsweiche—rozjazd w krzyżni; einseitige K.—rozjazd półkrzyżny (półangielski); beiderseitige K.—rozjazd krzyżny (angielski) (kol.).
Kritischer Widerstand (el.)—opór obezprądniający (może być pochłonczy, albo niezmożny) (el.).
Kropfung (Drehbank)—wgłębie.
Kronleuchter—pająk.
Krummer (-Rohr)—krzywka.
Krümmung—krzywość.
Krümmungszeiger—wskaźnik krzywości.
Krummachse—wał wykorbiony.
Kubische Parabel—parabola sześcienna (kubiczna.
Kühlteich (Dampfkondens.)—staw studzący wodę.
Kühlung—chłodzenie, ochładzanie, studzenie, oziębianie.
Kugel—kula.
Kugeldreieck—trójkąt kulisty (sferyczny).
Kugelgelenk—przegub gałkowy.

Kugellager—łożysko kulkowe.
Kugelventil—zawór o kuli.
Kugelzapfen—czop kulisty, cz. gałkowy.
Kulisse (Wasserräder)—szatkownica (przy kołach wodnych).
Kulisse (Steuerungen)—jarzmo (przy stawidłach rozrządzających parą).
Kulisse—półjazek (w obmurzu kotłowem).
Kunstramme—kafar dźwigarkowy.
Kupferlegierung—stop miedziowy.
Kupfernes Federrohr—wydłużka miedziana.
Kuppelgewölbe—sklepienie kopulaste.
Kuppeln—sprzęgać, doprzęgać.
Kuppelofen, Kupolofen—żeliwiak (kupolak).
Kuppelrad—koło dowiązane (w parowozie).
Kuppelstange—wiązło (między kołami napędnemi parowozu).
Kupplung—sprzęgło (wała); sprzęg (wagonu).
Kurbel—korba.
Kurbelantrieb—napęd korbą, n. korbowy.
Kurbelkröpfung—wykorbienie.
Kurbelschenkel—ramię korby.
Kurbelschleife—krzyżulec na korbie.
Kurbel- (Vorder-) seite—strona kukorbowa.
Kurbelstange—korbowód, goleń korbowa.
Kurbeltrieb—napęd korbowy.
Kurbelzapfen—czop korby, cz. korbowy.
Kurve—krzywa.
Kurzschluss; Kurzschliessen—skrót; skrótować (el.).

L-Eisen—kątownik.
L-Wulsteisen—kątownik łebkowy, wzgl. dwułebkowy.
Labiles Gleichgewicht—równowaga chwiejna.
Labyrintenliderung—uszczelnienie szczeliną grzebieniastą.
Lademaschine (Dynamo)—naprądnica.
Laden (elektr.)—naiskrzać, nabijać; naprądniać.
Ladestrom—naprąd.
Ladung—dawka (w siln. spal.); nabój (el.)
Länge, virtuelle—długość zastępcza (obrysu) (kol.).
Längsschwelle—podkład podłużny (kol.).
Längssupport—przesuwnik.
Längsträger—podłużnica.
Lageplan—plan położenia, p. sytuacyjny.
Lager—łożysko.
Lagerdeckel—pokrywa łożyska.
Lagerhaft—położysty (np. kamień).
Lagerschale—panew, panewka.
Lagerung des Kessels—sadowienie kotła.
Lamellenkupplung—sprzęgło warstwowe.
Landfuhrwerk—wóz.
Lasche—łubka.
Laschennietung—nicenie w łubki.
Laschenschraube—śruba łubcza.
Last—ciężar.
Lastdruckbremse—hamulec naciskany ciężarem.
Lasthebemaschine—dźwignica, dźwigarka.
Lastkette—łańcuch dźwigny.
Lastwindewerk—dźwigarka (żórawia).
Latente Energie—energia (praca) utajona.
Latente Wärme—cieplik (ciepło) utajony.
Lanfachse, Tragachse—oś potoczna, oś nośna.
Laufbrett—chodnica (wzdłuż wagonu).
Laufläche—gładź.
Laufkatze, Laufwagen—kot.
Laufkran—suwnica dźwigarkowa, dźwigarka przesuwna.
Laufkranführer—suwniczy.
Laufrad—koło potoczne (kol.).
Laufrad—wirnik (turbiny).
Laufradschaufel—łopatka.
Laufrohr f. Förderzwecke—rura przenośnicza.
Lebendige Kraft—praca rozpędu, energia rozpędu.
Lebensdauer—okres trwania (budowli).
Leck—przeciek (okręt.).
Lederstulp—cholewa skórzana, lepiej natłoczka skórzana.
Leergang—bieg jałowy.
Leergangsarbeit—praca biegu jałowego; p. jałowa; praca tarcia jałowego.
Leerhub—skok jałowy.
Leerscheibe—koło luźne, lepiej jałowe.
Leeseite—strona zawietrzna (okręt.).
Legierung—stop.
Lehmestrich—klepisko.
Lehrgerüst—krążyny (bud.).
Leistung—moc.
Leistungsfähigkeit—możność (silnika lub t.p.).
Leistungsfaktor des Wechselstromes (cos $\varphi$)—spółczynnik mocy rozprądu (el.).
Leistungsregulator—miarkownik energiczności (t. j. utrzymujący stałą pracę na skok, czyli stałą energiczność).
Leistungszeiger, Wattmeter—wskaźnik mocy, watnik (el.).
Leiter—a) przewodnik (ciało przewodzące elektryczność). b) przewód (prądu elektrycznego).
Leitrad—stałka (kierownica).
Leitradkranz—wieniec kierowniczy.
Leitradschaufel—kierownica.
Leitrolle—krążek kierowniczy.
Leitspindel (Drehbank)—śruba wodząca.
Leitungen—przewody (el.).
Leitungsfähigkeit = Leitungsvermögen—przewodność (el.).
Leitungswiderstand—opór przewodu (el.).
Lemniskate—lemniskata.
Lemniskatoidenlenker—prostowód lemniskatowy.
Lenkachse, freie—odchylna oś swobodna (kol.).
Lenkachsen, gekuppelte—osie spółnastawne (kol.).
Lenker (Haupt)—wodzik.
Lenkerstange—wodzik.
Lenkstange (Weiche)—przesuwnik (zwrotnicy) (kol.).
Lenkvorrichtung—wodzidło.
Lenkvorrichtung—zwrotówka, t. j. iglica z opornicą i podparciem (kol.).
Lenzpumpe, Leckpumpe—pompa odnurna, p. przeciekowa (okręt.).
Leuchtgas—gaz świetliwny.
Leuchtstoff—świetliwo.
Libelle—poziomnica.
Lichtbogen—łuk prądny (el.).
Lichteinheit, Normalkerze—światłostka.

Lichter Querschnitt—prześwit.
Lichthof, Lichtschacht—świetnik (bud.).
Lichtintensität (Beleuchtungsstärke) — jasność (np. powierzchni oświetlonej).
Lichtintensitätseinheit—jasnostka.
Lichtstärke, Leuchtkraft—światłość.
Lieferung—dostawa.
Linke Seite des Brettes—strona odbielna lub lewa.
Linksweiche—rozjazd lewozwrotny.
Litze—skrętka.
Lochbohrer—świder (do drzewa); wiertak, wiertło (do metali).
Lochkreis—wieniec dziur (śrub).
Lochmaschine (Perforiermaschine)—przebijarka (dziurkarka).
Lochstein—cegła drążona (dziurowana).
Lösbare Befestigung—połączenie rozłączne.
Löschen des Kalkes—gasić; gaszenie (wapna).
Löschgrube, Reinigungsgrube—podłaz (kol.).
Lösen des Bodens—odspajanie gruntu.
Lötkolben—lutownik.
Lötlampe—lutownica.
Logarithmus—logarytm.
Lokomobile—lokomobila.
Lokomotive—parowóz.
Lokomotiv-Reperatur-Werkstatt—parowozarnia.
Lokomotivkessel—kocioł parowozowy.
Lokomotivkuppelstange—wiązło (w parowozie).
Lokomotivschuppen—parowozownia.
Loskuppeln—odprzęgać, wyprzęgać.
Losscheibe—koło luźne, lepiej jałowe.
Lot—pion; lutowie; łut.
Lüftung—przewietrzanie; natürliche L.—p. samoistne; künstliche L.—p. pobudzane.
Lüftungsanlage—zład przewietrzający.
Luftbremse—hamulec powietrzny (kol.)
Luftentnahmestelle—czerpnia powietrza.
Lufthahn—sapek, kurek powietrzny.
Lufthaspel—kołowrót napędzany powietrzem.
Luftmörtel—zaprawa wapienna, z. zwykła, z. napowietrzna (bud.).
Luftpumpe (Dampfkondens.)—pompa na powietrze, p. próżniana.
Luftraum (Dynamo)—cieśnina (powietrzna) (el.).
Luftreinigung—odpylanie powietrza.
Luftwechsel—wymiana powietrza.
Luppe—łupa (kuźn.).

Magneteisenerz—żelaziak magnetyczny.
Magnet-Gestell, M.-Rad—magneśnica.
Magnetische Erregung—wzbudzanie (magnetyczne).
Magnetisches Feld—pole magnetyczne.
Magnetische Streuung—usmyk magnetyczny.
Magnetomotorische Kraft—usił magnetyczny.
Magnetpol—biegun magnesu.
Mahlgang—złożenie młynowe, z. młyńskie.
Mannesmannrohr — rura systemu Mannesmann'a.
Manometer—manometr.
Manschette — cholewa, lepiej natłoczka (skórzana).
Mantelrohr—rura ołowiana z wnętrzem cynowem.
Maschinenhaus—silnia.
Maschinenrahmen (Dampfm.)—oprawa silnika.
Maschinensaal—silnicznia.
Maschinist—silniczy.
Masse—masa.
Massenberechnung—obliczenie objętości, o. mas.
Massenproduktion—wyrób hurtniczy.
Massenverteilung—rozmieszczenie mas (ziemnych).
Massiv—a) lity, t. j. niedrążony; b) niepalny, np. murowany.
Massstab—wymiarka.
Masssystem, absolutes—bezwzględny układ miar.
Mast—maszt.
Mastenkran—żóraw na maszty.
Material, Stoff—tworzywo.
Matritze—podbijka; podtłoczka.
Mauerabsatz—odsadzka.
Mauerkasten—obłoże.
Mauerwerk—mur.
Maximum u. Minimum—największość i najmniejszość.
Mechanik—mechanika.
Mechanische Wärmetheorie—mechaniczna teorya ciepła.
Meeresw llen—fale, bałwany morskie.
Mehrcylinderkessel—kocioł wielowalczasty.
Mehrphasenstrom—wieloprąd (el.).
Meissel—dłuto.
Messband—taśma (miernicza).
Messkette—łańcuch (mierniczy).
Messtisch—stolik (mierniczy).
Metacentrum—nibyśrodek.
Metallbearbeitungsmaschinen—obrabiarki do metalu
Metallliderung—szczeliwo (uszczelka) metalowe
Metallschraube—łbiak (śrubowy).
Metallspahn—wiór (metalowy).
Meterkerze—jasnostka metrowa.
Meterkilogramm—kilogramometr.
Metrisches Gewinde—gwint metryczny.
Mikrometer—leniwka (miern.).
Mischdüse—gardziel (w smoczku par.).
Mischgas—gaz wodnoczadowy.
Mischkondensator—skraplacz bezprzeponny; s. bezprzeponowy.
Mischung—mieszanie; mieszanina; mieszanka.
Mitnehmer—zabierak.
Mitnehmerkupplung—sprzęgło zabiercze.
Mitnehmerscheibe—tarcza zabiercza.
Mitteldruckcylinder—cylinder średnioprężny, c. średni.
Mittelkraft—siła wypadkowa, lep. wynikowa.
Mittelpunktfläche—powierzchnia ośrodkowa; (mat.).
Mittelrad—koło pośrednie (między skrajnemi); k. środkowe (na środku osi) (kol.).
Mittelruckenriemen—pas odgrzbietny.

Mittelwasser—woda średnia.
Möller—namiar (kuźn.).
Mörtel—zaprawa.
Mörtel, hydraulischer—zaprawa podwodna.
Mörtelmaschine—zaprawiarka.
Molekulargewicht—ciężar cząsteczkowy.
Momentschalter—włącznik migowy (el.).
Montejus (Dampfwasserheber)—ssawa parowa, przetłaczarka parowa.
Motor (Kraftmaschine)—silnik.
Motorengas—gaz roboczy.
Motorwagen—wagon silnikowy.
Muffe—kielich.
Muffe, verjüngte—zwężka.
Muffenkupplung—sprzęgło nasówkowe.
Muffenrohr—rura kielichowa.
Muffenverstemmung—nabój (nabijać).
Mundstück—wylot; nasadzka.

Nabe—piasta.
Nachausströmung—wylot pozwrotowy.
Nachbrennen—dopalanie (pozaspaliskowe).
Nacheilen—podążać za.
Nacheinströmung—wlot pozwrotowy.
Nachgiebigkeit der Bettung—poddajność podtorza (kol.).
Nachladen der Akkumulatoren—doprądniać (zasobniki) (el.).
Nachschlusswinkel—kąt przymyku pozwrotowego.
Nachströmung—dolot.
Nasenkeil—klin łbiasty.
Nasses Element—stadło mokre (el.).
Nebengleis—tor boczny.
Nebenschlussbogenlampe—łukówka bocznikowa (el.).
Nebenschlussmaschine—prądnica bocznikowa (el.).
Nebenspannung—naprężenie drugorzędne.
Negativ—odjemny.
Neigungszeiger—wskaźnik pochyłości (kol.).
Nennleistung—moc mianowana.
Netzschaltung, Dreieckschaltung—skojarzenie poobwodowe (el.).
Neutrale Achse—oś obojętna.
Neutrale Faserschicht—warstwa obojętna.
Nichtleiter—nieprzewodnik (el.).
Nickelstahl—stal naniklona.
Niederdruckcylinder—cylinder nizkoprężny, c. duży.
Niederschlagsgebiet eines Flusses—dorzecze.
Niederschlagshöhe—wysokość opadów (atmosferycznych).
Niedrigwasser—woda nizka.
Nierenerz—żelaziak nerkowaty.
Niet—nit.
Nietkopf—łeb i nakówek nita.
Nietteilung—działka nicenia.
Nietung—nicenie
Nietung, ein-, zwei-, vielreihige—nicenie, jedno-, dwu-, wielorzędne.
Nippel—gwintka.
Niveaufläche—poziom; równia.
Nivellementstabelle—dziennik poziomniczy (miern.).
Nivellirinstrument—poziomnik (miern.).
Nonius—noniusz (drobnomiar); nachtragender N.—n. postępowy; vortragender N.—n. wsteczny (miern.).
Normalbelastung—obciążenie ustanowione.
Normalbeschleunigung—przyspieszenie po normalnej.
Normale—normalna.
Normalkerze (N. K.)—światłostka olbrotowa.
Normalprofil—obrysie (gabaryt); N. des lichten Raumes—obrysie torowe; N. der Fahrzeuge—obrysie taborowe (kol.).
Normalspannung naprężenie normalne.
Normalspurbahn—kolej średniotorowa (normalny tor niemiecki).
Nulleiter—przewód obojętny (el.).
Nullinie (Festigkeitslehre)—linia (oś) zerowa, wzgl. obojętna.
Nut—wpustka.
Nute—wspustka, lecz: Ankernute (el.)—żłobek twornikowy.
Nutenkeil—klin dwuwpustny.
Nutzleistung—moc pożytkowa.

Oberbau—budowa wierzchnia, tor (kol.).
Oberdeck—pomost górny (okręt.).
Oberfläche—powierzchnia.
Oberflächenkondensation—skraplanie naprzeponne.
Oberflächenkondensator—skraplacz przeponowy, s. przeponny.
Oberwasser—poziom górny; woda górna.
Objektivdiopter—celownik.
Oeffnung in Schieberspiegel—okno, okienko.
Oel—olej.
Oelabscheider—wytłustnik (z wody); odtłustnik (z pary).
Oelgas—gaz olejowy, g. olejny.
Oese—oko, ucho.
Ofen mit Schüttrost—piec półczadnicowy.
Okulardiopter—przeziernik (miern.).
Ordinate—rzędna.

Packet; Packetirung (Eisenbereitung)—snopiec; snopcowanie (kuźn.).
Packung—szczeliwo.
Parabel—parabola.
Parabel, semikubische—parabola połsześcienna (półkubiczna).
Parabelträger—parabolnica.
Paraboloid—paraboloid.
Parallele Nebenleitung—bocznica (przewodu) (el.).
Parallelogramm—równoległobok.
Parallelschaltung—łączenie oboczne (el.).
Parallelstrom—spółprąd.
Parallelträger—równoleglica.
Parallelwerk—tama podłużna (wodn.).
Partial—częściowy.
Partialturbine—turbina cząstkowa.
Pauliträger—parabolnica skrzyżowana (układu Pauli'ego).
Pech—smoła.
Pendel—wahadło.
Pendelregulator—miarkownik wahakowy.
Perforiermaschine—dziurkarka.
Perforiertes Blech—blacha dziurkowana.

Periodenzahl (des Wechselstromes)—częstotliwość drgawek (rozprądu).
Permutation—przemiana (permutacya).
Perspektive—perspektywa.
Petroleummotor—silnik naftowy.
Pfahlrost—ruszt na palach.
Pfahlschuh—grot (pala).
Pfahlschuh-Lappen—łapa (grota).
Pfahlspitze—zacios pala.
Pfeilerhaupt—naczółek.
Pfeilrad—koło daszkowo uzębione.
Pferdegöpel—kierat.
Pferdestärke—koń mechaniczny, moc konia, (godło: *MK*).
Pförtnerhaus—odźwiernia.
Phasenmesser—faźnik (el.).
Phosphorbronze—spiż (bronz) nafosforzony.
Piezometer—piezometr.
Pipette—ssawka.
Piramide—ostrosłup.
Planum—torowisko (plant) (kol.).
Plastisch—ugniotny.
Platte—płyta
Plattenf. der-Manometer—manometr przeponowy, m. o przeponie.
Pleuelstange—korbowód, goleń korbowa.
Plunger—nurnik.
Pochwerk—stępa.
Pochstössel—stępor.
Pockholz—drzewo gwajakowe.
Podest—podest, lepiej zawrat (bud.).
Podesttrager—podestownica, lepiej zawratnica.
Polbahn—tor biegunowy.
Polschuh—łbica (magnesu) (el.).
Polstärke—natęż bieguna (magnetycznego).
Polytropische Kurve—krzywa politropiczna.
Portalkran—obrotny żóraw bramiasty.
Portlandcement—cement portlandzki.
Porzellan- (Isolier) Glocke—kołpak porcelanowy (el.).
Positiv—dodatny.
Potenz—potęga.
Potenzial—potencyał.
Prellbock—kozioł odbojowy (kol.)
Prellung—odrzut.
Pressanlage—tłocznia, wytłocznia.
Presse—tłoczarka, wytłaczarka i t. p.
Pressschraube—śruba tłoczna.
Primär—pierwotny (nawój, napięcie przetwornika) (el.).
Primzahl—liczba pierwotna.
Prisma—graniastosłup, pryzmat.
Probierhahn (Dampfk.)—kurek dozorczy.
Process—proces; przebieg; postępowanie.
Produkt—wytwór, wyrób.
Profil—obrys, profil.
Profillaschen—łubki kształtowe (kol.).
Projektion—rzut.
Projektions—rzutowy, rzutowany.
Projektionsapparat—rzutownica.
Projicirt—rzucony, rzutowany.
Pronyscher Zaum—hamownica Prony'ego.
Propeller—pędzisz (okręt.).
Proportionalitätsgrenze—granica proporcyonalności.
Prüfdraht—drut dozorowy (el.).
Prüfungs-Manometer—manometr sprawdzający.
Puffern, buffern—sprężynować, lecz o zasobnikach elektrycznych: prądować.
Pufferbatterie—rzesza wyrównawcza (zasobników) (el.).
Pulsionsventilation, Überdruckventilation—[nawietrzanie.
Pulsometer—tętnik.
Pumpe—pompa.
Pumprader—przelewnice.
Puster—dmuchawka (na parę świeżą w dymnicy parowozu).
Putz—wyprawa, tynk.
Putzmaterial—czyściwo.
Pyrometer—pyrometr (mierzyżar).
Pyrometrischer Heizwert—pyrometryczna wartość paliwa.

Quaderstein—cios, kamień ciosowy.
Quadratetsen—czworogrannik.
Quai—nadbrzeże.
Quaimauer—mur nadbrzeżny.
Quaistrasse—ulica nadbrzeżna.
Quarterdeck, Achterdeck—pokład tylny (okręt.).
Quarz—twardziec (kwarzec).
Quecksilbersäule—słup rtęci (rtęciowy), sł. rt.
Querdehnung—rozpęczanie.
Querhaupt—krzyżulec; poprzecznik; poprzecznica.
Querkontraktion—zwężenie; zwęż (przekroju).
Querkraft—siła poprzeczna.
Querschnitt—przekrój.
Querschwelle—podkład poprzeczny.
Quersiederohre—płomieniówki poprzeczne.
Quersupport—nasuwnik.
Quertrager—poprzecznica.
Querzusammenziehung — zwężenie; zwęż (przekroju).
Quetschgrenze—granica ciastowatości.

Raa—reja (okręt.).
Raasegel—rejel (okręt.).
Rad, eliptisches—tarcza eliptyczna.
Radgehäuse—okolina.
Radial-Bohrmaschine—wiertarka żórawiowa.
Radialturbine—turbina promiennicza (odśrodkowa albo dośrodkowa, lepiej odosiowa, albo doosiowa).
Radiator—grzejnik organkowy, organki.
Radiusvektor—promień wodzący.
Radkörper—koło bose.
Radreifen—obręcz.
Radsatz—zestaw kół (kol.).
Radstand (ausserster)—rozstęp (osi).
Radersatz—dobór kół (zębatych).
Räderwerkstatt—kolarnia.
Räucherkammer—wędzarnia.
Rahmen—obwodzina (dachowa).
Rammbär—baba.
Ramme—kafar; Handramme—taranek.
Rampe; Geneigte Fläche—pochylnia.
Rangirbahnhof—przerządnia.
Rangiren, Verschieben—przerządzać; das R.—przerząd.

Rangirgleis—tor przerządczy.
Rappputz—obrzutka.
Rasenerz, Wiesenerz—żelaziak łąkowy.
Raspel—tarnik (raszpla).
Ratsche, Knarre—grzechotka.
Rauchfang—oddymnik.
Rauchgase—spaliny.
Rauchkammer—dymnica (w parowozie).
Rauchrohrkessel—kocioł płomienicowy o palenisku podolnem.
Rauchschieber (Dampfk.)—zasuwa czopuchowa.
Rauchschlot—wydymnica.
Rauchverzehrer—obezdymiak.
Rauhigkeit—chropowatość.
Raumdiagramm (Dampfm.)—wykres objętości.
Reaktanz—opór wzniecony (el.).
Reaktionsturbine—turbina naporowa.
Rechte Seite des Brettes—strona odrdzenna lub prawa.
Rechtsweiche—rozjazd prawozwrotny (kol.).
Reduzierbarkeit—odtlenialność (kuźn.).
Reduzierter Muffenhub—zastępczy skok pochwy (miarkownika).
Reduzierventill—przymykadło samoczynne.
Reflektor—odblaśnik.
Regenerativ-Brenner—palnik odzyskowy.
Regenerierraum—świeżalnia (w gazowniach).
Reguläres Vieleck—wielokąt prawidłowy.
Regulator—miarkownik, lecz na parowozie: „przepustnica".
Regulierofen—piec miarkowny.
Reibahle—rozwiertnik.
Reibbohr—rozwiertak.
Reibung—tarcie.
Reibung der Bewegung—tarcie w ruchu.
Reibung der Ruhe—tarcie w spokoju (w bezruchu).
Reibung, gleitende—tarcie przy ślizganiu.
Reibung, rollende—tarcie przy toczeniu.
Reibung, zusatzliche—tarcie niejałowe.
Reibungs- —cierny.
Reibungsarbeit—praca tarcia.
Reibungshammer—młot cierny.
Reibungskoefficient—spółczynnik tarcia.
Reibungskupplung—sprzęgło cierne.
Reibungsrad—koło cierne.
Reibungsverluste—straty od tarcia.
Reibungswiderstände—opory tarcia.
Reibungswinde—dźwigarka cierna.
Reibungswinkel—kąt tarcia.
Reihe—szereg; rząd.
Reinigungsmasse—czyściwo.
Reinigungsöffnung—wyczystka.
Rente—renta.
Reparaturwerkstatt—naprawnia.
Resultante—wypadkowa, lepiej wynikowa
Retorte—wygaźnica (w gazowniach).
Retortenhaus—wygaźnia.
Retorten-Ofen—piec wygaźnicowy.
Rhede—postań (okręt.).
Riemen—pas (skórzany).
Riemen, gekreuzter—pas skrzyżowany.
Riemen, geschränkter—pas zwichrzony.
Riemen, offener—pas obręczowaty.
Riemenausrücker—przesuwacz pasa.
Riemenbetrieb—napęd pasowy.
Riemenscheibe—koło pasowe.
Riementrieb—napęd pasowy.
Riementrommel—bęben pasowy.
Rieselkondensator—skraplacz obciekowy.
Riffelblech—blacha karbowana.
Ring—pierścień.
Ringanker—twornik pierścieniowaty, t. pierścieniasty (el.).
Ringbahn, Gürtelbahn—kolej obwodowa.
Ringkeil—pierścień osadny, trójdzielny.
Ringleitung—przewód okrężny.
Ringventil—zawór pierścieniowy.
Ringwicklung—uzwojenie napierścienne (el.).
Rippe, Grat—żebro, np. sklepienia.
Rippenrohr—żebrówka.
Röhren, kommunizierende—naczynia skojarzone.
Röhrenfeder-Manometer—manometr rurkopręźny.
Röhrenlibelle—poziomnica podłużna.
Rösten der Erze—prażenie rud.
Röstofen—prażak (kuźn.).
Roggenerz—żelaziak ikrzasty.
Roheisen—surówka; graues R.—s. szara; halbirtes R.—s. pstra (kuźn.).
Rohgang—zimny bieg wielkiego pieca (gdy grozi zamarzlisko).
Rohhautrad—koło z surowca skórzanego.
Rohr—rura
Rohrflansch—kołnierz.
Rohr-Formstück—kształtka.
Rohrleitung—przewód rurowy.
Rohrmuffe—kielich.
Rohrnetz—sieć rur; oberes R.—sieć nagórna; unteres R.—sieć podolna.
Rohrregister—grzejnik drabinkowaty.
Rohrtreibmaschine—roztłaczarka.
Rohrwand—ścianka rury; ścianka sitowata (w parowozie).
Rolle—krążek.
Rollenkipplager—łożysko przegibne na wałkach.
Rollschicht—cegła na rąb.
Root-Gebläse—wietrzak Root'a.
Rost, liegender—ruszt bez pali (bud.).
Rostraum—rusztowisko.
Rostspalt—przewiewie.
Roststab—rusztowina.
Rostträger—rusztownica.
Rotationskörper (Fläche)—bryła (powierzchnia) obrotowa.
Rotbrüchig—ogniokruchy (np. żelazo).
Roteisenerz—żelaziak czerwony.
Rotguss—spiż, bronz.
Rotierung—wirowanie.
Ruder—wiosło; ster.
Ruderfläche—pióro wiosła; pióro steru.
Ruderspindel—oś steru.
Rückkehrkreis—koło powrotowe (kin.).
Rückkehrpol—biegun powrotowy (kin.).
Rückkehrpunkt—punkt powrotny, lepiej p. nawrotu.
Rückkohlung—powrotne nawęglanie (kuźn.).
Rückkühlung—studzenie.
Rückschlagventil—zawór wsteczny.

Rundeisen—krągownik.
Rundholz—kraglak.
Rundkeil—klin okrągły.

Sägeblatt—piłak.
Sägemaschine—piła.
Sägemühle—tartak.
Sägen—trzeć.
Sättigung—nasycenie.
Säule—słup.
Salon—świetuica, salon.
Salonwagen—wagon bezprzedziałowy.
Sammelgleis—tor zborny.
Sammelheizung, Zentralheizung—ogrzewanie zespolone.
Sammler, hydraulischer—zasobnik.
Sandschüttung—podsyp piaskowy (pod posadę budowli).
Sandstein—piaskowiec.
Sandstrahlgebläse—dmuchawa piaskowa.
Sandstrener—piasecznica (kol.).
Satz—zcał (w znaczeniu kompletu).
Satzräder—koła skojarzone.
Sauggas—gaz wodnoczadowy.
Saugheber—przesysak, ssawa.
Saugkorb—smok.
Saugpumpe—pompa ssąca.
Saugrohr—rura ssawna, lepiej ssawcza.
Saugventil—zawór ssawny, lepiej ssawczy.
Saugventilation, Unterdruckventilation—wywietrzanie.
Schaar von Kurven—rój krzywych.
Schablone—wzornik.
Schacht—szyb (górn.).
Schachtkran—żóraw z łożyskiem podziemnem.
Schärfmaschine—ostrzarka.
Schalenkupplung—sprzęgło łubkowe ze śrubami.
Schallfang—odszumka.
Schalltopf—garnek odszumny.
Schaltraum—rozrządnia (el.).
Schalttafel—rozrządnica (tablica rozrządna) (el.).
Schaltzelle—stadło odprzężne (el.).
Schaufel—szufla; łopatka (turbiny).
Schaufelraum (Wassermotor)—przegródka międzyłopatkowa.
Schaulech—wziernik.
Scheibenkolben—tłok tarczowy.
Scheibenkupplung—sprzęgło tarczowe.
Scheibenrad—koło tarczowate.
Scheidewand—ściana przedziałowa.
Scheidewand (in Kammersystem)—jaz górny, wzgl. dolny (w obmurzu kotła)
Scheinwerfer—najaśnica.
Scheitelgelenk—przegub zwornikowy.
Schekel—ucho.
Scherblatt—szczęka nożyc.
Schere—nożyce.
Scherenkran—żóraw rozkraka.
Schichtenlinie. Höhenkurve—warstwica.
Schiebebühne—przesuwnica.
Schieber—suwak, zasuwa.
Schieberdiagramm—wykres suwakowy.
Schieberentlastung—odciążenie suwaka.
Schieberkasten—skrzynka suwakowa.
Schieberspiegel—gładź suwakowa.
Schiebersteuerung—stawidło suwakowe; rozrząd suwakiem.
Schiebetür—drzwiczki lub drzwi: a) przesuwne (jedne), b) rozsuwne (para).
Schiefe Ebene—równia pochyła, lepiej pochylnia.
Schiefer—łupek.
Schienenauszug (Dilatationsstück)—wydłużnik szynowy.
Schienenhaken—szyniak.
Schienenkreuzung—krzyż tokowy.
Schienenoberkante—grzbiet lub wierzch szyny.
Schienenstoss—styk (szyn).
Schienenstoss-Lücken-Zwischenstückchen—luźnik (torowy) (kol.).
Schienenverbindung—złącze szynowe.
Schiff—statek, okręt; scharfgebautes S.—statek ostrawy; völliges S.—statek pełnotliwy; tiefgehendes S.—statek głębokobierny; flachgehendes S.—statek płytkobierny.
Schiffahrt—żegluga.
Schiffbaukunst—okrętownictwo.
Schiffsdampfkessel—kocioł parowcowy.
Schiffsgerippe—więźba okrętowa.
Schiffskette—łańcuch okrętowy.
Schiffskörper—kadłub okrętu.
Schiffsluke—czeluść (okrętowa).
Schiffsrad—koło łopatkowe.
Schiffsschraube—śruba napędna.
Schlacke, gekörnte—żużel ziarnowany.
Schlackenform—przelewka (żużla) we wielkim piecu.
Schlackenwolle—żużel rozwłókniony, wata żużlowa
Schlägel—pobijak.
Schlängern—wężykowanie (parowozu).
Schlaff—obwisły.
Schlauch—wąż, kiszka.
Schleifenwicklung—uzwojenie pętlicowe (el.).
Schleifmaschine—szlifiarka; toczarka.
Schleifring—pierścień zdawny (el.).
Schleifstein—toczak (obracający się); osełka (ręczna).
Schleifsteinvorrichtung—toczydło.
Schleppschiebersteuerung—stawidło suwakowe z zabrankami (Farcot'a).
Schleuderbremse—hamulec odśrodkowy.
Schleudergebläse—wietrzak odśrodkowy(bąk).
Schleuderpumpe—pompa odśrodkowa.
Schleuderschmierung—smarowanie orzutne.
Schleuse—upust (np. przy młynie); przepust (żegluga).
Schleusenthor—brama przepustn.
Schlichten—gładzić.
Schlichtfeile—gładzik.
Schliesse (Kran)—łącznica.
Schliesskopf des Nietes—nakówek nita.
Schlitzmaschine—wcinarka.
Schlüpfung des Ankers—nienadążność twornika (el.).
Schlusslaterne—latarnia odtyłowa (kol.).
Schlusssignal—sygnał odtyłowy (kol.).

Schlussstein—zwornik (bud.).
Schlusswagen—wagon tylny (kol.).
Schmalspurbahn—kolej wązkotorowa.
Schmelzpunkt—punkt (temperatura) topnienia.
Schmelzwärme—cieplik (ciepło) topnienia.
Schmiedbarer Guss—odlew odwęglony, o. kowalny.
Schmiede—kuźnia.
Schmiedeeisen—żelazo, żelazo kowalne.
Schmiedefeuer—ognisko kuzienne.
Schmiedepresse—kuźniarka
Schmierbüchse—oliwiarka.
Schmiergefäss—maźuica.
Schnecke u. Schraubenrad—stadło ślimacze, t. j. ślimak i ślimacznica.
Schneebret—odśnieżka (na dachu).
Schneeräumungsmaschine—odśnieżarka
Schneeschutzvorrichtung—odśnieżnia.
Schneeschutzzaun—płot odśnieżny.
Schneidbacke—gwintnica.
Schneidbohr—gwintnik
Schneide—rzez; ostrze.
Schneidkluppe—gwintownica
Schneidstahl—nóż.
Schnellläufer (Maschine)—szybkobieg (silnik).
Schnellumlaufwasserheizung—ogrzewanie wodne, szybkokrążne.
Schnepper—zatrzask.
Schnittbrenner—palnik szczelinowy (lecz jego płomień „motylkowaty").
Schnürboden—nadscenie (w teatrach).
Schöpfschaufel (eines Ventilators)—czerpak
Schöpfwerk—podnośnica; przelewnica.
Schoner—szkuniec (okręt.).
Schoner-Schiffe—statki niedożaglone (okręt.).
Schornstein—komin.
Schotte—gródź (rodz. ż.) (okręt.).
Schottendeck—grodziec (okręt.).
Schotter—tłuczeń (szaber).
Schotterbett—podtorze tłuczniowe, łoże t.
Schrage—pochylnik (w kratownicach bezstojcowych), przekątnik (w stojcowych).
Schraper—skrobaczka.
Schraube ohne Ende—ślimak.
Schraube—śruba.
Schraubenfeder—krętna sprężyna zwita.
Schraubenflaschenzug—wciąg ślimaczy, w. ślimakowy.
Schraubengänge—nitki gwintu.
Schraubengewinde—gwint.
Schraubenkern—rdzeń śruby.
Schraubenkopf—łeb śruby.
Schraubenlinie—śrubowa, linia śrubowa.
Schraubenmutter—naśrubek.
Schraubenpresse—tłoczarka śrubowa; wytłaczarka śrub.
Schraubenrad—koło śrubowato uzębione; wirnik śrubowaty (w przewietrzniku).
Schraubenradgebläse—przewietrznik śrubowy (p. o wirniku śrubowatym).
Schraubenschneidmaschine—gwinciarka.
Schraubensteuerung—nastawnica śrubowa.
Schraubenventilator—przewietrznik śrubowy.
Schraubenwinde—dźwignik śrubowy.
Schraubenzieher—odkrętka.
Schrotfeile—zdzierak.
Schrubben—zdzierać.
Schrumpfring—obręcz skurczna.
Schubfestigkeit—wytrzymałość na cięcie.
Schubkoefficient—spółczynnik przesuwalności.
Schubkurbel, geschränkte—korbowodowy napęd mimoosiowy, mimoosiowy napęd golenią korbową.
Schubspannung—cięcie (naprężenie tnące).
Schubstangenkopf—łeb goleni (korbowodu).
Schürfloch—rozkop.
Schüttelrost—ruszt drgawkowy.
Schüttfeuerung—palenisko zasypne.
Schütze—stawidło (na upuście).
Schuss (eines Kessels)—pierściono.
Schutzkorb der Glühlampe—kaganiec (żarówki).
Schutznetz—siatka ochronna.
Schwachstrom—prąd wątły; Schwachstrom—wątłoprądny (el.).
Schwalbenschwanz-Ueberblattung—weios pletwowy.
Schwanzhammer—młot wahakowy z ogonem.
Schwarte—okrajka (obłader).
Schweisseisen—żelazo zlipne.
Schweissen—zlipiać.
Schweisshitze—żar zlipności.
Schweissofen—zlipiak, piec zlipczy.
Schwefelkies—iskrzyk żelazny.
Schwelle—przycieś, podwalina (ściany rozworowej); podkład (kolejowy); próg.
Schwerpunkt—środek ciężkości.
Schwert—krzepica (we więźbie dachowej).
Schwimmachse—oś pływania.
Schwimmer—pływak.
Schwindmass—miara skurczowa (wymiarka); skurcz (długość skurczania).
Schwingung—wahanie; wahnięcie.
Schwingung, geradlinie—drganie.
Schwungmasse—massa rozpędowa.
Schwungrad—koło rozpędowe.
Schwungrad, fliegendes—wywieszone koło rozpędowe.
Scrubber, Wäscher—płóczka (gazu)
Sechskant—sześciogran.
Sechskanteisen—sześciogrannik.
Segel—żagiel.
Sehne—cięciwa.
Seilantrieb—napęd linowy.
Seilausgleichung (Förderm.)—zrównoważenie liny.
Seilbahn—kolej linowa; S. mit ruhendem Tragseil—kolej polinowa (wózek jedzie po linie); S. mit umlaufendem Tragseil—kolej nalinowa (wózek spoczywa na linie krążącej)
Seilpolygon—wielobok sznurowy.
Seilriese—pochylnia polinowa.
Seilrohr—rura giętka, opancerzona.
Seilrolle—krążek linowy.
Seilschacht—szyb linowy.
Seilscheibe—koło linowe.
Seiltrieb—napęd linowy.
Seiltrommel—bęben linowy.
Seitenablagerung—odwał (boczny).
Seitenhalbirungslinie—ośrodkowa.

Seitenkraft—siła składowa.
Seitenleder—skóra bokowa (od boku).
Seitenwand—ściana boczna (wagonu).
Sekundär—wtorny (napięcie, uzwojenie itp.); S.-Element—stadło wtórne, czyli zasobnik (el.).
Sekundenerg—erga na sekundę.
Sekundenmeterkilogramm—kilogramometr na sekundę.
Sekundenpendel—wahadło sekundowe.
Selbsthemmend—samohamowny.
Selbsthemmung—samohamowność
Selbstinduktion — samowzniecenie, samowzniecanie, samowzniet (el.).
Selbstschmierlager—samosmar.
Selbstspannend—samoprężny.
Selbstzirkulierend—samokrążny.
Selfaktor—samoprządka.
Semikubische Parabel—parabola półsześcienna (p. półkubiczna).
Serienschaltung, Reihenschaltung—łączenie posobne (el.).
Serpentin—wężowiec (minerał).
Serpentine—szlak wężykowaty (kol.).
Servomotor—silnik pomocniczy.
Setzeisen—nabijak.
Setzkopf des Nietes—łeb nita.
Setzwage—krokiewka.
Shapingmaschine—strugarka.
Sicherheitskoefficient—spółczynnik bezpieczeństwa.
Sicherheitskurbel—korba zabezpieczona.
Sicherheitsventil (Dampfk.)—zawór bezpieczeństwa.
Sicherheitsvorrichtungen—bezpieczniki, t. j. osłonki, zapobieżniki, ochronniki, albo ocalniki.
Sicherung (Schmelz-)—bezpiecznik (topniakowy) (el.).
Sickerkanal, Rigole—kanalik odsączny.
Sieb—sito, rzeszoto (plecione); przetak (dzinrowany).
Siedepunkt—punkt (temperatura) wrzenia.
Siederohr—płomieniówka.
Siederohrkessel—kocioł płomieniówkowy.
Siliciumbronze—spiż (bronz) nakrzemiony.
Sinn (der Bewegung) lot, lepiej dążność.
Sintern—zeskwarzyć.
Sinus—wstawa.
Sitz—siedza, a jej części: Armlehne—podręcze; Handlehne—poręcz boczna; Kopflehne — wezgłówek; Rücklehne — odgrzbiecie.
Sitzplatz—siedza.
Sitzstelle—siedlisko.
Slip—uślizg (pozorny i rzeczywisty) (okręt).
Sockel—odziom (cokuł); Glühlampensockel—trzon żarówki.
Spaltdruck—ciśnienie w szczelinie.
Spaltdruckregulirung—nastawianie ciśnienia (turbin).
Spaltschieber—suwak rusztowaty.
Spannkraft—siła wyprężająca.
Spannriegel—rozwora; rozpora wyprężająca.
Spannring—pierścień rozprężny.
Spannrolle—krążek wyprężający.
Spannstange—ściąg.
Spannung—naprężenie (wytrz.); prężność (gazów i par); napięcie (el.).
Spannung, zulässige—naprężenie bezpieczne, dozwolone.
Spannungscoefficient (Dampfm.)—sprawność prężności.
Spannungs-Einflussfläche—powierzchnia bryły naprężeń.
Spannungsfläche—oznaczna powierzchnia naprężeń.
Spannungszeiger, Voltmeter—wskaźnik napięcia, woltnik (el.).
Spant—wręga (okręt.).
Spantfläche—owręże (okręt.).
Sparren—krokiew.
Spaten—łopata.
Speiche—sprycha.
Speichenrad—koło sprychowe.
Speiserohr (Dampfk.)—rura zasilająca.
Speiseventil (Dampfk.)—zawór zasilający (samoczynny).
Speisewasser (Dampk.)—woda zasilająca.
Sperrhaken—piesek (hamulczyk).
Sperrradbremse—hamulec wechwytowy.
Sperrrad—koło wechwytowe.
Sperrwerk—wechwyt.
Sperr- u. Bremswerke—wstrzymniki.
Spezialwerkzeugmaschine—obrabiarka specyalna, lepiej swoista.
Spezifisches Gewicht—ciężkość właściwa.
Spezifische Wärme—cieplik właściwy.
Sphärischer Excess (mat.)—nadmiar sferyczny (kulistości).
Spiegel am Cylinder—gładź podsuwakowa.
Spiegeleisen—surówka zwierciadlista.
Spielraum—luz.
Spill—przyciągarka (słupowa).
Spinnmaschine—przędzarka.
Spirale—spirala.
Spiralfeder—giętna sprężyna zwita.
Spitze—śpic; ostrze.
Spitze (Drehbank)—kieł.
Spitzenhöhe (Drehbank)—wzniesienie kłów.
Spleissstelle—splot, miejsce splotu.
Spleissung—splatanie, splot.
Splint—lon, lonek, zatyczka.
Splintholz—biel.
Sprengarbeit—rozsadzanie.
Sprengwerk; S.-Balken—rozpornica.
Sprit—rozprza (okręt.).
Spülluft—przewietrze.
Spule—cewka (do nawijania); zwojnica (el.) = Drahtspule.
Spundmaschine—wpuściarka.
Spundwand—rozgroda (bud.).
Spurerweiterung—poszerzenie toru.
Spurkranz—obrzeże (na kole wagonowem).
Spurmass—wzorzec torowy.
Spurrinne—żłobek.
Spurstange—ściąg lub zespora torowa.
Spurweite—prześwit toru.
Spurzapfen—czop storcowy, stojący.
Stabanker—twornik oprętowany (el.).
Stabiles Gleichgewicht—równowaga trwała.
Stabilitätsmoment—moment stateczności.

Ständer—słup; stojec; stojak.
Stag—przewięź (okręt.).
Stahl—stal.
Stahl, temperierter—stal odwęglana.
Stahl, zementierter—stal nawęglana.
Stahlguss—odlew stalowy.
Stahlhalter—trzymak (noża).
Stammende—odziomek.
Stammholz—szczapy.
Stampfbeton—beton ubijany.
Stampfen, Galloppieren—cwałowanie (parowozu).
Stand, Stehplatz—stań.
Starseite, Steuerbordseite — prawa strona statku.
Starkstrom—prąd wielki; S.- —wielkoprądny (el.).
Statik—statyka.
Statisch—statyczny.
Statisch bestimmter Träger—belka lub dźwigar statycznie wyznaczalny.
Statisch unbestimmter Träger—belka lub dźwigar statycznie niewyznaczalny.
Statisches Moment—moment statyczny.
Stau—podparcie, spiętrzenie (wody).
Staubkammer—odpylnia.
Stauchen—napęczać.
Stauhöhe—podpór.
Stauweite—dalekość podparcia.
Steckdose—gniazdo wtykowe (el.).
Stecker—wtyczka (el.).
Steckvorrichtung—przyrząd wtykowy (el.).
Stegkette—łańcuch z rozpórkami.
Stehblech—środnik (w dźwigarze).
Stehbolzen (Dampfk.)—zespórka.
Stehender Kessel—kocioł stojący.
Stehlager—łożysko stojące.
Stehplatz—stań.
Steigen; Steigung—wznios (np. w metrach); wzniesienie (np. w %).
Steighöhe—wysokość wzlotu; w. podrzutu.
Steigrohr—rura wznośna.
Steinbrecher—gniotownik szczękowy.
Steinkohle—węgiel kamienny.
Steinschotter—szaber, lepiej tłuczeń.
Steinschraube—śruba zalewna.
Stellmacher—kołodziej, a w warsztatach kol.: więźbiarz.
Stellring—pierścień osadny, lepiej osadczy.
Stellschraube—śruba osadna, lepiej osadcza; ś. nastawna.
Stellvorrichtung—nastawiadło.
Stellzeug—nastawiak.
Stemmeisen—doszczelniak.
Stemmmaschine—dłuciarka.
Stempel—bijnik; przebijnik; wybijnik i t. d.
Stereometrie—stereometrya.
Sternförmige Kupplung—sprzęgło gwiaździste.
Sternschaltung—skojarzenie dośrodkowe (el.).
Steuerkanal—kanał rozdzielczy (w cylindrze); k. rozrządczy (w suwaku).
Steuerlastigkeit—przegłębność tylna (okręt.).
Steuerschalter—nastawnica (el.).
Steuerung (Dampfm.)—stawidło (przyrząd); rozrząd (czynność).
Steuerungskanäle—kanały rozrządcze.
Steuerungsnocken—ksiuk rozrządczy.
Steuerungsscheibe—tarcz rozrządcza.
Steven, Hintersteven—tylnica (okręt.).
Stevenrohr—pochwa przyśrubowa (okręt.).
Stichspaten—rydel.
Stielhammer—młot z trzonem, t. j. młot na dzierżaku (ręczny), albo na wahaku (mechaniczny).
Stiftschraube—kołek śrubowy.
Stirnfläche des Zapfens—storc czopa.
Stirnhammer—młot wahakowy z nosem.
Stirnrad—koło zębate zwykłe, lepiej storcowe.
Stirnseite—ściana czołowa (wagonu).
Stockholz—karpiny.
Stössel—strużak (w strugarce).
Stopfbüchse—dławnica.
Stoss—zderzenie, uderzenie.
Stoss; Schienenstoss—złącze (szyn); schwebender S.—złącze wiszące; fester S.—złącze podparte; gegenüberliegende Stösse—złącza naprzeciwne; Wechselstösse—złącza naprzemianne (kol.).
Stossmaschine—strugarka pionowa.
Stossschwelle—podkład złączowy (przyzłączowy lub podzłączowy) (kol.).
Stossunterlagsplatte—podkładka złączowa. (przyzłączowa lub podzłączowa) (kol.).
Stossvorrichtung—zderzadło.
Strahlkondensator—skraplacz smoczkowy (strumienicowy).
Strahlpumpe—strumienica, smoczek parowy.
Strahlturbine—turbina odrzutna.
Strassenbahn—kolejka nadrożna; tramwaj.
Strassenbrücke—most drogowy; m. uliczny.
Strassenleitung—przewody uliczne; p. poduliczne.
Strebe—zastrzał (bud.).
Strebebogen—łuk przyporowy (bud.).
Strebepfeiler—przypora (kontrforsa) (bud.).
Strecke—kresa (mat.); szlak (kol.).
Streckenlast—obciążenie ciągłe.
Streckgrenze (Festigkeit)—granica ciastowatości.
Streudüse—rozpryskiwacz.
Strom—prąd; nurt; rzeka.
Stromkreis—obwód prądu (el.).
Stromspannung—napięcie prądu (el.).
Stromstärke—wielkość prądu (el.).
Stromstrich—wart (rzeki).
Stromverbraucher—wchłonnik prądu (el.).
Stromwechsel—przemiana rozprądu (el.).
Stromzeiger, Ampermeter—wskaźnik wielkości prądu, ampernik (el.).
Stützenmoment—moment nadpodporowy.
Stützkraft (Reaction)—siła odporowa, odpór.
Stützlinie—naporowa, linia n.
Stützmauer—mur wsporczy.
Stützzapfen—czop storcowy, stojący.
Stufenscheibe—koło schodkowane.
Stufentrommel—bęben schodkowany.
Sturmdeck—pomost odburzny (okręt.).
Stutzen—króciec.
Support (Drehbank)—suwnik.
Synchronmotor—rozprądnik nadążny (el.).

T-Eisen—teownik.
T-Stück—rozczepka prosta.
Tachometer—tachometr.
Tagelohn—dniówka.
Tagesleistung—dzionka (t. j. wytwórczość całodzienna).
Takelage—olinowanie; ożagienie (okrętów).
Tandemmaschine—silnik spółtłoczyskowy.
Tangens—styczna.
Tangentialbeschleunigung—przyspieszenie po stycznej.
Tangentialkraft—siła po stycznej.
Tank—przegroda (na wodny naciąż statku).
Taubahn (funiculaire)—kolej powrozowa, lecz i tramwaj o ciągnicy okrężnej.
Taucherkolben—nurnik.
Tauwerk—olinowanie (statku).
Teer—maź.
Teilkreis—obwód podziałowy.
Teilstrecke des Netzes—działka sieci (rur, przewodów el. i t. p.).
Teilung der Zahnräder—podziałka kół zębatych.
Tellerventil—płaski grzybek zaworowy.
Temperatur—temperatura (ciepłota).
Temperatur, absolute—temperatura bezwzględna.
Temperguss—odlew częściowo odwęglony.
Tender—tender (kol.).
Tendermaschine—tendrzak (kol.).
Teufe—głębizna (górn.).
Teufenzeiger—wskaźnik głębizny (górn.).
Thalsperre—przetamowanie.
Thermometer—termometr.
Tiefgang—zagłęb (okręt.).
Tiegelofen—tyglak.
Tiermotor—silnik zwierzęcy.
Tirefond—wkręt (kol.).
Tisch (einer Hobelmaschine)—stolnica.
Tonnenblech—blacha sklepieniasta.
Tonnengewölbe—sklepienie kolebczaste, s. półkoliste.
Total—całkowity.
Totbrennen (des Kalkes)—przepalić (wapno).
Tote Umdrehungszahl (der Dynamomaschine)—czcza ilość obrotów (prądnicy) (el.).
Tourenzähler—liczydło obrotow, liczyobrót.
Träger—dźwigar.
Träger auf mehreren Stützen (kontinuirlicher)—dźwigar wieloprzęsłowy.
Trägerwellblech—blacha głęboko falowana (falista).
Trägheitsellipse—elipsa bezwładności.
Trägheitsellipsoid—elipsoid bezwładności.
Trägheitshauptpunkt—główny punkt bezwładności.
Trägheitskreis—koło bezwładności.
Tragfähigkeit—nośność.
Tragfeder—resor; sprężyna nośna.
Traglager—łożysko siodłowe.
Tragmodul—granica sprężystości.
Tragrolle—koło (krążek) podporne.
Tragseil—nośnica (kol. lin.).
— umlaufendes—nośnica okrężna.
Tragzapfen—czop leżący.
Trajektorie—trajektorya.
Traineur—przenośnik.
Transformator—przetwornik (el.).
Transformatorstation—przetwornia (el.).
Transmission—pędnia.
Transmissionsaufzug—dźwig pędniany.
Transmissionsrad—koło pędniane.
Transmissionsseil—lina pędniana.
Transmissionswelle—wał pędniany.
Trapezträger—trapeźnica.
Treiben (des Mörtels, Zementes)—pęcznienie; pęcznieć.
Treibhaus—cieplarnia.
Treibkette—łańcuch napędny.
Treibriemen—pas napędny.
Treibstange—goleń.
Treppe—schody.
Treppenbaus—schodnia.
Treppenwange—schodnica.
Tretrad—deptak.
Triangulierung, Triangulation—trójkątowanie (miern.).
Trieb—zębnik (tryb).
Triebachse—oś napędna.
Triebkette—łańcuch napędny.
Triebrad—koło silnikowe (parowozu).
Triebsand—kurzawka, mułek.
Triebstockverzahnung—uzębienie palczaste.
Triebwerkwellen—wały pędniane.
Triowalze—trójka walcarska.
Trockenelement—stadło suche (el.).
Trockenfäule—próchnienie; próchnieć (na sucho).
Trommelanker—twornik bębnowaty (el.).
Trommelwicklung—uzwojenie nabębenne (el.).
Tropfapparat—wykraplarka (smaru).
Tropfboden—ściekiew (pod zbiornikiem wody).
Tropfrohr—rurka ściekiewkowa (łożyska).
Trottoir—chodnik.
Trumm des Seiles—tok liny.
Tür- (oder Fenster-) Verkleidung—okładzina, np. odrzwicy, ościeżu, oboknia i t. p.
Turbine—turbina.

U-Eisen—ceownik.
Ueberdruck—nadciśnienie (cieczy); nadprężność (gazów).
Ueberfall—przelew.
Ueberfallwehr—jaz przelewowy, przewał.
Uebergangsbogen—łuk przejściowy (kol.).
Uebergangskurve—łuk przejściowy (kol.).
Uebergangswiderstand—opór na styku (prądu) (el.).
Ueberhitzer—przegrzewacz.
Ueberkompoundieren—przegłównić (el.).
Ueberlappungsnietung—nicenie na zakładkę.
Ueberschlags-Rechnung—obliczenie dorywcze; o. ocenne; ocenianie.
Ueberschubmuffe—nasówka.
Uebersetzung—przełożenie.
Uferbefestigung—umocnienie brzegów.
Uferkran—żóraw nadbrzeżny.
Uferpfeiler (Widerlager)—przyczółek.
Umformer = Gleichstromumformer — przetwornica jednotwornikowa (el.).
Umgezogener Boden—dennica.

Umklöppelung—oplot (el.)
Umschalter - przełączuik (el.)
Umschliessung der Baugrube—obgroda wykopu.
Umspinnung—omotanie (el.).
Umsteuermaschine—nawracarka (na parowcach).
Umsteuervorrichtung—nawrotnica, odwrotnica.
Undrehbar befestigt—niepokrętnie osadzony.
Unempfindlichkeit—nieczułość.
Unfreie Bewegung—ruch krępowany.
Ungleichförmigkeitsgrad von Maschinen—niejednostajność; stopień niejednostajności.
Ungleichschenkliges Winkeleisen—kątownik nierównoramienny.
Universalgelenk—sprzęgło przegubowe.
Universalwalze—walcarka czterostronna.
Unrundes Rad—tarcz nieokrągła.
Unterbau—poddroże (kol.).
Unterfeuerung—palenisko podolne.
Untergestell (Wagen)—wozak (kol.).
Unterlagsplatte—podkładka.
Untermast—pniak (okręt.).
Unterwasser—poziom dolny; woda dolna.
Unterwasserzapfen—czop podwodny.
Unterwind—nadmuch.
Unterwindgebläse—przewietrznik nadmuchowy.

Vagabondierende Ströme—prądy wałęsające się (el.).
Vakuum—próżnia.
Vakuumdampfheizung—ogrzewanie parowe, próżniane.
Variation—waryacya.
Ventil—zawór.
Ventilationsschacht—szyb przewietrzny.
Ventilator—przewietrznik; nawietrznik; wywietrznik; wietrzak.
Ventilbuchse—siodło wsadzane.
Ventilgehäuse (V. körper)—kadłub zaworowy.
Ventilkegel—grzybek zaworowy.
Ventilkolben—tłok z zaworem.
Ventilsitz—siodło zaworowe.
Ventilspindel—wrzeciono (pokrętne); trzon (niepokrętny) zaworu.
Verankerung (Dampk.)—ściągnięcie; ściąganie.
Verbindungsstelle—złącze.
Verblendstein—licówka (bud.).
Verbrennbarkeit—palność.
Verbrennung—spalanie.
Verbrennungsabfälle—wypaliny.
Verbrennungsgase—spaliny.
Verbrennungsmotor—silnik spalinowy.
Verbrennungsprodukte—spaliny.
Verbrennungsraum—spalisko.
Verbund-Dampfmaschine—sprzężony silnik parowy.
Verdampfung—parowanie; odparowanie.
Verdampfungswärme—cieplik (ciepło) parowania.
Verdampfungsziffer—ilokrotność odparowania.
Verdichtung des Baugrundes—ubijanie gruntu (bud.).
Verdichtungsverhältniss—ilokrotność sprężania.
Verdrängung (Deplacement)—wyporność.
Verdrehung—skręcenie.
Verdrehungswinkel—kąt skręcenia.
Verdunstungshöhe—wysokość parowania.
Vergaser—ulatniak.
Verjüngte Nietung—nicenie w klin.
Verketteter Strom—prąd skojarzony (el.).
Verlust an Nutzeffekt—strata sprawności.
Verlustloser Motor—silnik bezstratny.
Verpuffung—wzbuch.
Verpuffungsfähigkeit—wzbuchliwość.
Verrippung—użebrowanie.
Verschlusskappe—naparstek (na rurze)
Verschnitte, Abschnitte—krajki (przy cięciu blachy do formatu); skrawki (odcinki przy wycinaniu z formatu).
Verschraubung—śrubunek.
Verschwindungspunkt—punkt zaniku.
Versenkvorrichtung—zapad; zapadanka (w teatrach).
Verspliess—splecenie.
Versteifung—usztywnienie; a jeżeli wokoło lub t. p. osztywnienie.
Verstemmen—doszczelniać.
Verteilungsgleis—tor rozstawczy (kol.).
Verteilungsleitung—przewód rozsyłowy (el.).
Verteilungstafel—rozdzielnica (tablica rozdzielcza) (el.).
Vertikale (im Fachwerk oder Gitter)—pręt pionowy, stojec, słup.
Vertikalturbine—turbina stojąca.
Verzahnung—zazębienie; uzębienie.
Verziehen, sich—wichrzyć się; paczyć się.
Verzögerung—zwolnienie.
Vieleck—wielokąt.
Vierblatt—czworoliść.
Viereck—czworokąt.
Vierkant—czworgrań.
Vierlingsmaschine—silnik czworaczy.
Viertakt—czterosuw (sil. spal.)
Virtuelle Arbeit—praca przysposobiona.
Virtuelle Verrückung—przesunięcie przysposobione.
Völligkeitsgrad—pełnota; pełnotliwość.
Volldruckverhältniss—ilokrotność rozszerzenia.
Vollrad—koło zewnętrznie uzębione, k. zębate, storcowe.
Vollschiff—statek pełnożaglony, pełnożaglowiec.
Vollstein, poriger—cegła dziurkowata (gąbczasta).
Vollturbine—turbina całkowista.
Voltametr—woltametr (el.).
Vorarbeiten—prace przedwstępne.
Vorauströmung—wylot przedzwrotowy.
Vordeck—pokład przedni (okręt.).
Vorderwagen—wagon przedni (kol.).
Voreilen—przodować.
Voreinströmung—wlot przedzwrotowy.
Vorfeuerung—palenisko odprzednie.
Vorgelege (Antrieb)—przystawka (napędna).

Vorhafen—przedporcie.
Voroffnungswinkel—kąt odmyku przedzwrotowego.
Vorsteven—dziobnica (okręt.).
Vorwärmer—podgrzewacz (kot. par.).
Vorwalzenstuhl—walcarka wstępna; w. przygotowawcza.

Warme—ciepło; cieplik (na jednostkę).
Warme, specifische—cieplik właściwy.
Warmeäquivalent—równoważnik ciepła.
Warmedurchgang—przenikanie ciepła.
Wärmeeinheit—ciepłostka (cpł.).
Wärmemotor—silnik cieplikowy.
Warmeregenerator—odzysknica ciepła.
Warmeschutzmasse—masa otulinowa, m. otulcza.
Wärmespeicher, Wärmeakkumulator—gromadnica ciepła, zasobnik ciepła.
Warmetheorie, mechanische—mechaniczna teorya ciepła.
Wärmetönung—cieplik chemiczny.
Wagen—wóz; wagon.
— gedeckter—wagon kryty.
— offener—wagon niekryty (kol.); wagon bezścienny (tramwajowy).
— geschlossener—wagon ościeniony (tramwajowy).
— eingelauteter—wagon objeżdżony.
Wagenkuppler—sprzęgacz.
Wagenrahmen—ostoja wagonu (podobnie ostoja parowozu), a jej części: Hauptträger—ostojnica; Stirnträger—czołownica; Querträger—poprzecznica; Längsträger—podłużnica; Diagonalträger—przekątnica.
Wagenschuppen—wozownia; wagonownia.
Wagenuntersuchungsschuppen—sprawdzalnia wagonów.
Wagenwinde—dźwignik do wozów.
Wageschneiden—rzezy wagi.
Wahrscheinlichkeitsrechnung—rachunek prawdopodobieństwa.
Walzenkessel—kocioł walczasty; walczak.
Walzenstrasse—zespół walcarek.
Walzenstuhl, Walzengerust—walcarka.
Walzenzugmaschine—silnik walcarski.
Walzprocess—przebieg walcowania.
Walzwerk—walcownia.
Walzwerkkupplung—sprzęgło walcarskie.
Wandarm, Wandarmleuchter—naściennik.
Wandern der Schienen—pełzanie szyn (kol.).
Wandglieder des Fachwerks—wykratowniki.
Wandkran—żóraw przyścienny; ż naścienny.
Wangenträger (Treppen W.)—schodnica.
Wanken (der Locomotive)—kołysanie się (parowozu).
Wasser, hygroskopisches—woda nawilżająca, wilgoć.
Wasser, kristallinisches—woda krystaląca.
Wasserableiter (Kondenstopf)—odwadniacz.
Wasserabscheider—odkraplacz.
Wasserbau—wodnictwo.
Wasserdampf—para wodna.
Wasserdruck—napór wody; ciśnienie wody.
Wasserdruckpresse—tłoczarka hydrauliczna.
Wasserdruckprobe (Dampfk.)—sprawdzanie ciśnieniem wodnem.
Wasserdüse—wytrysk; dysza wodna.
Wassergas—gaz wodno-węglany.
Wasserhaltungsmaschine—wywadniarka (górn.).
Wasserkrahn—żóraw wodny (kol.).
Wasserleitung—wodociąg.
Wassermantel—obchłodek (siln. spal.).
Wassermessung—pomiar wody.
Wassermotor—silnik wodny.
Wasserrad—koło wodne.
Wasserrad, watendes—unurzone koło wodne.
Wasserradkranz—wieniec koła wodnego.
Wasserradkropf—podkolina.
Wasserrohrkessel—kocioł opłomkowy.
Wassersack—odnoga odwadniająca.
Wasserschnecke—przenośnica śrubowa, pochyła; przelewnica ślimakowa.
Wasserstandsapparat—wodoskaz.
Wasserstandsglas—szkło wodoskazowe.
Wasserstation—wodownia, stacya wodna.
Wasserstrahlpumpe—strumienica; smoczek wody (do cieczy); dyszak wodny (do gazów).
Wassertopf—odwadniacz.
Wasserturm, Wasserstation—baszta wodna.
Wasserzoll—cal wodniczy.
Watt—wat (el.).
Wattlos—bezmocny (el.).
Wattstundenzähler—zliczak watogodzin (el.).
Webstuhl—tkarka.
Wechsel, Balkonwechsel—przejma (bud.).
Wechselfeld—pole przemienne (el.).
Wechselgeschwindigkeit—prędkość wzajemna (kin.).
Wechselkreis—koło zmianowe (kin.).
Wechsellänfige Kolben—tłoki różnobieżne.
Wechselpolmaschine—prądnica naprzemiannobiegunowa (el.).
Wechselrad—zębate koło zmianowe.
Wechselstösse—złącza naprzemianne toru (kol.).
Wechselstrom—rozprąd (prąd przemienny) (el.).
Wegeban—drogownictwo.
Wegeüberführung—przejazd górą (kol.).
Wegeübergang—przejazd (kol.).
Wegeübergangsschranke—rogatka (kol.).
Wegeunterführung—przejazd dołem (kol.).
Wehr—jaz.
Weiche—rozjazd (kol.).
— zentral verstellbare—rozjazd zespolony.
Weichenbock—zwrotnik (kol.).
Weichenhebel—przestawiak (kol.).
Weichen-Markirzeichen—ukres rozjazdowy (kol.).
Weichenschwelle—podkład rozjazdowy (kol.).
Weichenstellwerk—zespolenie zwrotnic (kol.).
Weichenstrasse—rozjezdnia (kol.).
Weichenverbindung—przełącze rozjazdowe (prawozwrotne i lewozwrotne) (kol.).
Weichenverschlingung (links, rechts)—rozjazd niedokrzyżny (lewozwrotny, prawozwrotny) (kol.).

Weichenzunge—iglica (kol.).
Weissmetall—metal biały, stop biały.
Weissstrahleisen—biała surówka promienista.
Wellblech—blacha falista, lepiej falowana; głęboko, albo płytko falowana.
Welle—wał; fala.
Welle, comprimirte—wał stłaczany.
Wellen, geschränkte—wały mijające się.
Wellenkropfung—wykorbienie wału.
Wellrohr—rura falowana; płomienica f.
Wellrohrkessel—kocioł o płomienicy falowanej.
Wendegetriebe—przystawki nawrotne.
Wendekreis—koło zwrotne (kinem.); zwrotnik (geogr.).
Wendepunkt—punkt zwrotny, lepiej punkt zwrotu.
Werft—okręciarnia (okręt.).
Werkstatt, Werkstätte—wyrobnia.
Werkzeugerei—narzędnia.
Werkzeugmaschinen—obrabiarki.
Wicklung—uzwojenie (układ zwojów); nawój (zwoje nawinięte) (el.).
Widder (hydraulischer W.)—taran wodny.
Widerlagsmauer—mur wezgłowiowy, ściana w.
Widerstand—opór, a w elektrotechnice nadto: opornik, czyli reostat, oraz oporzec, np. część składowa opornika.
Widerstandseinheit—oporostka (el.).
Widerstandshohe—wysokość oporu (hydr.).
Widerstandsmoment—moment wytrzymałości.
Winddruck—parcie wiatru.
Winde—dźwignik; dźwignica.
Windemaschine—dźwigarka.
Windkreuze, Windverband—odwiatrowniki.
Windmühle—wiatrak
Windrad—koło wiatrakowe.
Windseite—strona podwietrzna, ściślej: dowietrzna.
Windung—zwój.
Winkelbeschleunigung—przyspieszenie kątowe.
Winkeleisen—kątownik.
Winkelgeschwindigkeit—prędkość kątowa.
Winkelhalbierungslinie—dwójsieczna.
Winkelhebel—dźwignia kolankowata.
Winkelkopf—dajkąt przeziernikowy (miern.).
Winkellaschen—łubki kątownikowe (kol.).
Winkelprisma—dajkąt pryzmatowy (miern.).
Winkelpunkt (einer Leitung)—załom, punkt załomu.
Winkelräder—stożki węgłowe.
Winkelspiegel—dajkąt zwierciadełkowy (miern.).
Winkeltrieb—napęd o pasie kierowanym.
Winkelzähne (Zahnr.)—zęby daszkowe, lepiej daszkowate.
Wippen—chylać.
Wippwerk—chylarka (żórawia).
Wirbelstrome—prądy wichrzące (el.).
Wirkungsgrad—sprawność.
Woltmannscher Flügel—młynek woltmanowski.
Wurf—rzut.
Wurfrad—przerzutnica.
Wurfweite—przelot (rzutu).
Wurzel—pierwiastek.

Xylolith—trocinowiec (ksylolit).

Z-Eisen—zetownik.
Zählstab—śpilka (miern.).
Zähigkeit—wisność.
Zahnbreite—szerokość zęba.
Zahndruck—parcie zęba.
Zahnflanke—bok zęba.
Zahnform—kształt zęba.
Zahngesperre—wechwyt zębaty.
Zahnkranz—wieniec uzębiony, w. zębaty.
Zahnlänge—wysokość zęba.
Zahnlücke—wręb.
Zahnprofil—zarys zęba (obrys zęba).
Zahnrad—koło zębate.
Zahnradbahn—kolej zębnicowa.
Zahnreibung—tarcie międzyzębne.
Zahnsperrwerk—wechwyt zębaty.
Zahnstärke—grubość zęba.
Zahnstange—zębnica.
Zahnstangenwinde—dźwignik zębnicowy.
Zahntrieb—zębnik, np. drilling—trójzębnik.
Zahnzwischenraum—międzyzębie.
Zange—cęgi, kleszcze; dyby.
Zapfen—czop.
Zapfenreibung—tarcie czopa.
Zapfenschneidmaschine—czopiarka.
Zarge, Türzarge—odrzwica (bud.).
Zeitabschnitt—okres.
Zeitintervall—rozkres.
Zeitschmierung—zaolejanie okresowe.
Zellenregulierung—nastawianie wlotu (turb.).
Zellenschalter—doprzęgarka (zasobnika el.)
Zerdrücken—rozgniecenie, rozmiażdżenie.
Zerreisen—rozerwanie.
Zetlaschen—łubki zetownikowe (kol.).
Zickzacknietung—nicenie w zakosy.
Ziegel auf flacher Seite—cegła na płask.
Ziegelmauerwerk—mur z cegły.
Ziehband—okleszczka.
Zinnstein—cyniak.
Zinseszins—odsetki składane.
Zucken (d. Locomotive)—szarpanie (parowozu).
Zünder—zapłonnik.
Zündung—zapłon.
Zufuhr von Wärme—przybytek ciepła.
Zug-Absperrvorrichtung—zawieradło ciągu (kot. par.).
Zugeordneter Punkt—punkt skojarzony.
Zugfestigkeit—wytrzymałość na ciągnienie.
Zughaken—hak pociegla, h. pociągielny (wagonu kol.).
Zugkeil—klin dociągany.
Zugkraft—rozciąg; siła pociągowa (np. konia).
Zugleine—linka ostrzegawcza (w pociągu kol.).
Zugorgan—cięgno.
Zugschraube—śruba pociągowa; ś. naciągowa.
Zugseil—ciągnica (kol. lin.); umlaufendes Z.—ciągnica okrężna.
Zugspannung—ciągnienie.

Zugspindel—śruba przesuwowa (tokarka).
Zugstärke (Schornst.).—siła ciągu.
Zugstange—pociągiel (wagonu kol.).
Zugvorrichtung—ciągło (wagonu kol.); ściąg.
Zulässige Spannung—naprężenie bezpieczne; n. dozwolone.
Zulage—zrąb, pierwszy dolny wieniec zrębin.
Zunge—jaz boczny (w obmurzu kotła).
Zungenspitze—śpic iglicy (zwrotnicowej) (kol.).
Zungenverbindungsstange—zespora (międzyiglicowa w zwrotnicy) (kol.).
Zungenvorrichtung—zwrotnica (kol.).
Zungenwurzel—osada (iglicy zwrotnicowej) (kol.).
Zusammengesetzte Festigkeit—wytrzymałość złożona.
Zusatzdynamo—prądnica wzmożna (el.).
Zusatzspannung—napięcie wzmożne (el.).
Zuschlage—top (kuźn.).
Zustandsänderung—zmiana stanu.
Zustandsgleichung—wzór (równanie) na stan.
Zuverlässig—zaufny.
Zwangslaufige Bewegung—ruch kierowany lepiej spętany.
Zwangsschiene, Leitschiene—prowadnica (kol.).
Zweibogenweiche—rozjazd w łuki (kol.).
Zweicylindermaschine—silnik dwucylindrowy.
Zweiflammrohrkessel—kocioł dwupłomienicowy.
Zweiphasenstrom—dwuprąd (el.).
Zweitakt—dwusuw (siln. gaz. i spal.).
Zweiweghahn—kurek zwykły, np. przelotowy.
Zwergkessel—kociołek małej zawartości.
Zwillingsmaschine—silnik bliźniaczy.
Zwischenbahnsteig—wsiad międzytorowy, (jednostronny lub obustronny).
Zwischengeschoss—półpiętrze (bud.).
Zwischensparren—krokiew jałowa (niewiązarowa) (bud.).
Zwischenstation—stacya pośrednia (kol.).
Zwischenträger—belka drugorzędna.
Zwischenwand—ściana przedziałowa.

## Rosyjsko-polski *)

spis alfabetyczny niektórych, ważniejszych wyrazów technicznych, zawartych w tomach I i II.

Абсолютная система мѣръ—bezwzględny układ miar.
— температура—temperatura bezwzględna.
Абсцисса—odcięta.
Авансортъ—przedporcie.
Адіабатическая кривая—krzywa adiabatyczna.
Азимутъ—odpołudnik (miern.).
Аккумуляторъ—akumulator, zasobnik, stadło wtórne (ogniwo).
— овъ батарея—rzesza zasobników.
— уравнительная батарея—rzesza wyrównawcza (zasobników) (el.).
— перезарядъ—naprądniać nadmiernie zas.
— помѣщеніе—zasobnia (el.).
Аксонометрическая проекція—półperspektywa.
Активная турбина—turbina odrzutna (t. rozpędowa).
Алебастръ—gips.
Алидада—celownica (miern.).
Амальгама—rtęcień.
Амальгамированный—nartęciony.
Амбаръ—towarownia.
Амперометръ—wskaźnik wielkości prądu, ampernik (el.).
Амьячная вода, оаг напатырный спиртъ—a) woda pogazowa (gaz.); b) woda amoniakowa (czysty rozczyn amoniaku).
Анкерная балка—belka podniebienna (nad paleniskiem parowozu).
— труба—ściągówka.
— болтъ—zespórka.
— скрѣпленія—ściągi.
Анкеръ балочный также штырь—kotew.
Антифрикціонная кривая—krzywa antyfrykcyjna, traktorya Huyghens'a.
Арматура (пар. котловъ)—osprzęt.
Архимедова спираль—spirala Archimedesa.
— винтъ—podnośnica śrubowa.
Асимптота—niemałtyczna.
Асимптотическая точка—punkt niedobieżności.
Аспидъ—łupek.
Астатическій регуляторъ—miarkownik niestateczny.
Астроида—krzywa gwiaździsta.
Ахроматическій—niebarwiący, np. ustrój soczewek.
Ахтерштевень—tylnica (okręt.).

Баба—baba.
Баббитъ—biały stop, biały metal.
Багажный вагонъ—wagon tłómokowy.
— отдѣленіе—przedział na tłómoki, p. tłómoczy (w wagonie); tłómokownia (w budynku dworcowym).
Базальтъ—bazalt, słupień.
Бакаутъ—drzewo gwajakowe.
Балка—belka.
— двутавровая—dwuteownik.
— Гербера—belka wspornikowa, belka wieloprzęsłowa z przegubami.
— многопролетная—belka (dźwigar) wieloprzęsłowa.
— поперечная—poprzecznica.
— продольная—podłużnica.
— свободная—belka osadzona jednym końcem zresztą swobodna.
— со сплошной стѣнкою—blachownica.
Балластъ—naciąż.
— —podsypka (w podtorzu kolejowem).
Балластный слой—podtorze żwirowe, łoże ż. (kol.).
— слой упругость—poddajność podtorza (kol.).
Бандажъ—obręcz (koła kol.).
Барабанъ (подъемной машины)—bęben (dźwigarki).
— веревочный (канатный)—bęben linowy.
— цѣпной—bęben łańcuchowy.
Башенка—wykusz.
Башмакъ—grot (pala).
— а лапа—łapa (grota).
Безконечный винтъ—ślimak.
Безопасная рукоятка—korba zabezpieczona.
Безсильный—bezmocny (el.).
Бензиновой двигатель—silnik benzynowy.
Бессемеровская груша—gruszka bessemerowska.
Бетонъ—beton.
— трамбованный—beton ubijany.
Бетонная кладка—mur ubijany, m. betonowy.
Биномъ Ньютона—dwumian Newtona.
Блокъ—krążek; wciąg.
— для канатовъ—krążek linowy.
Болтъ—sworzeń.
— анкерный (паров. котловъ)—zespórka.
Боровъ дымовой—czopuch.
Бортъ судна лѣвый—lewa strona statku.
— — правый—prawa strona statku.
Боштанга—wytaczadło.
Брандмауеръ—grodziżar.
Браунштейнъ—manganiak szary.
Бронза—bronz, spiż.
Брусъ—bal.
Будка швейцара albo сторожка—odzwiernia.
Буй—pława (w portach).
Букса—maźnica (całość bez panewek).
Буксовая вилка—widły maźnicowe (kol.).
Буксованіе—cwałowanie (parowozu).
Буравъ—świder (do drzewa); wiertło (do metali).

*) Wyrażenia rosyjskie zaczerpnięto przeważnie z rosyjskiego tłomaczenia podręcznika „Hütte".

Буферный стержень—tłuczek zderzakowy.
— тарелка—tarcza zderzaka.
Бушпритъ—dziobak (okręt.).
Бѣгуны—miażdżarka.
Бѣлый металлъ—stop biały.
Бѣль—biel.

Вагонъ. возъ—wóz, wagon.
— закрытый—w. ościeniony (tramwajowy).
— крытый—wagon kryty.
— объѣзженный—w. objeżdżony.
— открытый—w. niekryty (kol.); w bezścienny (tramwajowy).
— двигатель—wagon silnikowy.
— задній—wagon tylny (kol.).
— передній—wagon przedni (kol.).
— проходный—wagon przechodni (z korytarzem na wylot).
— прямого сообщенія—w. przechodzący (prowadzący do celu bez przesiadania).
— салонный—wagon bezprzedziałowy.
Вагранка—żeliwiak (kopułak).
Валъ колѣнчатый—wał wykorbiony.
Вальцовъ рядъ—zespół walcarek.
Ватерпасъ плотничій—krokiewka.
Ваттометръ—wskaźnik mocy, watnik.
Вентиляторъ лопастный—przewietrznik łopatkowy.
— винтовой—przewietrznik śrubowy.
— всасывающій—wywietrznik.
— вытяжной—wywietrznik.
— центробѣжный—przewietrznik odśrodkowy, bąk.
— цилиндрическій—wietrzak o tłokach zębnikowatych.
— пароструйный—dyszak parowy.
— пароструйный, всасывающій—wydyszak, dyszak wysysający.
— Пельцера—przewietrznik odśrodkowy z czerpakami paraboloidalnymi.
Вентиляціонный шахтъ—szyb przewietrzny.
Вентиляція вытяжная—wywietrzanie.
— зданія—zład przewietrzający.
Веревочный многоугольникъ—wielobok sznurowy.
— передача—napęd liną, n. linowy.
Вертикальное водяное колесо—koło wodne.
Вертушка Вольтмана—młynek Woltmanowski.
Верхнебойное колесо—koło wodne nasiębierne.
Весло, руль—wiosło; ster.
Верфь—okręciarnia (okręt.).
Верхнее строеніе—budowa wierzchnia, tor (kol.).
Вигладъ передній, задній, боковой—celowanie naprzód, wstecz, wbok (miern.).
Взрывъ—wybuch (kotła); wzbuch (w silniku spalinowym).
Вилліе—wężykowanie (parowozu).
Винтовая линія—linia śrubowa.
— нарѣзка—gwint.
— нарѣзка, прямоугольная—gwint płaski.
— нарѣзка, треугольная—gwint ostry.
— колесо—koło śrubowo uzębione.
— домкратъ—dźwignik śrubowy.
Винтъ—śruba napędna.
— безконечный—ślimak.
— водяной—podnośnica śrubowa.
— микрометренный—leniwka (miern.).
— передающій движеніе—śruba napędowa, ś. napędna, ś. napędcza.
— прессовой—śruba tłoczna; ś. tłoczarkowa.
Виртуальная длина—długość zastępcza (obrysu) (kol.).
Витворта нарѣзка—gwint Whitworth'a.
Вкладышъ—panew.
Включитель аккумуляторный—doprzęgarka (zasobnika) (el.).
Включитель—włącznik (el.).
— мгновенный—włącznik migowy.
— однополюсный—włącznik jednotorowy.
Включатели оправа—obsada z włącznikiem (el.).
Включеніе звѣздообразное—skojarzenie dośrodkowe (el.).
— параллельное—łączenie oboczne (el.).
Влажность (воздуха)—wilgoć; wilgotność (powietrza).
Вмазка котловъ—obmurze; obmurowanie kotła.
Вогнутость (кривой)—wklęsłość (krzywej).
Водобойное колесо—przelewnica łopatkowa (rzutnica).
Водоемное зданіе—baszta wodna; wodownia; stacya wodna.
Водоизмѣщеніе—wyporność.
Водомѣрное стекло—wodoskaz, szkło wodoskazowe.
Водоотдѣлитель—odkraplacz.
Водоподъемная машина—wywadniarka (górn.).
— колесо—przelewnica kubełkowa.
Водосливъ—przewał, upust, jaz (zatopiony).
Водоснабженіе—wodociągi.
Водоспускный кранъ—zawór (kurek) spustowy.
Водоструйный насосъ—strumienica wodna; smoczek wodny; dyszak wodny (do powietrza).
Водоуказательное стекло—wodoskaz; szkło wodoskazowe.
Водяная рубашка—obchłodek.
Водяное колесо—koło wodne.
— пространство котла—przestrzeń podwodna.
— горшокъ—odwadniacz.
— двигатель—silnik wodny.
— дюймъ—cal wodniczy.
— мѣшокъ—odnoga odwadniająca.
— столбъ—słup wody.
Воздуха очистка—odpylanie powietrza.
Воздуховыпускный кранъ (клапанъ)—kurek (zawór) odpowietrzający; sapek.
Воздуходувка—dmuchawa.
— цилиндрическая—dmuchawa tłokowa.
Воздухохранилищъ—czerpnia powietrza.
Воздушное пространство—cieśnina powietrzna (el.).

Воздушный колпакъ цасоса—powietrznik pompy.
— насосъ—pompa od powietrza.
— столбъ—słup powietrza.
Возможная работа силы—przysposobiona praca siły.
Вокзалъ—stacya (kolejowa); dworzec (= budynek).
— головной—dworzec czołowy (kol.).
— клиновидный—dworzec półwyspowaty (kol.).
— островной—dworzec wyspowaty (kol.).
Волнистое желѣзо—blacha falista, lepiej: falowana.
— желѣзо сводчатое—sklepieniasta blacha falowana.
— труба—rura falowana.
— труба, жаровая—płomienica falowana.
Вольтаметръ—wskaźnik napięcia, woltnik.
Вольтова дуга—łuk prądny (el.).
Воротъ—kołowrót.
Воспламенение (газовъ)—zapłonięcie; zapłon; zapłomienienie.
Впадина—zapadlina.
Вредное пространство—przestrzeń szkodliwa; niedosuw; niedosuwnia.
Вредныя движенія—ruchy uboczne (parowozu).
Временное сопротивление—wytrzymałość nietrwała.
Время существованія—okres trwania (budowli).
Врубка ласточкинымъ хвостомъ—wcios pletwowy.
— въ полъдерева—złącze na wcios (bud. kol.).
Врѣзъ—wrąb.
Воспламеняемость—wzbuchliwość.
Вторичный—wtórny (napięcie, uzwojenie i t. p.).
Втулка—tuleja.
Выключатель автоматическій—wyłącznik samoczynny (el.)
Выемка—przekop, wykop.
Выпырлие, величина выпырлія—wypur.
Выпуклость—wypukłość.
Выталкиваніе газовъ—wypychanie (w silnikach spalinowych).
Вытравитель—wytrawa (np. kwas do wytrawiania metali).
Вѣнецъ нижній—zrąb, pierwszy dolny wieniec zrębin.
Вѣроятности теорія—teorya prawdopodobieństwa.
Вѣсъ—waga.
Вѣсъ, удѣльный—ciężkość właściwa.
Вѣсы вагонные—waga podtorowa (kol.).
— мостовые—waga pomostowa.
Вѣтеръ, давленіе его—parcie wiatru.
Вѣтровыя связи—odwiatrowniki.
Вѣтряной мельницы колесо—koło wiatrakowe.
Вюрцбургскія нормы для паровыхъ котловъ—prawidła wyrcburskie.

Габаритъ—obrysie (gabaryt); г. подвижнаго состава—obrysie taborowe; г. приближенія строеній къ путямъ—obrysie torowe (kol.).
Гавань—port.
Газовый двигатель—silnik gazowy.
Газовая нарѣзка—gwint gazowy.
Газовникъ—ulatniak (siln. spal.).
Газъ—gaz.
— водородный—gaz wodnowęglany.
— генераторный—czad z gazownicy.
— доменныхъ печей—czad (gaz) wielkopiecowy.
— коксовый—gaz koksowniany.
— масляный—gaz tłustny.
— свѣтильный—gaz świetliwny.
— доменный—czad wielkopiecowy.
— кухонный—gaz kuchenny.
— для отопленія—gaz grzeiwny, g. grzejny.
— рабочій—gaz roboczy.
Газа измѣненіе состоянія—zmiana stanu gazu.
— добываніе—wyrób gazu.
— отдача—odbyt gazu.
— производство—gazownictwo.
— промыватель — очиститель — płóczka (gazu).
Газгольдеръ—gazieniec (w gazowni).
Газовый генераторъ—gaziarka; gazownica.
Газовая реторта—wygaźnica.
Газовыхъ ретортъ зданіе—wygaźnia.
Газовый заводъ—gazownia.
Газомѣръ—miernik gazu.
Газы отработанные—wydyszyny.
Гайка—naśrubek.
— съ закраиною—naśrubek z obrzeżem.
Галловея труба—garłacz Galloway'a
Галя цѣпь—łańcuch przegubowy.
Гальваническій элементъ—stadło (ogniwo) galwaniczne.
Гаффель—soszel (okręt.).
Гаффель—socha (okręt.).
Гвоздь—gwóźdź.
Геометрія кинематическая—geometrya kinematyczna, kinematyka.
Гибкое тѣло—cięgno.
Гигроскопическая вода—woda nawilżająca, wilgoć.
Гидравлика—hydraulika.
Гидравлическая подъемная машина—dźwig hydrauliczny.
Гидравлическій—hydrauliczny.
— запоръ—syfon.
— кранъ—żóraw hydrauliczny.
— прессъ—tłocznia, lepiej tłoczarka hydrauliczna.
— растворъ—zaprawa wodotrwała, z. podwodna.
Гидростатическое давленіе—ciśnienie hydrostatyczne.
Гипербола равнобокая—hyperbola równoramienna.
Гиперболоидъ—hyperboloid.
Гипоциклоида—hypocykloida.

Гистерезисъ—uporność magnetyczna (el.).
Главное напряженіе—naprężenie główne; n. pierwszorzędne.
Глубина—głębokość; głębizna (górn.).
Глухія соединенія валовъ—sprzęgła stałe, sztywne.
Гнейсъ—gnusiec (gnejs).
Гніеніе—próchnienie; próchnieć (na sucho).
Годографъ движенія—hodograf ruchu.
Головка болта—łeb śruby.
— заклепокъ—łeb i nakówek nita.
— рельса—łeb szyny.
— шатуна—łeb goleni korbowej.
Гольцементъ—warstwiec.
Гончарныя трубы—rury kamionkowe.
Горизонталь—warstwica.
Горка—grzbietnia (kol.).
Горловина—gardziel.
Горнъ—gar (wielkiego pieca).
Горный заводъ—kuźnica.
Горѣлка—palnik.
— бунзеновская—palnik bunzenowski, albo beziwiatły.
— плоская—palnik szczelinowy (lecz jego płomień „motylkowaty").
— регенераторная—palnik odzyskowy.
Горѣніе—spalanie, palenie.
Горѣнія остатки—wypaliny.
— продукты—spaliny.
Горючій матеріалъ—paliwo.
Градіентъ—tyś pochyłych.
Графическій—wykreślny.
Графостатика—statyka wykreślna.
Гребенчатая пята—czop grzebieniasty.
Гребной подшипникъ—pochwa przyśrubowa (okręt.).
Громоотводъ—odgromnik.
Грузильня угольная—naładówka węgla (dla parowozów).
— угольная наклонная—zesuwnia na węgiel.
Грузъ мертвый—ciężar nieruchomy.
— сосредоточенный—ciężar skupiony.
Грузоподъемная машина—dźwignica, dźwigarka, dźwignik, dźwig towarowy.
Гюйгенса траекторія—traktorya Hnyghens'a, krzywa antyfrykcyjna.

Давленіе—ciśnienie (cieczy); prężność (gazów).
— вѣтра—parcie wiatru.
— опорное—odpór wezgłowia, o. wezgłowiowy.
— рабочее пара—nadprężność pary.
— силы инерціи—nacisk od bezwładności.
— водоизмѣщенія—wypór (wody, płynów).
Дамба—tama, grobla, nasyp, grodza.
Дверь поворотная—drzwi (drzwiczki) pokrętne, d. na zawiasach.
— задвижная—drzwiczki lub drzwi: a) przesuwne (jedne), b) rozsuwne (para).
Двигатель—silnik.
— асинхроническій—rozprądnik nienadążny (el.).
— бензиновый—silnik benzynowy.
Двигатель водяной—silnik wodny.
— вѣтряной—wiatrak.
— газовый—silnik gazowy.
— двухтактный—silnik dwusuwny.
— живой—silnik żywy.
— калорическій—silnik cieplikowy.
— керосиновый—silnik naftowy.
— компаундъ—silnik sprzężony.
— крупный—silnik duży.
— малый—silnik drobny.
— нефтяной—silnik ropowy; s. na ropę naftową.
— паровый—silnik parowy.
— прокатной—silnik walcarski.
— тандемъ—silnik spółtłoczyskowy.
— тепловой—silnik cieplikowy.
— четырехтактный—silnik czworosuwny.
Движеніе—ruch.
— двустороннее—ruch nawrotowy.
— замедленное—ruch zwalniany.
— криволинейное—ruch po krzywej.
— несвободное—ruch krępowany.
— равномѣрное и неравномѣрное—ruch jednostajny i niejednostajny.
— равномѣрно замедленное—ruch równomiernie zwalniany.
— равномѣрно ускоренное—ruch równomiernie przyspieszony.
— ускоренное—ruch przyspieszony.
— свободное—ruch swobodny, ruch niekrępowany.
— центральное—ruch ośrodkowy.
Двойной кривизны кривая—krzywa podwójnej krzywości.
Двойная точка (кривой)—punkt zdwojony (krzywej), p. dwoisty, p. podwójny.
Двойное дѣйствіе—obustronne działanie (w silniku lub pompie).
Двутавровое желѣзо—dwuteownik.
Двухцилиндровая паров. машина—silnik parowy, dwucylindrowy.
Декарта листъ—liść Kartezyusza.
Деревострогательный станокъ—wiórarka (heblarka) do drzewa.
Державка—obsada (żarówki).
Детали машинъ—części maszyn.
Діагональ—przekątnia.
Діаграмма—nakres; wykres; wskaza.
Діаметръ просверливаемого отверстія—prześwit dziury.
Дилятаціонная труба—wydłużka.
Динамика—dynamika.
Динамо-компаундъ—prądnica sprzężona lub bocznikowo-głównikowa.
Динамомашина—prądnica (el.).
— съ внутренними полюсами—prądnica o biegunach ośrodkowych.
— съ внѣшними полюсами—prądnica o biegunach dośrodkowych.
— несамовозбуждаемая—prądnica obcowzbudna.
— съ одноименными полюсами—prądnica naprzeciwnobiegunowa.
— основная—prądnica głównikowa.
— съ перемѣнными полюсами—prądnica naprzemiannobiegunowa.

Динамомашина самовозбуждаемая—prądnica samowzbudna.
— съ трехфазнымъ токомъ—trójprądnica; trójprądnik.
— шунтовая—prądnica bocznikowa (el.).
Динамометръ Прони—hamownica Proni'ego.
Директриса—kierownica.
— параболы—kierownica paraboli.
Дисковый поршень—tłok tarczowy.
Дискообразный—tarczowaty, tarczasty.
Дифферентъ на корму—przegłębność tylna (okręt.).
— на носъ—przegłębność dziobowa (okręt.).
Дифференціальный полиспастъ—wciąg różnicowy.
— тормазъ—hamulec różnicowy.
— насосъ—pompa różnicowa.
Дифференціальное исчисленіе—rachunek różniczkowy.
Дифференціальное уравненіе—równanie różniczkowe.
Дифференціалъ—różniczka.
Дифференцированіе—różniczkowanie.
Діагональная крѣпь—krzepica (we więźbie dachowej).
Діаграмма (упругости пара въ пар. машинѣ)—wskaza, nakres, wykres (prężności pary w silniku).
Діаметры сопряженные—średnice sprzężone.
Діоптръ—przeziernik (miern.).
— глазной—przeziernik.
— предметный—celownik.
Діоритъ—zieleniec.
Днище цилиндра (пар маш.)—pokrywa.
— (паров. котловъ)—dno, dennica.
Долбежный станокъ—dłuciarka.
Домкратъ съ зубчатой рейкой—dźwignik zębnicowy.
— винтовой—dźwignik śrubowy.
— гидравлическій—dźwignik (lewar) hydrauliczny.
— прямого дѣйствія—dźwignik (lewar).
Домката, станина—więźba dźwignika
Допускаемое напряженіе—naprężenie bezpieczne; n. dozwolone.
Допускаемая нагрузка—nośność, obciążenie bezpieczne.
Дорога канатная—kolej linowa.
— — съ несущимъ неподвижнымъ канатомъ—kolej polinowa (wózek jedzie po linie).
— — съ несущимъ подвижнымъ канатомъ—kolej nalinowa (wózek spoczywa na linie krążącej).
— канатно-проволочная—kolej podrutowa.
— окружная—kolej obwodowa.
Доски лѣвая сторона—strona odbielna lub lewa.
— правая сторона—strona odrdzenna lub prawa.
Досягаемый—dosięgny.
Дренажная канавка—kanalik odsączny.
Дроссельный клапанъ—przepustnica.
— приборъ—przymykadło.
Дроссельтруба—tłumica (el.).
Дубильное вещество—garbowiny
Дуга (круга)—łuk.
Дуговая лампа—łukówka.
— лампа въ магистрали—łukówka główna (el.).
— лампа шунтовая—łukówka bocznikowa (el.).
Дымовая камера—dymnica (w parowozie).
— труба—komin, oddymnik.
— труба вытяжная—wydymnica.
Дымогарная труба—płomieniówka (pozioma).
Дымоходы (паров. котловъ)—kanały spalinowe; loty spalin.
Дыропробивной станокъ—przebijarka.
Дышло—wiązło (między kołami napędnemi parowozu).

Единица—jednostka.
— емкости—pojemnostka, np. farad.
— напряженія свѣта—jasnostka.
— свѣтовая—światłostka.
— силы магнитнаго поля—magnetostka.
— сопротивленія—oporostka (el.).
— теплоты—ciepłostka (cpł.).
— электрическая—jednostka elektryczna.
Елеваторъ—podnośnik.
Емкость—pojemność.

Жаровая труба—płomienica.
Желобокъ—żłobek.
Желобъ (вод. мельн.)—pogródka.
Желѣзная дорога—kolej.
— дорога воздушная—kolej nadziemna.
— дорога горная—kolej górska.
— дорога предгорная—kolej podgórska.
— дорога равнинная—kolej równinna.
— дорога уличная—kolejka nadrożna; tramwaj.
— дорога ширококолейная—kolej szerokotorowa (tor rosyjski).
Желѣзный блескъ—błyszcz żelazny.
— блескъ—iskrzyk żelazny.
Желѣзнякъ красный—żelaziak czerwony.
— магнитный—żelaziak magnetyczny.
— оолитовый—czerwony żelaziak naciekowy.
Желѣзо—żelazo.
— ковкое—żelazo kowalne.
— литое—żelazo zlewne, zleiwo.
— рифленое—blacha karbowana.
— сварочное—żelazo zlipne, ż. skowalne, albo wprost: żelazo.
Желѣзная труба—rura żelazna.
Желѣзнодорожный кранъ—żóraw kolejowy.
Жесткость—sztywność (usztywniać—usztywnić).
Живая сила—energia rozpędu, e. kinetyczna, praca rozpędu.
Живой двигатель—silnik żywy.
Жироочиститель—odtłuszlnik.

Забивка свай—bicie pali.
Заерошина—zadzior (np. na obrzeżu dziury wierconej w metalu); krawęź (dachu, strzechy).
Задвижка—zasuwa, zasówka.

Зажимъ—zacisk (jako przyrząd do zaciskania; kraniec (jako koniec przewodu w danym przyrządzie elektrycznym, franc. borne).
Зазоръ—luz.
Заклепка—nit.
Заклепочный шовъ—szew nitowany.
Заклепочное соединение—nicenie.
Заклепочный шовъ махматный — nicenie w zakosy.
Закругление переходное—łuk przejściowy (kol.).
Залъ—świetnica, salon, sala.
Замедление—zwolnienie.
Заплечикъ—przylga.
— дом. печи—spadki.
Запоръ. запорный приборъ—zawieradło.
Зарубка—zacięcie (kol.).
Заряжать—naiskrzać, naprądniać (el.).
Заступъ—rydel.
Затворъ переѣздный—rogatka (kol.).
Затяжка—jętka, najwyżej z dwóch lub kilku jętek położona, zwie się „grzędą" (bud.).
Зацѣпления зубовъ линія—linia przyporu zębów.
Зацѣпление циклоидальное—zazębienie cykloidalne.
— прямобочное—zazębienie prostoboczne.
— цѣвочное—zazębienie palczaste.
— развертками—zazębienie ewolwentowe.
Звено—dzwono; ogniwo.
— (трубы или котла)—pierściono.
Звѣздочка для цѣпей—krążek gniazdkowy.
Землечерпальная работа—pogłębianie (podwodne).
Земли добыча—dobycie, dobywanie (ziemi)
— давление—parcie ziemi, napór z.
— перевозка—przewóz ziemi.
Земляныя работы—roboty ziemne.
Зетобразное желѣзо—zetownik.
Змѣевикъ—wężowiec (minerał).
Змѣевикъ—szlak wężykowaty (kol.), wężownica (rura).
Знакъ молніи—godło pioruna (strzałkowate).
Зола—popiół.
Золотникъ (паровой)—suwak.
— раздѣленный—suwak dwupołówkowy.
— распредѣлительный—niezmian.
— расширительный — suwak - zmieniak, krócej zmieniak.
— качающійся—suwak pokrętny.
— со щелью—suwak rusztowaty.
— уравновѣшенный—suwak odciążony.
— двойной—suwak dwoisty.
Золотниковая коробка—skrzynka suwakowa.
Золотниковое зеркало—gładź podsuwakowa; g. podzmieniakowa.
Зубило—dłuto.
Зубца головка—wierzchołek zęba.
Зубчатая рейка—zębnica (drąg zębaty).
Зубчатка—zębnik (tryb).
Зубчатое колесо—koło zębate.
— колесо, коническое—stożek zębaty.
Зубчатый вѣнецъ—koło zębate storcowe.

Известь спущенная въ яму—wapno dołowane
Извести гашение—gasić: gaszenie (wapna).
Изгибъ—gięcie.
— продольный—boczenie, wyboczenie.
— сопротивление на—wytrzymałość na gięcie.
Измѣнение формы—odkształcenie.
Изолировать—zosobniać (el.).
Изолирующая оболочка—odzież (przewodu elektr.).
Изолирующее вещество—osobniwo (el.).
Изолирующій кружокъ—grzybek (el.).
Изоляторъ—kołpak porcelanowy (el.).
— osobniak (el.).
Изоляціонная масса—masa otulcza (od strat ciepła.
Изоляція (тепло)—otulina.
Изысканія—prace przedwstępne.
Индикаторъ—wskaziec.
Индикаторное давление—prężność wskazana.
Индикаторная діаграмма—wskaza.
— сила—moc wskazana.
Индукція электрическая—wzniecanie (elektryczne).
Инерція—bezwładność.
Инерціи эллипсъ—elipsa bezwładności.
— моментъ—moment bezwładności.
— ось—oś bezwładności.
Инжекторъ—smoczek, dyszak, strumiennica.
Инструментальная—narzędnia.
Инструменты дальнодѣйствующіе—przyrządy zdalaczynne.
Интегралъ—całka.
Интегральное исчисление—rachunek całkowy.
Интегрированіе—całkowanie.
Инфузорная земля—krzemkówka, martwica krzemionkowa.
Искроудержатель—odiskiernik.
Искровый индукторъ—iskiernik (el.).
Испаренія теплота—cieplik parowania (ciepło utajone).
Испарительная способность—ilokrotność odparowania.
Истеченіе жидкости—wypływ cieczy.
Истеченіе газовъ—wylot gazów.
Истопникъ—ogrzewca, obsługujący ogrzewanie.

Кабельный башмакъ—końcówka kabla (el.).
Калевка—ucios.
Калиброванная цѣпь—łańcuch dokładny.
Калибръ—wzorzec.
Калильная лампа, л накаливанія—żarówka.
— трубка—zapłonka (w silniku spalinowym).
Калильной лампочки группа—bańka (żarówki).
Калориферъ—nagrzewnica.
Калорія—ciepłostka.
Камень въ кулисѣ—przesuwek jarzma.
— ключевой—zwornik (bud.).
— опорный—wezgłownik (bud.).

Камень паяльный—cyniak.
— пробковый—korkowiec.
— тесовый—cios, kamień ciosowy.
— точильный—toczak.
Камера плюзная—komora przepustowa.
— газомотора—spalisko.
Каната часть набѣгающая, сбѣгающая—tok liny.
Канатная дорога—kolej powrozowa, lecz i tramwaj o ciągnicy okrężnej.
Канатный блокъ—krążek linowy.
— шкивъ—koło linowe.
Канатъ поддерживающій—nośnica (kol. linowa).
— тянущій—ciągnica (kol. lin.).
Канаты проволочные—liny druciane.
— пеньковые и хлопчатобумажные—liny konopne i bawełniane.
— передаточные—liny napędowe; l. napędne; liny napędcze
— подъемные—liny nośne, liny dźwignicowe, l. dźwigowe, l. wyciągowe (górn.).
Канделябръ—słupiec (latarniowy).
Карборизація—nawęglanie (gazu).
Кардіоида—kardioida (krzywa sercowata).
Касательная—styczna.
Касательное ускореніе—przyspieszenie po stycznej.
Катаракть жидкій—przytłumiak z cieczą.
Катающаяся балка—suwnica dźwigarkowa; dźwigarka przesuwna.
Катушка—zwojnica (el.).
— —cewka (do nawijania).
Квадратура—obliczenie pola (powierzchni).
Квадраты наименьшие, способъ—metoda najmniejszych kwadratów.
Кварцъ—twardziec (kwarzec).
Керосиновый двигатель—silnik naftowy.
Кизельгуръ—martwica (masa) krzemionkowa.
Киль—stępka (okręt.).
— поднять—wynurzyć stępkę (okręt.).
Кинематическая геометрія—geometrya kinematyczna (kinematyka).
Кипѣнія температура—temperatura wrzenia.
Кирка—oskard.
— —czekan.
Кирпичъ фасонный—kształtówka.
— плашмя—cegła na płask.
— пористый—cegła dziurkowata (gąbczasta).
— пустотѣлый—cegła dęta.
— пустотѣлый—cegła drążona (dziurowana).
— желобчатый—wpustówka.
Клапанъ—zawór.
— выпускной—zawór wydychowy.
— оборотный—zawór zwrotny.
— предохранительный—zawór bezpieczeństwa.
— редукціонный—przymykadło samoczynne.
Кливеръ—dziobel (żagiel trójkątny na dziobie żaglowca).
Клиновый прессъ—tłoczarka klinowa.
Клинъ—klin.
Клинкеръ—klinkier.
Клупъ—gwintownica.
Ковать—klepać, młotować.
Ковшъ—czerpak.
Ковши—przegrodki.
Козлы подъемные для паровозовъ—dźwigniki do parowozów.
Коксовальня—koksiarnia.
Колесная—kolarnia.
Колесникъ—kołodziej, a w warsztatach kol: więźbiarz.
Колесо—koło łopatkowe.
— безъ шины—koło bose.
— ведущее—koło silnikowe (parowozu).
— верхнебойное—koło nasiębierne.
— среднебойное—koło śródbierne.
— водоподъемное—przerzutnica, przelewnica łopatkowa.
— водяное—koło wodne.
— дисковое—koło tarczowate.
— конецевое—koło skrajne.
— коническое—koło zębate stożkowate, stożek zębaty.
— направляющее—stałka kierownicza (turbiny), wieniec kierownic.
— полуналивное—koło z podkoliną.
— зубчатое—koło zębate.
— поддерживающее—koło potoczne (kol.).
— спаренное—koło dowiązane (w parowozie).
— со спицами—koło sprychowe.
— среднее—koło pośrednie (między skrajnemi); k. środkowe (na środku osi) (kol.).
— фрикціонное—koło cierne.
Колесъ скатъ—zestaw kół (kol.).
Колея ширина—prześwit toru.
Количество движенія—wielkość rozpędu.
Коллекторъ кольцевой—pierścień zdawny (el.).
Колосникъ—rusztowina.
Колосники подвижные—ruszt drgawkowy.
Колосниковая рѣшетка—ruszt bez pali (bud.).
— рѣшетка наклонная—ruszt pochyłny.
Колосниковой рѣшетки общая поверхность—całkowita powierzchnia rusztu, pole rusztu.
— рѣшетки свободная поверхность—przewiewie (rusztu).
Колотушка—pobijak.
Колошникъ—gardziel.
Колошника отверстіе—paszcza.
— платформа—pomost.
Колпакъ воздушный—powietrznik.
Колчеданъ зернистый жел.—żelaziak bobiasty.
Кольцевая пята—czop pierścieniasty.
Кольцо—pierścień.
— круговое—pierścień koła, p. kołowy.
— цилиндрическое—pierściono.
— поршневое—pierścień, sprężyna tłoka.
Колѣно (трубы)—kolanko, krzywka.
Колѣнчатый валъ—wał wykorbiony.
Конель—odziomek.
Коммутаторъ—przerządnik (el.).
Компоундъ машина—silnik sprzężony.

Комплектныя колеса—koła skojarzone.
Комплектъ зубчатыхъ колесъ—dobór kół zębatych.
Компрессоръ—kompresor, lepiej sprężarka.
Конденсаторъ—skraplacz.
— объемный—skraplacz bezprzeponny.
— поверхностный—skraplacz przeponny, s. przeponowy.
— съ трубою—chłodnica z kominem.
Конденсація (пара)—skraplanie.
— отдѣльная—skraplanie samotne.
— центральная—skraplanie skupione.
Конденсаціонный горшокъ—odwadniacz.
Коническая муфта—zwężka.
Коническое зубчатое колесо—stożek zębaty.
Конопатить—utykać (okręt.).
Консоль—wspornik; naściennik.
Контактъ—styk (czynność lub miejsce stykania się); styczka; stycznik.
— штепсельный—przyrząd wtykowy (el.).
Контактное плечо—ramię zdawne (el.).
Контактный роликъ—krążek zdawny (el.).
Контръ-гайка—nakrętka.
Контръ-рельсъ—prowadnica (kol.).
Контръ-форсъ—przypora (kontrforsa) (bud.).
Конусъ—stożek; dysza (w dymnicy parowozu)
— (фасонная часть трубы)—zwężka.
Конхоида—konchoida, krzywa muszlowata.
Конхоидальное коромысло—prostowód konchoidowy.
Координаты—spółrzędne.
Коперъ—kafar; taranek.
— машинный—kafar dźwigarkowy.
— паровый—kafar parowy.
— ручной—kafar ręczny.
Коптовая обдѣлка—obgroda wykopu.
Корень—pierwiastek.
Коробка золотниковая—skrzynka suwakowa.
— подъемника—klatka dźwiga, kosz dźwiga (wyciągu w górn.).
Коромысло—wodzidło, prostowód.
— эллиптическое—prostowód elipsowy.
— конхоидальное—prostowód konchoidowy.
— главное—wodzik.
— лемнискатоидальное—prostowód lemniskatowy.
— обратное—odwodzik, nawodzik.
Косинусъ—dostawa.
Костыль—szyniak.
Котангенсъ—dotyczna.
Котелъ водотрубный—kocioł opłomkowy.
— маленькій—kocioł o małej zawartości, lepiej kocioł drobny.
— отдѣльный—kocioł samotny.
— паровый—kocioł parowy.
— паровозный—kocioł parowozowy.
— пароходный—kocioł parowcowy.
— стоящій—kocioł stojący.
— цилиндрическій—kocioł walczasty, walczak.
— цилиндрическій обыкновенный—kocioł jednowalczasty.
Котелъ цилиндрическій составной—kocioł wielowalczasty.
Котла установка—sadowienie kotła.
Кочегарная яма—podłaz (kol.).
Коэффиціентъ—spółczynnik.
— безопасности—spółczynnik bezpieczeństwa.
— полезности діаграммы—pełnota wskazy; pełnotliwość wskazy.
— полезнаго дѣйствія—sprawność.
— расширенія (тепл.)—spółczynnik rozszerzalności.
— тренія—spółczynnik tarcia.
— упругости—spółczynnik sprężystości.
Кранъ—żóraw; kurek.
— воздушный—kurek powietrzny, sapek.
— въ шахтахъ—żóraw z łożyskiem podziemnem.
— поворотный—żóraw obrotny; kurek z wylotem pokrętnym.
— поворотный съ тележкой—żóraw obrotny z kotem.
— желѣзнодорожный—żóraw kolejowy.
— мостовой—suwnica dźwigarkowa.
— на передвижныхъ козлахъ—suwnica bramiasta.
— съ качающейся укосиной—żóraw z chylnym wysięgnikiem.
— съ канатнымъ приводомъ—żóraw (suwnica) z napędem linowym.
— паровый—żóraw parowy.
— гидравлическій—żóraw hydrauliczny; ż. napędzany wodą.
— пробный (пар. котловъ)—kurek dozorczy.
— продувной—kurek spustowy.
— спускной (пар. котл.)—kurek spustowy.
— водяной—żóraw wodny.
Красноломкій—ogniokruchy (np. żelazo).
Краткое соединеніе—skrót, skrótować (el.).
Кремень—krzemień (skałka).
Кренъ—przechył, przechylenie (okręt.).
Крестовина—krzyż tokowy (kol.).
Крестовина, крейцкопфъ—krzyżulec.
— krzyżownica zwykła (jednodzióbowa).
— двойная—krzyżownica dwudzióbowa (kol.).
Крестовины острие—dziób krzyżownicy i jego śpic.
Крестовое желѣзо—krzyżownik.
Кривая—krzywa.
— коробовая—linia kabłąkowata.
— переходная—łuk przejściowy (kol.).
— плоская—krzywa płaska.
— вогнутая—krzywa wklęsła.
— выпуклая—krzywa wypukła.
— двойной кривизны—krzywa przestrzenna.
Кривизна (круга)—krzywość (koła).
Кривизны центръ—środek krzywości.
— радіусъ—promień krzywości.
Криволинейное движеніе—ruch krzywolinijny, ruch po krzywej.
Кривое ложе водянаго колеса—podkolina.
Кривошипъ—korba.
— съ кулиссою—krzyżulec na korbie.

Кристаллическая вода—woda krysztaląca.
Кричное производство—uszczerzanie żelaza (kuźn.).
Кровля—kryćba, pokrycie dachu.
Кронштейнъ—wspornik.
Круглая пила—piła tarczowa; piłak tarczowy.
Круглякъ—kraglak.
Круговая функція—funkcya kołowa.
Круговое кольцо—pierścień koła.
Круговой секторъ—wycinek koła.
— сегментъ—odcinek koła.
— процесъ—przebieg kołowy; p. okrężny.
Кругъ—ława pokrętna (wagonu).
— кривизны—koło krzywości.
— перегиба—koło zwrotowe.
Кружала—krążyny (bud.).
Крыло крестовины—skrzydło krzyżownicy.
Крышка цилиндра—pokrywa cylindra.
Крюкъ—hak.
— сцѣпной—hak pociegla, h. pociągielny (wagonu kol.).
Ксилолитъ—trocinowiec (ksylolit).
Кубъ—kostka, sześcian prawidłowy.
Кубическая парабола—parabola sześcienna.
Кузнечный прессъ—kuźniarka (tłoczarka kuzienna, hydrauliczna).
Кузница—kuźnia.
Кулакъ—ksiuk; kieł; kułak.
Кулачный молотъ—młot wahakowy.
Кулиса—szatkownica, wlotnica wielokrotna (koło wodne).
Кулиса—jarzmo (siln. par.).
— винтовая—nastawnica śrubowa.
Куполъ—kopuła, bania (bud.); kołpak, lepiej dzwon parowy (kotły).
Коэффиціентъ непроводимости—spółczynnik nieprzewodności.

Лазъ (паров. котловъ)—właz, wyczystka.
Лампы накаливанія державка—trzonek żarówki.
— накаливанія укрѣпленіе—obsada żarówki.
Латунь—mosiądz.
Лебедка—dźwigarka.
Леблана муфта—sprzęgło rozłączne, o walcach ciernych (Leblanc'a).
Лежень—przycieś, podwalina.
— продольный—podkład podłużny (kol.).
Лемниската—lemniskata.
Лемнискатоидальное коромысло—prostowód lemniskatowy.
Лента—taśma (miernicza).
Лещадь—spodek.
Линія давленія—naporowa, linia n.
— нагрузки—wykresowa obciążeń.
— силъ—szlak magnetyczny, lecz jako jednostka natężenia pola: magnetostka.
— ядра сѣченія—obrys rdzenia.
Листъ Декарта—liść Kartezyusza.
— котельный—arkusz blachy kotłowej.
Литейная—żeliwnia.
Литейное дѣло—odlewnictwo.
— дѣло—żeliwnictwo.
Лобовой молотъ—młot wahakowy z nosem.
Логарифмическая спираль—spirala logarytmiczna.
Логарифмъ—logarytm.
— натуральный—logarytm naturalny.
Лодка—łódź, łódka, czółno.
Ломь—druzg.
Ломъ—łamak (zamiast „łom", który ma już kilka innych znaczeń).
Лопастный вентиляторъ—przewietrznik łopatkowy.
Лопата—szufla; łopatka (turbiny).
Лотковое желѣзо—blacha sklepieniasta.
— желѣзо—blacha nieckowata, albo wypuklasta.
Лошадиная сила—moc konia, koń mechaniczny. M.
Луна—łupa (kuźn.).
Лѣсной матеріалъ—budulec.
Лѣсопильная рама—piła tartaczna, trak tartaczny.
Люкъ—czeluść okrętowa.

Магнитное возбужденіе—wzbudzanie (magnetyczne).
— поле—pole magnetyczne.
— разсѣиваніе—usmyk magnetyczny.
Магнитный полюсъ—biegun magnesu.
— сердечникъ—rdzeń magnesu.
Магнитодвижущая сила—usił magnetyczny.
Мазь—maź.
Максимумъ—największość.
— относительное—największość względna.
Манесмана труба—rura Manesmanowska.
Манжетъ—cholewa, lepiej natłoczka (skórzana).
Манометръ—manometr.
— перепончатый—manometr przeponowy, m. o przeponie.
— повѣрочный—manometr sprawdzający.
— трубочный—manometr rurkopręźny.
Маріотта законъ—prawo Mariotte'a.
Машина водостолбовая—tłokowy silnik wodny.
— рабочая—silnica, maszyna robocza.
Машинное помѣщеніе—silnicznia.
Масса—masa.
Мастерская фотографическая—świetlica, atelier (malarskie, fotograficzne i t. p.).
Мастерская—wyrobnia.
— ремонтная—naprawnia.
Матрица—podbijka; podtłoczka (matryca).
Маховое колесо—koło rozpędowe.
Мащтабъ—wymiarka.
Материкъ—grunt dziewiczy.
Маховичекъ—pokrętło, kółko pokrętne.
Мачта—maszt.
Машинная—silnicznia.
Машинное зданіе—silnia.
Машина съ расширеніемъ пара—silnik rozprężny.
— для раствора—zaprawiarka.
Маятникъ—wahadło.
Междуэтажное помѣщеніе—półpiętrze (bud.).

Мензула—stolik (mierniczy).
Мертвое положеніе поршня—zwrot, punkt zwrotny.
Металлургическій заводъ—kuźnica.
Металлургія—kuźnictwo
— желѣза—kuźnictwo żelaza.
Метацентръ—nibyśrodek.
Метчикъ—gwintnik.
Метчикъ—gwinciak.
Метельникъ—odgarniacz.
Механизмъ кривошипа и шатуна—napęd korbowy.
Механика—mechanika.
— строительная—statyka budowlana
Механическая теорія теплоты—mechaniczna teorya ciepła.
Механическій эквивалентъ теплоты—mechaniczny równoważnik ciepła, (praca równoważna ciepłotce).
Минимумъ—najmniejszość.
— относительное—najmniejszość względna.
Мнимая величина—wielkość urojona.
Многоугольникъ—wielokąt.
— правильный—wielokąt prawidłowy.
— силъ—wielobok sił.
— веревочный—wielobok sznurowy.
Модуль упругости—spółczynnik sprężystości.
Молотъ—młot.
— кулачный—młot wahakowy.
— паровый—młot parowy.
— фрикціонный—młot cierny.
Моментъ пары силъ—moment pary sił, lepiej m. dwusiłu
— вращающій—moment obrotu; moment wywracający.
— статическій—moment statyczny.
— инерціи—moment bezwładności.
— сопротивленія—moment wytrzymałości.
— устойчивости—moment stateczności.
Монастырскій сводъ—sklepienie kopankowate (klasztorne).
Монтежюсъ—przetłaczarka parowa, ssawa parowa, montejus.
Мостовой быкъ—filar mostowy.
— кранъ—brama z dźwigarką.
Мостъ арочный—most łukowy.
— висячій—most wiszący.
— подъ обыкновенную ѣзду—most drogowy; m. uliczny.
Моста полотно—pomost.
— проѣзжая часть—jezdnia mostu.
Мотыль—rękojeść, korba
Мощность максимальная—moc krańcowa.
Муфта соединительная—sprzęgło.
— кулачная—sprzęgło kłowe.
— створчатая—sprzęgło łubkowe.
— шарнирная—sprzęgło przegubowe.
— фрикціонная—sprzęgło cierne.
Мѣдь красная—miedź.
— желтая—mosiądz, bronz.
Мѣсто—siedza.
Мѣшокъ резиновый—płócо gumowe (silnspalin.).
Мягкій припой—lut miękki.
Набережная—ulica nadbrzeżna, nadbrzeże.
Набивка кожаными манжетами—uszczelnienie cholewą, lepiej natłoczką skórzaną.
Набивка (сальниковъ)—szczeliwo.
Навивка кольцевая—uzwojenie napierścienne (el.).
Навѣсъ надъ путями—wiata dworcowa.
Нагрузка нормальная—obciążenie ustanowione.
Нагрѣвая поверхность непосредственная—powierzchnia opłomieniona.
Нагрѣватель—grzejnik.
Нагрѣвательная камера—nagrzewnia.
Нагрѣвательное устройство—zład ogrzewczy.
Нагрѣвательный приборъ трубчатый—grzejnik drabinkowaty.
Надпись на чертежѣ—p wpis.
Наждачная шайба—krążek szmyrglowy.
Нажимъ Прони—hamownica Prony'ego.
Наименьшіе квадраты, способъ—metoda najmniejszych kwadratów.
Накаливающееся вещество—żarzywo.
Накипь—przywara.
Накладка—łubka.
Накладка—nakładka
Накладки зетобразныя—łubki zetownikowe (kol.).
— угловыя—łubki kątownikowe (kol.).
— фасонныя—łubki kształtowe (kol.).
Наклонная плоскость—pochylnia.
Намѣръ—namiar (kuźn.).
Наковальни фундаментъ (массивъ)—kłodzisko.
Наконечникъ—wylot.
Наполненіе (паров. машинъ)—napełnienie.
Направляющая—obwodnica, prowadnica.
— лопасть—kierownica.
— полоса—prowadnica.
Напряженіе допускаемое—naprężenie bezpieczne, n. dozwolone.
— междужелѣзное—napięcie międzykrańcowe (el.).
— нормальное—naprężenie normalne.
— главное—naprężenie główne; n. pierwszorzędne.
— полюса—natęż bieguna (magnetycznego).
Нарѣзка винта—gwint śruby.
— для газовыхъ трубъ—gwint na rury gazowe, gwint gazowy.
Насадка—wylot nasadzany, nasadka.
Насосъ—pompa.
— водо- пароструйный—strumiennica wodna, wzgl. parowa, smoczek i t. p.
— воздушный—pompa od powietrza, p. próżniana.
— дифференціальный—pompa różnicowa.
— поршневой—pompa tłokowa.
— центробѣжный—pompa odśrodkowa.
Настилъ желѣзный—pomostownik.
Насыщенный паръ—para nasycona.
Натуральные логариѳмы—logarytmy naturalne.
Натяжный роликъ—krążek wyprężający.

Необратимый процессъ—przebieg nieodwracalny.
Неопредѣленность—nieokreśloność.
Непроводимость—nieprzewodność (elektryczna).
Непроводникъ—nieprzewodnik (el.).
Непроницаемая переборка—grodziec (okręt).
Неравномѣрность маховика—niejednostajność biegu koła rozpędowego.
— регулятора—niejednostajność miarkownika.
Несвѣтящее пламя—płomień nieświetliwy, p. bezświatły.
Нечувствительность регулятора—nieczułość miarkownika.
Нивеллиръ—poziomnik (miern.).
Нивеллировочный журналъ—dziennik poziomniczy (miern.).
Нижнее строеніе (полотно)—poddroże (kol.).
Ножъ (вѣсовыхъ рычаговъ)—rzez.
— долбежный—strużak.
Ножница—przecinarka.
Нониусъ—noniusz (drobnomiar).
Норія—podnośnica kubełkowa.
Нормаль къ кривой—normalna krzywej.
Нормальное ускореніе—przyspieszenie po normalnej.
— напряженіе—naprężenie normalne.
Нормы Гамбургскія для паров. котловъ—prawidła hamburskie.
Нырялo—nurnik.
Ньютона биномъ—dwumian Newtona.

Обдѣлка (кирпичемъ)—wykładzina.
Обелискъ—obelisk.
Обертывающая кривая—krzywa obwijająca (geom.); k. odtaczająca (kinem.).
Обжимка—nakównik.
Облицовка—licówka (bud.).
Облицовочный рядъ на ребро—cegła na ząb.
Обмотка—oplot, omotanie (el.).
Обмотка—uzwojenie (układ zwojów); nawój (zwoje nawinięte) (el.).
— барабанная—uzwojenie nabębenne (el.).
— петлевая—uzwojenie pętlicowe (el.).
Обмѣръ воды—pomiar wody.
Ободъ колеса—wieniec koła.
Обратная величина—ilość odwrotna.
Обратимый процессъ—przebieg odwracalny.
Обрѣзки—krajki (przy cięciu blachy do formatu); skrawki (odcinki przy wycinaniu z formatu).
Обрѣзъ, берма—odsada.
Обрѣзъ—wysadzenie; wysadzka; odsadzka.
Обрѣшетина стропильный прочелъ—leźnia, płatwa (bud.).
Обдѣлка откосовъ—roboty stokowe.
Обшивка—poszycie okręt.).
Объемъ—objętość; zawartość.
Огарина—zendra.
Однородный—jednolity.
Окалины—młotowiny.
Окраска—powłoka.
Окружность (круга)—obwód (koła).
Олово—cyna.
Оловяныя трубы—rury cynowe.
Опасное сѣченіе—przekrój niebezpieczny, p. rozłamujący się.
Опока—skrzynia odlewnicza.
Оползень—osuw.
Ополокъ—okrajka (oblader).
Опора—wezgłowie (np. sklepienia).
Опора, реакція ея—odpór podpory.
— на каткахъ—łożysko na walcach.
— шарнирная—łożysko przegibne.
Опорный моментъ—moment nadpodporowy.
Опредѣленные интегралы—całki oznaczone.
Опредѣлитель—wyznacznik.
Оранжерея—cieplarnia.
Ордината, красная отмѣтка—pionik (miern.)
Осадка—zagłęb (okręt.).
Острякъ—iglica (kol.).
Остряка корень—osada iglicy (zwrotnicowej) (kol.).
— острie—śpic iglicy (zwrotnicowej) (kol.).
Остряковая стяжка—zespora (międzyiglicowa w zwrotnicy) (kol.).
Ось—oś.
— нейтральная—oś obojętna.
— свободная—oś swobodna.
— свободная направляющая—odchylna oś swobodna (kol.).
Оси сопряженныя—osie spółnastawne (kol.).
Основаніе зубца—pień zęba.
Остановъ—wstrzymnik.
— зубчатый—wechwyt zębaty.
Остановочный пунктъ—postanek, postojnia.
Острія (вѣсовъ)—rzezy.
Отбросы—odpadki.
Отводъ чугунный—krzywka żeliwna.
Отдача—ślizg (pozorny i rzeczywisty) (okręt.).
Отжигать—wyżarzać.
Откоса укрѣпленіе—odzież (brzegów, stoków).
Открытый мостикъ—przepust (kol.).
Отливка душниковая—odlew rdzeniowy.
— открытая—odlew otwarto lany.
— въ опокахъ—odlew skrzyniowy.
Отопленіе—ogrzewnictwo.
— водяное съ быстрою циркуляціею воды—ogrzewanie wodne szybkokrążne.
— паровое—ogrzewanie parowe.
— паровое пустотное—ogrzewanie parowe próżniane.
— самостоятельное—ogrzewanie niezespolone.
— центральное—ogrzewanie zespolone.
Отопливатель—ogrzewnik.
Охладительная смѣсь—mieszanina ochładzająca.
Охлажденіе обратное—studzenie.
Очагъ—palenisko.
Очертаніе зубца—zarys zęba

Паденіе свободное въ безвоздушн. пространствѣ—spadanie swobodne w próżni.
Пазъ—szczelina.
Пакгаузъ—towarownia.
Пакетъ—snopiec; snopcowanie (kuźn.).
Палецъ—ksiuk.

Палуба верхняя—pomost górny (okręt.).
— задняя—pokład tylny (okręt.).
— передняя—pokład przedni (okręt.).
Панель—chodnik.
Пара силъ—para sił (dwusił).
Парабола—parabola.
— кубическая—parabola sześcienna.
— полукубическая — parabola półsześcienna.
Параболоидъ—paraboloid.
Параллелипипедъ—równoległościan.
Параллелограмъ силъ—równoległobok sił.
— скоростей отн. ускореній—równoległobok prędkości, wzgl. przyspieszeń.
Параллельная перспектива — półperspektywa.
Параметръ—parametr.
Парапетъ—podoknica, deska parapetowa.
Паровозъ—parowóz.
— тендерный—tendrzak (kol.).
— а дерганіе—szarpanie (parowozu).
— а качаніе—kołysanie się (parowozu).
Паровозный сарай—parowozownia.
Паровосборная—parowozarnia.
Паровый котелъ—kocioł parowy.
— котелъ: объемъ воды и пара—zawartość pary i wody; przestrzeń nadwodna i podwodna.
— — горизонтальный—kocioł parowy leżący.
— — вертикальный—kocioł parowy, stojący.
— — съ жаровыми трубами—parowy kocioł płomienicowy.
— — съ прогарными трубами — parowy kocioł płomieniówkowy.
Парового котла днище—dno kotła; dennica kotła par.
— — вмазка—obmurze; obmurowanie kotła par.
— — арматура—osprzęt kotła par.
— — топочный гарнитуръ—obsada paleniskowa kotła par.
Паровый кранъ—kurek parowy, zawór p.
Паровая машина—silnik parowy.
— — быстроходная—silnik parowy, szybkobieg.
Паровой машины расходъ пара—rozchód pary silnika par.
Паровая машина компаундъ—silnik parowy sprzężony.
— — многоцилиндровая—silnik parowy, wielocylindrowy.
— — трехцилиндровая — silnik parowy trójcylindrowy.
Паровый молотъ—młot parowy.
— цилиндръ—cylinder parowy.
Паромъ—prom.
Парораспредѣленіе—rozrząd pary.
— золотниковое—rozrząd suwakiem.
Парораспредѣлительный механизмъ—stawidło.
Парораспредѣлительно-расширительный механизмъ—stawidło zmieniakowe.
Парораспредѣленіе кулиссами—rozrząd pary jarzmem lub jarzmowy.
Пароструйный приборъ (инжекторъ)—strumiennica parowa, smoczek.
— вентиляторъ—dyszak parowy.
Парусъ—żagiel.
— на реяхъ—rejel (okręt.).
Паръ—para.
— мятый—para wydychowa.
— насыщенный—para nasycona.
— отработанный—para odlotowa.
— перегрѣтый—para przegrzana.
Патрубокъ—przyłącze (odnoga przyłączna).
Паукъ—pająk.
Паяльная лампа—lutownica.
Паяльникъ—lutownik.
Пемза—pumeks (gąbczak).
Пеньковый канатъ—lina konopna.
Первичный — pierwotny (nawój, napięcie przetwornika) (el.).
Переключитель—przełącznik (el.).
Переводная штанга—przesuwnik (zwrotnicy (kol.).
Перегиба точка—punkt zwrotny.
— полюсъ—biegun zwrotowy.
Перегонка—przekraplanie.
Перегрѣватель—przegrzewacz.
Передача—napęd; przystawka.
Передаточное число—przełożenie, t. j. stosunek w przekładni.
Пережечь—zeskwarzyć.
Перемѣна воздуха—wymiana powietrza.
— хода, механизмъ для онаго — stawidło odwrotcze, s. nawrotcze, nawrotnica.
Перемычетъ дверной (оконный)—okładzina np. odrzwicy, ościeżu, oboknia i t. p.
Перепонка—przepona.
Перестановка—przemiana (permutacya).
Пересытить—przegłównić (el.).
Пережигать—przepalić (wapno).
Переѣздъ—przejazd (kol.).
Періодъ—okres.
Періодъ—częstotliwość drgawek (rozprądu) (el.).
Перо весла—pióro wiosła; pióro steru.
Перонъ, платформа—wsiad, peron.
Песковдувка—dmuchawa piaskowa.
Песочница—piaseczniea.
Пестикъ—stępor.
Печь газовая—gaziak.
— генераторная—czadnica (piec).
— доменная—wielki piec.
— и — ей газоприемникъ—czadnia wielkiego pieca.
— — газъ—czad wielkopiecowy.
— — горнъ—gar wielkiego pieca.
— — заплечикъ—spadki wielkiego pieca.
— — колошникъ—gardziel wielkiego pieca.
— — распаръ—przestron w. pieca.
— — шахта—szyb w. p.
— — сырой ходъ—zimny bieg wielkiego pieca (gdy grozi zamarzlisko).
— известковая—wapienniak.
— колосниковая—piec półczadnicowy.
— съ насыпнымъ топливомъ—piec zasypny.
— обжигательная—prażak (kuźn.).
— пламенная—płomieniak.

Печь ретортная—piec wygaźnicowy.
— сварочная—zlipiak, piec zlipczy.
— тигельная—tyglak.
Пила—piłak; piła.
— для металла—piła do metalu.
— круглая—piła tarczowa.
— ленточная—piła taśmowa.
— фигурная—wyrzynarka.
Пирамида—ostrosłup.
Пирометръ—pyrometr.
Питания мѣсто—punkt dosyłowy (el.).
Плаваніе тѣлъ—pływanie ciał.
Плавка—top (rodz. m.) (kuźn.).
Плавленіе—topienie.
Плавленія теплота—ciepłik (ciepło) topnienia.
Плавящійся предохранитель — bezpiecznik (topniakowy).
Планиметръ—powierzchnik, planimetr.
Планъ расположенія—plan położenia, p. sytuacyjny.
Пластичный—ogniotny.
Плата за отопленіе—ogrzewne.
Платформа боковая пассажирская—wsiad przytorowy.
Плашка—gwintnica
Плетень—opłotek.
Плита плоская—płyta płaska.
Плоскость—płaszczyzna.
— касательная—płaszczyzna styczna.
— жесткая—płaszczyzna sztywna (kinem.).
Плотина—jaz.
Площадка лѣстницы—zawrat (bud.).
Площадь—pole; powierzchnia; plac.
Плывунъ—kurzawka, mułek.
Поверхность грунта—naziom.
— прикосновенія пламени—powierzchnia ogrzewana spalinami, powierzchnia opłomieniona.
— нагрѣва (котла)—powierzchnia ogrzewana, p. ogrzewalna (kotła).
Поверхностная конденсація—skraplanie naprzeponne.
Поверхностный холодильникъ—skraplacz przeponowy.
Повозка—wóz; wozidło.
Поворотная машина—pokręcarka.
Поворотный кругъ—obrotnica.
Поглотитель дыма—obezdymiak.
Погрѣшность наблюденія—błąd spostrzegania.
Подъ печи (напр. пудлинговой)—żarowisko (np. pieca pudlingowego).
Подача ножа—podsuw noża; przesuw noża.
Подвижное соединеніе валовъ—luźne sprzęgnięcie wałów, a więc: suwliwe, wahliwe, giętkie, albo sprężynujące.
Подвижный грузъ—obciążenie ruchome.
Подѣсной стулъ (стойка)—storczyk, jeżeli z jednego kawała drzewa; lisica (dwie lisice, para lisic), gdy dwa bale w postaci dyb zastępują storczyk.
Подкасательная—podstyczna.
Подкладка—podkładka z nadchwytem (kol.).
Подкова цилиндрич.—kopyto walcowe.
Подливное колесо—koło wodne podsiębierne.
Подножка—chodnica (wzdłuż wagonu).
Поднормаль—podnormalna.
Подогрѣватель—podgrzewacz, ogrzewacz.
Подпорная стѣнка—mur wsporczy.
Подпоръ воды—podpór (wysokość podparcia wody).
— пара—dławienie pary.
Подпруда, плотина глухая—upust, jaz.
Подпружная арка—podłęcze (bud.).
Подшипникъ—łożysko storcowe, spodnie.
Подсыпка песку—podsyp piaskowy (pod posadę budowli).
Подушка каменная—cios podpoduszkowy.
Подшивка—podbitka.
Подшипникъ—łożysko, panewka.
— качающійся—łożysko pochylne, wahliwe.
— подѣсной—łożysko wiszące.
Подъемный козелъ—dźwignik.
Подъемная машина—dźwignica, a więc dźwignik; dźwigarka; dźwig; wyciągarka; wyciąg (kopalniany).
— — гидравлическая—dźwignica hydrauliczna.
— — съ ныряломъ—dźwig nurnikowy.
Подъемникъ—dźwig; dźwignik.
Подъемъ—podnios (wysokość podnoszenia), wznios (np. w metrach); wzniesienie np. w %).
Показаніе—przeczyt (miern.).
Поле вращающееся—pole wirujące (el.).
— перемѣнное—pole przemienne (el.).
Поля напряженіе—natężenie pola (el.).
Полезное давленіе пара—prężność pożytkowa.
Полезности діаграммы коэффиціентъ—pełnota wskazy; pełnotliwość w.
Ползунъ—krzyżulec.
Полиспастъ—wciąg.
Политропическая кривая—krzywa politropiczna.
Полоса ноэса—taśma pasa (np. w blachownicy).
Полосовое желѣзо—płaskownik.
Полотно—torowisko (plant) (kol.).
Полотно—poddroże.
Полуналивное колесо водяное—koło wodne, śródbierne.
Полъ сточный—ściekiew (pod zbiornikiem wody).
Полюсный путь—tor bieguna, biegunowy.
Полюсъ вращенія—biegun obrotu.
Полярное уравненіе—równanie biegunowe.
Полярный моментъ инерціи—biegunowy moment bezwładności.
Полярная система координатъ—układ spółrzędnych biegunowych.
Помостъ свалочный—zesuwnia, zrzutnia.
Поперечина—podkład poprzeczny.
Поплавокъ—pływak; zawór (kurek) pływakowy.
Порохострѣльная работа—rozsadzanie.
Поручи—poręcz, podręcze.
Портень—tłok.
— дисковый—tłok tarczowy.
Поршневое кольцо—pierścień tłokowy, sprężyna tłokowa.

Поршневой стержень—tłoczysko.
— насосъ—pompa tłokowa.
Поршневаго пути діаграмма — wykresowa drogi tłoka.
Постелистый—położysty (np. kamień).
Постъ машиниста—stań, stanowisko silniczego.
Потенціалъ—potencyał.
Потери желѣза—straty na żelazie (kuźn.);
Потвенное колесо, водяное—koło wodne, podsiębierne.
Поясъ—pas.
— подъемной м.—taśma dźwignicowa.
Правильный ходъ печи—zdarny bieg pieca (kuźn.).
Предохранительный клапанъ—zawór bezpieczeństwa.
— колпакъ—kaganiec (żarówki).
Предѣльная нагрузка—obciążenie krańcowe.
— турбина—turbina odrzutna, o strumieniu ujętym.
Предѣлъ пропорціональности—granica proporcyonalności.
— упругости—granica sprężystości.
Преобразованіе координатъ—przemiana spółrzędnych.
Препятствіе—opór podniecony (el.).
Прессъ—tłocznia, lepiej tłoczarka.
— винтовой—tłocznia (lepiej tłoczarka) śrubowa.
— гидравлическій—tłocznia (lepiej tłoczarka) hydrauliczna.
Приведеніе въ ходъ—rozruszanie (np. silnika).
Приводные ремни кожаные—skórzane pasy napędne, albo pędniane.
Приводный валъ—wał pędniany (transmisyjny); w. napędny.
— канатъ проволочный—druciana lina pędniana, albo napędna.
Приводъ—pędnia.
— конный—kierat.
Призма—pryzmat, graniastosłup.
Проводка пара—dolot pary.
Проводникъ—a) przewodnik (ciało przewodzące elektryczność), b) przewód (prądu elektrycznego).
— ведущій—przewód zdawny (el.).
— полевой—przewód obojętny (el.).
— самоиндукціонный — przewód samowzniętny (el.).
Проводность—przewodność (el.).
Проводъ замкнутый—obwód prądu (el.).
— обнаженный—przewód goły (el.).
— питательный—przewód dosyłowy (el.).
— распредѣлительный—przewód rozsyłowy (el.).
— уличный—przewody uliczne, p. poduliczne.
Проводы наружные—a) przewód zewnętrzny (napowietrzny), b) przewód skrajny.
Проволока—drut.
— пробирная—drut dozorowy (el.).
Проволочный канатъ—lina druciana.
— гвоздь—druciak.
Провѣтриваніе естественное—przewietrzanie samoistne.
— искусственное — przewietrzanie pobudzane.
Провѣшиваніе прямыхъ—wytykanie (linii prostych)
Прогарная труба—płomieniówka (pionowa).
Прогибъ—ugięcie.
Продольный изгибъ—wyboczenie.
Продуктъ—wytwór (wyrób).
Проекціи аксонометрическія—półperspektywa.
Проекціонный аппаратъ—rzutownica.
Прожекторъ—najaśnica.
Производительность—moc (silnika); wydajność (kotła); wytwórczość i t. p.
Прокатка процессъ—przebieg walcowania.
Прокатная—walcownia.
Прокатной станъ отдѣлочный—walcarka wykończająca.
Прокладка—wkładka; uszczelka.
Пролетъ—rozpiętość.
Промежутокъ—rozkres (czasu).
Промежуточная платформа—wsiad międzytorowy (jednostronny lub obustronny).
Промежуточный резервуаръ—pośredek, lepiej przelotnia (receiver).
Прони нажимъ—hamownica Prony'ego.
Пропорціональности предѣлъ—granica proporcyonalności.
Просачиваніе—przeciek (okręt.).
— воды—przesiąkanie wody.
Противовѣтренная сторона — strona zawietrzna (okręt.).
Противодавленіе — przeciwciśnienie; przeciwprężność.
Протокъ жидкости—przepływ cieczy.
Профиль—obrys, profil.
— (зубца)—zarys (zęba).
Процентъ сложный—procent składany.
Процессъ—proces; przebieg; postępowanie.
Пружинить—sprężynować, lecz o zasobnikach elektrycznych: prądować.
Пружины игра—sprężynowanie.
Пружинящая труба мѣдная—wydłużka miedziana.
Прутникъ—pręciny drewniane.
Пѣнie—butwienie; butwieć (naprzemian w mokrem i w suchem).
Прямолинейное движеніе—ruch prostolinijny, ruch po prostej.
Прямоугольникъ—prostokąt.
Пульзометръ—tętnik.
Пусканіе въ ходъ—rozruszanie.
Путепроводъ верхній—przejazd górą (kol.).
— нижній—przejazd dołem (kol.).
Путь—tor (kol.).
— вытяжной—tor wyciągowy.
— главный—tor główny (stacyi); tor zasadniczy (zwrotnicy) (kol.).
— запасный—tor boczny.
— нормальной колеи—kolej średniotorowa (normalny tor niemiecki).
— подъѣздный—kolejka.
— подъѣздной—kolej podjazdowa.

Путь распредѣлительный—tor rozstawczy (kol.).
— сборный—tor zestawczy, tor zborny.
— сквозной—tor przelotowy.
— сортировочный—tor przerządczy.
— узкоколейный—kolej wązkotorowa.
Путей скрещение—krzyżnia (kol.).
Пути уширение—poszerzenie toru.
Пылевая камера—odpylnia.
Пята—czop spodni.
— гребенчатая—czop grzebieniasty, spodni.
— плоская—spodni czop pełny, płaski.

Работа—praca.
— индикаторная—praca wskazana.
— полезная—praca pożytkowa.
Работы способность—możność pracy.
Равновѣсіе устойчивое—równowaga trwała.
— неустойчивое — równowaga chwiejna (nietrwała).
— безразличное—równowaga obojętna.
Равнодѣйствующая силъ—wypadkowa sił.
Равнобокая гипербола—hyperbola równoramienna.
Рабочій день—dzionka.
Радіальная турбина—turbina promiennicza.
Радіаторъ—grzejnik organkowy, organki.
Радіусъ кривизны—promień krzywości.
— инерціи—ramię bezwładności.
Разбивка (кривыхъ)—wyznaczanie (krzywych).
Разборка грунта—odspajanie gruntu.
Разверточное зацѣпленіе—zazębienie ewolwentowe.
Развертывающая—rozwinięta (ewoluta).
Развертывающаяся—rozwijająca (ewolwenta).
Разъединительный приборъ—wymykadło; rozprzęgadło.
Разжелобокъ—hultaj.
Разлагаться—gnić.
Разрывъ—rozerwanie.
Разрядъ—wyprąd (el.).
Разрядная контактная вилка—pałąk zdawny (el.).
Разряжать—wyprądniać (el.).
Разстояніе между осями—rozstawa osi (wozów i t. p.).
Разсчетъ массъ—obliczenie objętości, o. mas.
Разцѣнка—nacen (kosztorys).
Рама—oprawa; obwodzina (dachowa).
Рамы—ostoja wagonu (podobnie ostoja parowozu), a jej części: главныя рамы—ostojnica; буферный брусъ—czołownica; поперечныя балки—poprzecznica; продольныя балки—podłużnica; діагональныя балки—przekątnica.
Рама дверная—odrzwica (bud.).
— оконная—oknica.
— вилкообразная—oprawa rozsochata (stojąca); o. rozwidlona (leżąca).
— лѣсопильная — piła tartaczna, lepiej trak.
— паров. машинъ—oprawa silnika par.
Ранный рельсъ—opornica (zwrotówki).
Ранкина формула—wzór Rankinowski.
Раскосъ—zastrzał.
Раскосъ—pochylnik (w kratownicach bezstojcowych, przekątnik (w stojcowych).
Раскосъ—krzyżulec.
Распорка—zastrzał (bud.).
Распоръ—przestron (wielkiego pieca).
— горизонтальный—napór poziomy, rozpór np. sklepienia.
Распредѣленіе обыкновеннымъ золотникомъ—rozrząd suwakowy zwykły.
— массъ—rozmieszczenie mas (ziemnych).
— рычажное—nastawnica dźwigniowa.
Распредѣлительное помѣщеніе—rozrządnia (el.).
Распредѣлительная доска—rozdzielnica (tablica rozdzielcza (el.).
— доска—rozrządnica (tablica rozrządna (el.).
Распредѣлительный дискъ—tarcza rozrządcza.
— палецъ—ksiuk rozrządczy.
Растворъ—zaprawa.
— воздушный—zaprawa wapienna; z. zwykła; z. napowietrzna (bud.).
Раствора разбуханіе—pęcznienie; pęcznieć.
Расточка цилиндровъ, (станки для)—wytaczanie (na wytaczarce).
Раструбъ—kieliszek.
Растяженіе—ciągnienie.
— внѣцентральное—ciągnienie mimoosiowe (pręta), c. mimośrodkowe (przekroju).
Расходъ пара—rozchód pary, zużycie pary.
Расширеніе—rozprężanie; rozszerzanie.
Расширитель—rozszerzalnik.
Рашпиль—tarnik (raszpla).
Реактивная турбина—turbina naporowa.
Реакція опоры—odpór podpory (opory, poduszki).
— якоря—przeciwwzbudzenie twornikowe.
Реборды—obrzeże (na kole wagonowem).
— набѣганіе—najeżdżanie obrzeża na...
Ребро—żebro (np. sklepienia odlewu).
Регенераторное помѣщеніе — świeżalnia (w gazowniach).
Регенераторъ тепловой—odzysknica ciepła.
Регуляторъ давленія пара — miarkownik prężności (pary).
— съ маятникомъ—miarkownik wahakowy.
— псевдоастатическій—miarkownik omalniestateczny.
— тяги, тяги—miarkownik paleniska, m. ciągu.
— центробѣжный—miarkownik odśrodkowy.
— производительности машинъ—miarkownik energiczności.
— непрямого дѣйствія—miarkownik pośrednio działający.
Резервуаръ—zbiornik.
Рейдъ—postań (okręt.).
Рейка зубчатая—zębnica.
Рельса верхняя грань—grzbiet lub wierzch szyny.
Рельсовый стыкъ—styk (szyn)

Ременная передача—napęd pasowy.
Ремень спинной—pas odgrzbietny.
Ремня—pasy.
Реомюра градусы—stopnie Reaumur'a.
Реостатъ пусковой—opornik rozruszny, rozrusznik.
Реперъ—pionik ustalony (reper).
Рессоръ—sprężyna; resor (u wozów).
Реторта—wygaźnica (w gazowniach).
Ретортное зданіе—wygaźnia.
Рефлекторъ—odblaśnik.
Рея—reja (okręt.).
Ржавленіе желѣза—rdzewienie.
Ригель—przejma (bud.).
Рожекъ—palnik (gazowy).
Рожонъ—ukośnik.
Рубашка водяная—obchłodek.
— паровая—ogrzewek (płaszcz parowy).
Руда болотная—żelaziak łąkowy.
— зернистая—żelaziak ikrzasty.
— почечная—żelaziak nerkowaty.
Рудъ обжиганіе—prażenie rud.
Руды сортировка—dobieranie rud.
Рукоятка—korba ręczna, uchwytka.
— безопасная—korba zabezpieczona.
Рулевая машина—nawracarka (na parowcach).
— рубка—pomost sterniczy (okręt.).
Руль балансирный—ster odciążony.
Руля ось—oś steru.
Рута вентиляторъ—wietrzak Root'a.
Ручка—porlik.
Рыбина, кильсонъ—przewięź (okręt.).
Рычагъ—dźwignia.
— коленчатый—dźwignia kolankowata.
— обратный—dźwignia dwuramienna.
Рѣжущее ребро—rzez (ostrze).
Рѣшетка самоохлаждающаяся—wieża chłodnicza.
— фермы—wykratowniki.
— колосниковая—ruszt.
Рѣшето—sito, rzeszoto (plecione); przetak (dziurowany).
Рѣшетчатая арка—łuk kratowiany.
— система—a) kratowie, b) ściana rozworowa.
— ферма—kratownica.
Рѣшетчатый конденсаторъ съ искусственной тягой—chłodnica sztucznie przewietrzana.
— — съ естественной тягой—chłodnica tężniowata.
Рядъ—szereg, rząd.

Сажень—sążeń rosyjski.
Сальникъ—dławnica.
— въ паропроводѣ—wydłużka dławnicowa.
Самоиндукція—samowzniecenie, samowzniecanie, samowzniet (el.).
Самотормаженія способность—samohamowność.
Сарай вагонный—wozownia; wagonownia.
— для осмотра вагоновъ—sprawdzalnia wagonów.
Сбочивать рельсы—łubczyć szyny.
Сборка—zład.
Сваи остріе—zacios pala.
Свайный ростверкъ—ruszt na palach.
— кустъ—trójpal (wodnictwo).
Сварочная печь—płomieniak.
Сверлильный станокъ—wiertarka.
— — для дерева—świdrownica.
Сверло—świder, wiertło, wiertak.
Свинецъ твердый—ołów twardy; ołów utwardzony.
Свитокъ—zwój.
Свободное пространство—luz.
Сводъ—sklepienie.
— цилиндрическій—sk. kolebczaste.
— монастырскій—sk. kopankowate.
— крестовой—sk. krzyżowe.
— обратный—sk. odziemne.
— бочарный—sk. kolebczaste, sk. półkoliste.
— купольный—sk. kopulaste.
— чешскій—sk. żaglaste, sk. czeskie.
Свода нижняя поверхность—podniebienie sklepienia.
— пазуха—pachwina (sklepienia).
— парусъ—polać sklepienia (ogólnie).
— спина—grzbiet sklepienia.
Сводчатый—sklepieniasty.
Свѣтовой дворъ—świetlnik.
Свѣтъ калильно-газовый—światło gazowo-żarowe.
Свѣта напряженіе—jasność (np. powierzchni oświetlonej).
— сила—światłość.
Свѣтильное вещество—świetliwo.
Свѣсъ—okap.
Свѣча Гефнера—światłostka hefnerowska.
— метровая—jasnostka metrowa.
— портальная—światłostka olbrotowa.
Связь—ściąg.
Связка головчая—ramię, para ramion (bud.).
Сгораемость—paluość.
Сгоранія продукты—spaliny.
Сдвиженіе—cięcie, przesuwanie (wytrzym.).
Сегментъ круговой—odcinek koła.
— шаровой—czasza kulista (odcinek kuli).
Секторъ круговой—wycinek koła.
— шаровой—wycinek kuli.
Сердечникъ—rdzeń odlewniczy.
Сердцевина—rdzeń.
Сжатіе—ciśnienie; ściskanie; dławienie; sprężanie; spręż.
Сигнальная веревка—linka ostrzegawcza (w pociągu kol.).
Сигналъ хвостовой—sygnał odtyłowy (kol.).
Сила—siła.
— свѣта—światłość.
— электродвижущая—napięcie prądotwórcze.
— — противодѣйствующая—napięcie prądochłonne; przeciwnapięcie.
Синусъ—wstawa.
Синхронмоторъ—rozprądnik nadążny (el.).
Система мѣръ абсолютная—bezwzględny układ miar.
— кривыхъ—rój krzywych.
Сифонъ—ssawa (lewar).
Скатъ—półwozak (truck).

Скоба—szpona (bud.).
Скорость—prędkość.
— угловая—prędkość kątowa.
Скребокъ механическій—skrobaczka.
Скручиваніе—kręcenie, skręcanie.
Сложное сопротивленіе—wytrzymałość złożona.
Сложные проценты—procenty składane.
Слой—słój (drzewa).
Слюда—łyszczyk, mika.
Смазка единичная, временная—zaolejanie doryweze.
— періодическая—zaolejanie okresowe.
Смола—smoła.
Смолистый—smolisty, smolnawy.
Смоляки—karpiny.
Смѣсь охладительная—mieszanina ochładzająca.
— взрывчатая—mieszanka wzbuchowa. (siln. spalin.).
Снѣговая защита—odśnieżnia.
Снѣгозащитный заборъ—płot odśnieżny.
Снѣгочиститель—odśnieżarka.
Собачка—piesek.
Соединеніе—złącze.
— валовъ—złączenie wałów; sprzęgło.
— послѣдовательное — łączenie posobne; c. параллельное—ł. oboczne (el.).
Соединить съ землей—doziemienie, doziemić (el.).
Созженіе опоздавшее—dopalanie pozaspaliskowe.
Сообщающіеся сосуды—naczynia skojarzone.
Сопротивленіе—opór przewodu (el.).
— индуктивное—opór wzniecony (el.).
— изгибу—wytrzymałość na gięcie.
— — продольному—wytrzymałość na wyboczenie.
— критическое—opór obezprądniający (el.) (może być pochłonczy, albo niezmożny).
— матеріаловъ — wytrzymałość materyałów.
— опорное—odpór (oddziaływanie podpór i t. p.).
— отъ тренія—opór tarcia.
— переходное—opór na styku (prądu) (el.).
— растяженію—wytrzymałość na ciągnienie.
— сжатію—wytrzymałość na ciśnienie.
— скалыванію—wytrzymałość na cięcie (przesuwanie).
— скручиванію—wytrzymałość na kręcenie.
— сложное—wytrzymałość złożona.
Сопротивленія моментъ—moment wytrzymałości.
Сопряженные діаметры—średnice sprzężone.
Сопряженныя точки—punkty sprzężone; punkty skojarzone.
Сортировать - przerządzać (pociągi kolejowe).
Сортировочная станція—przerządnia (kol.).
Состояніе покоя—stan bezruchu; bezruch.
— установившееся—stan ustalenia.
Сосудъ -naczynie.
Сохраненіе энергіи—zachowanie energii, niezniszczalność energii.
Сочетаніе—kombinacya.
Спинка—odgrzbiecie, wezgłówek.
Спираль—spirala (krzywa zwojowa).
Спица—ramię koła, sprycha.
Сплавъ—stop.
Сплетеніе—splatanie, splot.
Спускъ—spust (żeliwiaka lub wielkiego pieca).
Среда, дѣйствующая—czynnik.
Среднебойное колесо—koło wodne, środbierne.
Средняя кривая свода—krzywa pośrodkowa łuku, albo sklepienia.
Сталь литая—stal zlewna.
— цементная—stal nawęglana.
Стальная отливка—odlew stalowy, staliwo.
Станокъ винторѣзный—gwinciarka.
— для выдѣлки шиповъ—czopiarka.
— для выдѣлки шпунтовъ—wpuściarka.
— для обработки дерева — obrabiarka drzewa.
— для обработки металловъ—obrabiarka metali.
— для расточки цилиндровъ—wytaczarka.
— долбежный—dłuciarka.
— дыропробивный—przebijarka; dziurkarka (do dziurkowania blach).
— зарубочный—zacinarka.
— копировальный—obrabiarka do kopiowania, małpiarka.
— сверлильный для дерева—świdrownica.
— — для металловъ—wiertarka.
— строгальный для дерева—wiórarka.
— — для металловъ—strugownica (o suwającej się stolnicy); strugarka (shaping).
— стрѣлочный—zwrotnik (kol.).
— токарный—tokarka; tarczownica (borbank).
— фрезерный (шпоночный)—gryzarka.
Станъ прокатной—walcarka.
— — двойной—dwójka walcarska.
— — спаренный двойной — dwudwójka walcarska.
— — приготовительный—walcarka wstępna; w. przygotowawcza.
— — тройной—trójka walcarska
— — универсальный — walcarka czterostronna.
Станція конечная—stacya krańcowa.
— скрещенія—stacya krzyżna (kol.).
— промежуточная — stacya pośrednia (kol.).
— промывочная—stacya oporządcza.
— трансформаторная—przetwornia (el.).
— электрическая—elektrownia.
Статика—statyka.
— жидкихъ тѣлъ—hydrostatyka.
Статическій моментъ—moment statyczny.
— регуляторъ—miarkownik stateczny.
Стекло—szkło; szklina (= szyba).
— водомѣрное—szkło wodoskazowe.
— съ сѣткой—szkło na siatce.
Стекольная—oszkliniarnia.

Стекольный заводъ—szkłownia.
Степень надежности—stopień bezpieczeństwa.
— неравномѣрности — stopień niejednostajności (ruchu).
— полезнаго дѣйствія—sprawność.
Стержень—sworzeń.
— клапана—wrzeciono zawora (pokrętne); trzon zawora (niepokrętny).
Стойка—pręt pionowy, stojak, stojec, słup.
— (стулья)—stojec, słup.
Стойло—stań.
Стоки—odcieki, ścieki.
Стоянка—postój.
Строгальный станокъ—strugownica; strugarka; wiórarka.
Стропила—krokiew wiązarowa.
Стропило—krokiew.
— промежуточное—krokiew jałowa (nie wiązarowa) (bud.).
Стропильная нога разжелобочная—hultajnica.
— — угловая—krawężnica.
Стропильный прогонъ плинтчатый—płatwa z kratowia (kratownicowa).
Стружки—otoczki, wióry.
Струйный холодильникъ—skraplacz smoczkowy.
Стрѣлка—strzałka (łuku); skazówka; zwrotnica (kol.), rozjazd.
— круговая—rozjazd w łuki (kol).
— лѣвая—rozjazd lewozwrotny.
— накладная—rozjazd przeskokowy.
— перекрестная англійская — rozjazd krzyżny.
— правая—rozjazd prawozwrotny (kol.).
Стрѣлка точка перелома крыла—załom (w krzyżownicy).
Стрѣлокъ сплетеніе—rozjazd niedokrzyżny.
— — лѣвое, правое—r. n. lewozwrotny. prawozwrotny (kol.).
— централизація — zespolenie zwrotnic (kol.).
Стрѣлочная подушка—płytka podiglicowa (zwrotnicy) (kol.).
— рама—zwrotówka, t. j. iglica z opornicą i podparciem (kol.).
— улица—rozjezdnia (kol.).
Стрѣлочный брусъ — podkład rozjazdowy (kol.).
— переходъ—przełącze rozjazdowe (kol.).
— — правый и лѣвый—p. r. prawozwrotne i lewozwrotne (kol.).
— переводный рычагъ—przestawiak (kol.).
— предѣльный знакъ—ukres rozjazdowy (kol.)
Ступа—stępa.
Ступенчатый шкивъ—koło schodkowate.
Ступица—piasta (koła).
Стыкъ рельсовый—złącze szyn.
Стыки на вѣсу—złącze wiszące.
— на шпалѣ—złącze podparte.
— противулежащіе—złącza naprzeciwne.
— въ перекошку—złącza naprzemianne.
Стыковой болтъ—śruba łubcza.
Стыковая подкладка—podkładka złączowa (przyzłączowa lub podzłączowa) (kol.).
— прокладка—luźnik (torowy) (kol.).
— шпала—podkład złączowy (przyzłączowy lub podzłączowy) (kol.).
Стыковое соединеніе—złącze szynowe.
Стѣнка береговая—mur nadbrzeżny
— боковая—ściana boczna (wagonu)
— передняя або лобовая—ściana czołowa (wagonu).
— подпорная—mur wsporczy.
— раздѣльная—jaz górny, wzgl. dolny (w obmurzu kotła).
— (пар. котлов.)—ścianka.
Стяжка—zespora; rozpora wyprężająca.
Стяжной стержень—ściąg, zwora.
Судна корпусъ—kadłub okrętu.
— скелетъ—więźba okrętowa.
— суточный пробѣгъ—droga na dobę (w milach morskich).
— неполнопарусныя—statki niedożaglone
Судно мелкосидящее—statek płytkobierny.
— полное—statek pełnożaglony, pełnożaglowiec.
Судостроеніе—okrętownictwo.
Судоходный каналъ—kanał spławny; k. żeglowny.
Судоходство, плаваніе—żegluga.
Сферическій двухугольникъ—dwukąt kulisty (sferyczny).
— трехугольникъ—trójkąt kulisty (sferyczny).
— эксцессъ—nadmiar kulistości (n. sferyczny).
Сцѣпленіе—zczepność; przyczepność (fiz.) czepność (kol.).
Сыпучія тѣла—ciała sypkie.
Сѣтка предохранительная—siatka ochronna.
Сѣть трубъ—sieć rur.
Сѣти отрѣзокъ—działka sieci (rur, przewodów el. i t. p.).
Счетчикъ ватточасовъ—zliczak watogodzin (el.).

Тангенсъ—styczna.
Тянкъ—przegroda (na naciąż wodny statku).
Такелажъ—olinowanie (statku).
Телѣга—wóz.
Тележка крана—kot żórawia.
Температура—temperatura (ciepłota).
— воспламененія—temperatura zapalności; t. zapłomienienia (zapłonięcia).
— кипѣнія—temperatura wrzenia.
— критическая—temperatura krytyczna.
— плавленія—temperatura topnienia.
Тендеръ—tender (kol.).
Теорія вѣроятностей—teorya prawdopodobieństwa.
Тепловой аккумуляторъ — gromadnica ciepła, zasobnik ciepła.
Теплопроизводительность—wartość opałowa, lepiej cieplikowa.
— абсолютная—wartość cieplikowa.
Теплота—ciepło; cieplik (na jednostkę).
— испаренія—cieplik parowania.

Теплота пара—cieplik pary.
— плавленія—cieplik topnienia.
— химическая—cieplik chemiczny.
— эквивалентная единицы работы—cieplik równoważny jednostce pracy.
Теплоты механическая теорія—mechaniczna teorya ciepła.
— проникание—przenikanie ciepła.
Термометръ—termometr.
Теченіе обратное—przeciwprąd.
— параллельное—spółprąd.
Тиски—cęgi, kleszcze, dyby.
Тигельная сталь—stal tyglowa.
Токарный станокъ—tokarka.
Токарная (мастерская)—tokarnia.
Тока напряженіе—napięcie prądu (el.).
— перемѣна—przemiana rozprądu (el.).
— превратитель—sprądniarka.
— сила—wielkość prądu (el.).
Токи блуждающіе—prądy wałęsające się (el.).
— круговые—prądy wichrzące (el.).
Токъ—prąd.
— двухфазный—dwuprąd (el.).
— заряжающій—naprąd.
— магнитный — dąż magnetyczny (lecz przepływ energii promieniującej).
— многофазный—wieloprąd (el.).
— перемѣнный—rozprąd (prąd przemienny) (el.).
— — превратить въ постоянный—sprądniac.
— постоянный—sprąd (el.).
— сильный—prąd wielki, (wielkoprądny) (el.).
— слабый—prąd wątły, (wątłoprądny) (el.).
— сопряженный—prąd skojarzony (el.).
— трехфазный—trójprąd.
Толь—smołowiec.
Топка внутренняя—palenisko wewnętrzne.
— наружная—palenisko zewnętrzne.
— нижняя—palenisko podolne.
— передняя—palenisko odprzednie.
— съ насыпкою топлива—palenisko zasypne.
Топки потолокъ—podniebienie paleniskowe.
Топливникъ—grzeiwo.
Топливо—paliwo.
Торецъ—sterc, powierzchnia drzewa na poprzecznym przekroju pnia.
Тормаза непрерывные—hamulce zespolone.
Тормазъ—hamulec.
— воздушный—hamulec powietrzny (kol.).
— дифференціальный—hamulec (taśmowy) różnicowy.
— съ храповиками—hamulec wychwytowy.
Тормазная площадка—kozioł (na wagonie).
Тормазное колесо (дискъ)—koło hamulcowe.
Тормазной динамометръ—hamownica.
Тормазныя колодки—klocki hamulcowe.
Точильная машина—toczydło (toczak).
Точильный камень—toczak.
Точка безконечно удаленная—punkt zaniku, p. nieskończenie odległy.
Точка двойная — punkt podwójny, lepiej zdwojony lub dwoisty.
— изолированная—punkt odosobniony.
— мертвая—punkt zwrotu.
— перегиба—punkt zwrotu.
Точки сопряженныя—punkty sprzężone; p. skojarzone.
Траекторія—traktorya.
Трансформаторъ—przetwornik (el.).
— постояннаго тока—przetwornica jednotwornikowa (el.).
Трапеція—trapez.
Трение въ покоѣ—tarcie w spokoju, t. w bezruchu
— добавочное—tarcie niejałowe.
— при катаніи—tarcie przy toczeniu.
— скользящее—tarcie przy ślizganiu.
Трения уголъ—kąt tarcia.
Треугольникъ—trójkąt.
Трехгранникъ—trójgrań.
Трехгранное желѣзо—trójgrannik.
Трехфазный генераторъ—trójprądnica; trójprądnik.
Трехцилиндровая паровая машина—trójcylindrowy silnik parowy.
Тригонометрія — trygonometrya (trójkątnictwo).
Тріангуляція—trójkątowanie (miern.).
Труба—rura.
Труба водосточная, настѣнный желобъ—deszczówka; rura opadna.
— всасывающая—rura ssawna, rura ssawcza.
— дымовая—komin.
— дымогарная (пар. котл.)—płomieniówka (pozioma).
— жаровая (пар. котл.)—płomienica.
— напорная—rura tłoczna, r. tłoczcza.
— паропроводная—rura parowa.
— подзорная—luneta.
— прогарная—płomieniówka (pionowa).
— пружинящая, мѣдная (гибкая)—wydłużka.
— ребристая—żebrówka.
— фасонная—kształtka.
— чугунная съ раструбомъ—rura żeliwna (lanożelazna) kielichowa.
— — съ фланцами—rura żeliwna (lanożelazna) kołnierzowa.
Трубопроводъ—przewód rurowy.
Трюмъ—zęza (okręt.).
— угольный, бункеръ—węglownia (na statku).
Трюмный насосъ—pompa odnurna (okręt.).
Тупикъ—tor ślepy.
Турбина—turbina.
— активная—turbina odrzutna (rozpędowa).
— предѣльная—turbina odrzutna o strumieniu ujętym.
— радіальная—turbina promiennicza.
— реактивная—turbina naporowa.
Тѣло—ciało; kadłub.
Тяга—pociągiel (wagonu (kol.); siła pociągowa; ciąg (kominowy); przewiew.

Тяговой приборъ—cięgło (wagonu kol.).
Тягучесть матеріала—wisność (ciągliwość).

Уатта параллелограммъ — równoległobok Watt'a.
Угаръ—zgar, np. w $^{0}/_{0}$; zgorzyny, np. w kg.
Угловая скорость—prędkość kątowa.
— точка—załom, punkt załomu.
Угловое ускореніе—przyspieszenie kątowe.
— желѣзо—kątownik.
Угловые зубцы—zęby daszkowe, lepiej daszkowate.
Уголь—węgiel.
Угольный бункеръ—zasiek węglowy.
Уголъ естественнаго откоса—kąt zesypu.
— предварѣнія взрыва — kąt zapłonu przedzwrotowego (siln. spalin.).
— кручѣнія—kąt skręcania.
Угонъ рельсовъ—pełzanie szyn (kol.).
Ударный приборъ—zderzadło.
Ударъ—uderzenie; uderz.
Удлиненіе—wydłużenie; wydłuż.
Удѣльная теплота—cieplik właściwy.
— потеря работы—stratność (pracy).
Удѣльный вѣсъ—ciężkość właściwa.
Удѣльное давленіе—prężność właściwa; ciśnienie właściwe.
Узелъ—węzeł. [Prędkość 1 go węzła=1 mila morska na godz.].
Узловая точка—punkt węzłowy.
Указатель кривизны—wskaźnik krzywości.
— уклона—wskaźnik pochyłości (kol.).
Уклонъ—spad (miara), spadek (stosunek), pochyłość, stoczystość.
— pochylnia.
— (клина)—zbieżność.
Улицы проѣзжая часть—jezdnia.
Универсальный шарниръ—sprzęgło przegubowe.
Уплотненіе грунта—ubijanie gruntu (bud.).
Упоръ—kozioł odbojowy (kol.).
Упругая линія—odkształcona (oś pręta).
Упругости модуль—współczynnik sprężystości
— предѣлъ—granica sprężystości.
Упряжной приборъ—sprzęgacz.
Уравненіе состоянія—równanie stanu.
— дифференціальное — równanie różniczkowe.
Уравнительный приборъ—wydłużnik szynowy.
Уравновѣшенный золотникъ—suwak odciążony.
Уровень—poziomnica.
— круглый—poziomnica okrągła
— цилиндрическій—poziomnica podłużna.
Усадка линейная металловъ—skurcz linijny.
Ускореніе—przyspieszenie.
— касательное—przyspieszenie po stycznej.
— нормальное—przyspieszenie po normalnej.
— угловое—przyspieszenie kątowe.
Усиліе тяги—wysiłł (siła pociągowa).
Установительное кольцо—pierścień osadny, p. osadczy.
Устой—mur wezgłowiowy, ściana w.
Устойчивость—stateczność.
Ушка—ucho, oko, oczko i t. p.

Фальцъ—przylga.
Фазъ измѣритель—faźnik (el.).
Фасонная часть трубы—kształtka.
Фахверковая стѣна—ściana rozworowa, ś. w rozwory, mur pruski.
Ферберна кранъ—żóraw z łożyskiem podziemnem.
Ферма—wiązar (bud.).
— висячая—wieszar.
— параболическая—parabolnica.
— — оба пояса по кривой—dwuparabolnica (zwykła).
— Паули—parabolnica skrzyżowana (układu Pauli'ego).
— полупараболическая—parabolnica przycięta.
— прямоугольная—równoległica.
— промежуточная—belka drugorzędna.
— рѣшетчатая—rozpornica.
— со скошенными концами—trapeźnica.
— статически неопредѣлимая—belka lub dźwigar statycznie niewyznaczalny.
— — опредѣлимая—belka lub dźwigar statycznie wyznaczalny.
— стропильная—wiązar (dachu, strzechy).
— съ полной стѣнкой—blachownica.
Ферромарганецъ—żeliwo namanganione.
Фигурная пила—wyrzynarka.
Физическій маятникъ—wahadło fizyczne.
Фильтръ—filtr, przesącznik.
Флюсъ—topnik (fluspat).
Фокусъ—ognisko (paraboli i t. p.).
Фонарь буферный—latarnia odtyłowa (kol.).
Форштевень—dziobnica (okręt.).
Фреза—gryz.
Фрезерный станокъ—gryzarka.
Фрикціонное колесо—koło cierne.
Фрикціонная муфта—sprzęgło cierne.
Фундаментъ—posada.
— закладывать—posadowić.
Фурма—dysza.

Характеристика—znamienna (prądnicy).
Хладноломкій—zimnokruchy (np. żelazo).
Хвостовый молотъ—młot wahakowy z ogonem.
Хлопчатобумажный канатъ—lina bawełniana.
Ходъ винта—skok śruby.
— вспомогательный—suw nieroboczy.
— мертвый—czcza ilość obrotów (prądnicy) (el.).
— острякa—rozsuw śpica iglicowego.
— порожній—jałowy bieg (silnika).
— рабочій—suw roboczy.
Холодильная машина—oziębiarka.
Холодильникъ—skraplacz.
— поверхностный — skraplacz przeponny, s. przeponowy.
— впрыскивающій — skraplacz bezprzeponny; s. bezprzeponowy.

Холодильникъ при искусственномъ охлажденіи воды—skraplacz o wodzie studzonej.
Холостой шкивъ—koło luźne, lepiej jałowe.
Хорда—cięciwa.
Храповикъ—koło wechwytowe (uzębione).
Храповое колесо—koło wechwytowe (uzębione).

Цапфа—czop.
— поддерживающая—czop leżący.
Цвѣта отпуска—barwy naleciałe.
Цвѣтъ каленія желѣза—barwa żaru żelaza.
Цементація обратная—powrotne nawęglanie (kuźn.).
Центръ тяжести—środek ciężkości.
Центробѣжная выжималка (центрофуга)—wirówka.
— сила—siła odśrodkowa.
Центробѣжный маятникъ—wahadło odśrodkowe, w. stożkowe.
— моментъ (инерціи)—moment odśrodkowy.
— насосъ—pompa odśrodkowa.
— регуляторъ—miarkownik odśrodkowy.
Центростремительная сила—siła dośrodkowa.
Циклоида—cykloida.
Циклоидальное зацѣпленіе—zazębienie cykloidalne.
Цилиндра полаго внутреннее пространство—drąż cylindra.
Цилиндрическая подкова—kopyto walcowe.
— воздутная машина—dmuchawa.
Цилиндрическое зубчатое колесо—koło zębate, zwykłe.
— звено—pierścieno.
Цилиндръ—walec (geom. i t. p.); cylinder (pompy i t. p.).
— паровой—cylinder parowy.
— (паровой) высокаго давленія—cylinder wysokoprężny, c. mały.
— (паровой) низкаго давленія—cylinder niskoprężny, c. duży.
— (паровой) средняго давленія—cylinder średnioprężny.
Циссоида—cysoida (krzywa bluszczowa).
Цифероватъ—wakaźnica.
Цоколь—odziom (cokuł).
Цѣпочное зацѣпленіе—zazębienie palczaste.
Цѣпная линія—krzywa łańcuchowa.
Цѣпной колъ—kostur (miern.).
— насосъ—przelewnica paciorkowa.
Цѣпь—łańcuch (miernicży).
— параллельная—bocznica (przewodu)(el.).
— шарнирная, ц. Галля—łańcuch przegubowy.

Чанъ—naczynie, zbiornik.
— (сточный)—ściekiew; ściekiewka.
Чеканка—doszczelnianie.
Червякъ—ślimak.
Червячная передача—napęd ślimaczy, n. ślimakowy.
Чердакъ—poddasze, podstrzesze; nadscenie (w teatrach).
Черепица для конька—gąsior.
— желобчатая (голландская)—esówka (holendrówka).
Черпальная машина або землечерпалка—pogłębiarka (draga).
Черпательная машина—podnośnica.
Четыреугольникъ—czworokąt.
Четырехгранникъ—czwórgrań.
Чистка—wyczyszczenie.
Чугунъ—żeliwo, żelazo lane; surowiec (wytwór wielkopiecowy).
— бѣлый лучистый—biała surówka promienista.
— доменный—surówka.
— зеркальный—surówka zwierciadlista.
— ковкій—żeliwo odwęglone, ż. kowalne.
— кремнистый—żeliwo nakrzemione.
Чугуно-литейная—odlewnia żelaza, żeliwiarnia.

Шаблонъ путевой—wzorzec torowy.
Шагъ зацѣпленія—podzialka kół zębatych.
Шайба наждачная—tarcz szmyrglowa.
— подкладная—podkładka.
Шарнирная муфта—sprzęgło przegubowe.
— цѣпь (ц. Галля)—łańcuch przegubowy.
Шарнирный механизмъ—prostowód (wodzidło po prostej).
Шарниръ ключевой—przegub zwornikowy.
— опорный—przegub wezgłowiowy.
— паровой—przegub gałkowy.
Шаровой кранъ—kurek pływakowy.
— поясъ—pas kuli, strefa.
— сегментъ—czasza kulista, czasza kuli.
— секторъ—wycinek kuli.
Шарошечный станокъ—gryzarka.
Шарошка (фреза)—gryz (frez), gryzik.
Шаръ—kula.
Шатунный механизмъ—napęd korbowodowy, n. golenią korbową.
Шатунъ—korbowód, goleń korbowa.
Шахта—szyb.
— (подъемной машины)—dźwigownia; szyb wyciągowy (górn.).
Шестигранникъ—sześciograń.
Шиподѣлательный станокъ—czopiarka.
Шипъ—podkowiak (do kucia koni); podkówczak (do podkówek na obcasach itp.).
Ширина—szerokość; szerz; rozbrzeżność.
Ширитъ—rozprza (okręt.).
Шкивъ канатный—koło linowe.
— приводный—koło napędne, krążek napędny.
— ременный—koło pasowe.
— ступенчатый—koło schodkowate.
Шкуна—szkuniec (okręt.).
Шлакъ волокнистый—żużel rozwłókniony, wata żużlowa.
— зернистый—żużel ziarnowany.
Шлаковое окно—przelewka (żużla) we wielkim piecu.
Шлифовальная машина—szlifierka.
Шлюзная камера—komora przepustowa.
Шлюзъ—przepust; zasuwa.
Шляпка—naparstek (na rurze).
Шовъ въ нахлестку—szew na zakładkę.

Шпала—podkład.
Шпангоута площадь—owręże (okręt.).
Шпангоутъ—wręga (okręt.).
— półwręg (okręt.).
Шплинтъ—lon, lonek, zatyczka.
Шпунтовая стѣнка—rozgroda (bud.).
Штанга—drążek; żerdzina (górn.).
Штевень, ахтерштевень—tylnica (okręt.).
Штемпель пробивающій—przebijnik (stempel).
Штепсель—wtyczka (el.).
Штепселя гнѣздо—gniazdo wtykowe (el.).
Штукатурка—wyprawa, tynk.
— въ наброску—obrzutka.
Штурмдекъ—pomost odburzny (okręt.).
Штуцеръ—króciec.
Шурупъ—wkrętka, wkręt (kol.).
Шурфъ—rozkop.
Шестигранное желѣзо—sześciograunik.

Щебень—tłuczeń (szaber).
Щебеночный балластный слой—podtorze tłuczniowe, łoże t.
Щекозда—skobel, skobelek.
Щетка—zdawa (prądnicy).
Щетки державка—grabki (u prądnicy).

Эвольвента—rozwijająca (ewolwenta).
Эволюта—rozwinięta (ewoluta).
Эжекторъ паровый—smoczek parowy, przetryskowy.
Экваторіальный моментъ инерціи—równikowy moment bezwładności.
Эккеръ—dajkąt przeziernikowy (miern.).
Эккеръ зеркальный—dajkąt zwierciadełkowy (miern.).
— призматическій — dajkąt pryzmatowy (miern.).
Эксплоатація, движеніе — ozysk (fabryki, kolei i t. p.); ruch kolejowy.
Эксцентрикъ—mimośród.
Электрическій зарядъ—nabój elektryczny.
Электродвигатель трехфазнаго тока—trójprądnik.
Элементъ мокрый—stadło mokre (el.).
— соединительный—stadło odprzężne (el.)
— сухой—stadło suche (el.).
Эллингъ—śluzyny (w okręciarni).
Эллипсоидъ—elipsoid.
Эллипсъ—elipsa.
Эллиптическое колесо—tarcz eliptyczna.
— коромысло—prostowód elipsowy.
Энергіи сохраненіе—zachowanie energii, niezniszczalność energii.
Эпициклоида—epicykloida.
Этажъ нижній—przyziom, parter.

Ядро сѣченія—rdzeń przekroju.
Якорный прорѣзъ—wspustka.
Якорь—kotwica (okręt.); twornik (el.).
— барабанный—twornik bębnowaty (el.).
— брусковый—twornik oprętowany (el.).
— кольцевой — twornik pierścieniowaty, pierścieniasty (el.).
— — плоскій—twornik płaskopierścienny (el.).
Якоря сегментъ—zwójka = działka tworni-kowa.
Яма для поворотнаго круга—dół obrotnicowy.

# Spis rzeczy tomu I i II,

ułożony w porządku alfabetycznym, z podaniem stronic, oraz tłomaczenia wyrazów na język rosyjski i niemiecki.

Liczby wskazujące strony tomu I są drukowane chudo: 137, 280, 45, 60.
Liczby wskazujące strony tomu II są drukowane tłusto: **24, 75, 638, 190.**

Skrócenia podane kursywem w nawiasie przy wielu wyrazach wskazują, jakiego działu techniki wyraz dotyczy, i oznaczają:

*bud.* = budownictwo.
*cpł.* = ciepło.
*cz. m.* = części maszyn.
*el.* = elektrotechnika.
*gaz.* = gazownictwo.
*kol.* = kolejnictwo.
*kł.* = kotły parowe.
*kuś.* = kuźnictwo.
*mat.* = matematyka.
*mech.* = mechanika.
*masz.* = budowa maszyn.
*mier.* = miernictwo.
*most.* = mostownictwo.
*obr.* = obrabiarki.
*ogrz.* = ogrzewnictwo.
*okr.* = okrętownictwo.
*ośw.* = oświetlenie.
*p. a.* = przepisy austyackie.
*p. n.* = „ niemieckie.
*p. r.* = „ rosyjskie.
*sil.* = silniki.
*st. b.* = statyka budowlana.
T przed liczbą strony = tablica.
*wod.* = wodnictwo.
*wyt.* = wytrzymałość tworzyw.

Strony, podane przy każdym wyrazie, wskazują, kolejno o ile możności:
a) przy tworzywach: pochodzenie lub cechy ogólne, wagi i objętości, właściwości fizykalne, wytrzymałość, przewodnictwo ciepła i elektryczności, oraz główne zastosowania tworzywa (por. np. dąb, miedź i t. p.);
b) przy wytworach: zasadniczy ustrój, podstawy obliczenia, teoretyczne i praktyczne, oraz główne zastosowania przedmiotów (por. np. cylinder, czop i t. p.).

Spis poniższy nie obejmuje broszurki z przepisami i prawidłami elektrotechnicznemi.


A.

**Acetylen**, ацетиленъ, Azetylengas 1082, **913**
**Adiabatyczna krzywa**, адіабатическая кривая, Adiabate . . . . 291 i n.
*Akumulator (el.) p. Zasobnik.*
**Akumulator** (gromadnica), аккумуляторъ, hydraulischer Sammler, (Wasser) Akumulator . . . 719, 663, 666, 561
**Akumulatory zrzeszone**, группа аккумуляторовъ, Gruppensammler . . . 720
*Aksonometrya p. Półperspektywa* . . 139
**Alabaster**, алебастръ, Alabaster . **81**, 7
**d'Alembert'a zasada**, принципъ Даламберта, d'Alembertsches Princip . 205
**Algebra**, алгебра, Algebra . . . . . 43
**Alkohol**, алкоголь, Alkohol **12**, 314 i n., 722, 619, 665
*Aluminium p. Glin.*
*Amalgamat (rtęcień) p. Podlewa zwiercia dłowa.*
**Amoniak**, амьякъ, Amoniak . . . 277
**Amper**, амперъ, Ampere . . . . . 782
**Ampère'a** pływacze prawidło, законъ Ампера, Ampersche Schwimmregel . 796
**Ampermik**, амперометръ, измѣритель тока, Ampermesser . . . . . 800, 861
**Amperodrut**, амперопроводъ, Amperedraht 816
**Amslera** powierzchnik, планиметръ Амслера, A.-Planimeter . . . . . 139
*Anker p. Kotew.*
**Antioxyd**, антиоксидъ, Antioxyd . . 68
**Antracyt**, антрацитъ, Antracit 533, 6, 323
*Antyfrykcyjny metal p. Metal przeciwcierny.*
**Areometr**, ареометръ, Aräometer . . 12
**Arytmetyka**, ариѳметика, Arithmetik 43
**Asfalt**, асфальтъ, Asphalt **104**, 7, **481**, **627**, 168, 197, 769, 187, 68
**Astroida** (krzywa gwiaździsta), астроида, Astroide . . . . . 114
**Atmosfera** (= atm.), атмосфера, Atmosphäre . . . . . 275
**Atomowe ciężary**, вѣсъ атома, Atomgewichte . . . . . T. 1, T. 5
*Augit p. Sklistyn.*
**Azbest**, азбестъ, Asbest 7, 594, 305
*Azymutowy przyrząd p. Teodolit.*


Liczby chude dotyczą stron tomu I.

B.

**Baba** (*obr. bud.*), баба, Bär, Fallgewicht 660, **156**

*Baba ręczna p. Taranek.*

*Balast p. Naciąż.*

**Balkon** (obliczenie statyczne), балконъ, Balkon . . . . . 385

**Bałwan** żelaza (ingot), балванка, Eisenblock . . . . . 568

*Bandaż koła p. Koło kolejowego obręcz.*

*Bankiet* (*bud.*) *p. Ława.*

**Barka** (*okr.*), барка, Bark . . . **500** i n.

**Barometr** lewarkowy, сифонный барометръ, Heberbarometer . . . . **138**

— naczynkowy, б. Фортена, Reisebarometer, Gefäss-bar. . . . . **137**

— sprężynowy, металлическій б., пружинный б., Metallbarometer . . **138**

**Barometru stan**, высота б., Barometerstand . . . . . 276

**Barwy** naleciałe stali, цвѣта отпуска стали, Anlassfarben d. Stahls **18, 47**

— żaru żelaza, ц. каленія желѣза, Glühfarben des Eisens . . . . . 313

**Baszta** wodna, зданіе водянаго бака, Wasserturm . . **340**, *pr. kol. r.* **211**

**Bauksyt**, баукситъ, Bauxit . . . . **540**

**Bawełna**, хлопокъ, Baumwolle **481, 619**, 488

*Basalt p. Słupień.*

**Bazin'a wzór** (wodnictwo), формула Базена, Bazin'sche Formel . . . . 255

*Bąk p. Nawietrznik, Wietrzak odśrodkowy.*

**Beczka**, бочка, Fass. . . . . 137

**Belka** drewniana, деревянная балка, Holzbalken . . . . . **112, 481, 628** i n.

— końcem jednym osadzona, zresztą swobodna, свободная балка (= свободно задѣланная балка), Freitrager 373, 384 i n.

— oprawy (*sil.*), балка рамы, Balken, Bayonette . . . . . 928

— podpięta (*bud.*), Armierter Balken **172**

— podniebienna (skrzyni paleniskowej), анкерная балка, FeuerBuchsDecken-Bügel, F. B. D.-Träger . . 1008, **381**

— skliniona (*bud.*), составные брусья на шпонкахъ, Verdübelter Träger **191**

— o stałym przekroju, балка постояннаго сѣченія (= б. катанная; б. полая), Balken von konstantem Querschnitt 372, 379

— o stałej wytrzymałości na gięcie, балка равнаго сопротивленія изгибу, Träger von gleichem Widerstande gegen Biegung . . . . . 390 i n.

— swobodnie podparta, свободнолежащая балка, Freiaufliegender Balken 372 i n., **658** i n.

*Belka uzbrojona p. B. podpięta.*

— wspornikowa, балка Гербера, Gerberbalken . . . . . **671**

Belka wieloprzęsłowa, многопролетная б., Kontinuirlicher Tr., durchlaufender Tr., Tr. auf mehreren Stützen 393, **661**

— zębiona, составные брусья на зубьяхъ, Verzahnter Tr. . . . . **191**

**Benzyna**, бензинъ, Benzin . 1082, 1083

**Berlinka**, берлина, Elbschiff, Oderschiff 272

**Besemernia**, бессемерная, Bessemerwerk . . . . . 559

**Beton**, бетонъ, Beton **95** i n., **7, 12, 627**, 334 i n., **90**

*Bezpieczeństwa stopień p. Spółczynnik bezp.*

**Bezpiecznik** (*ca. m.*), (предохранительное приспособленіе) предохранитель, Sicherheitsvorrichtung 678, 706, 715, 754 i. n., 733

— topniakowy (*el.*), легкоплавный прерыватель, Schmelz-Sicherung . . **861**

**Bezruch** (silnika, dźwiga i t. p.), состояніе покоя, Stillstand. . . . . 736

**Bezwładność**, инерція, Trägheit 206 i n.

**Bezwodnik** siarkawy, сѣрнистая кислота, Schweflige Säure . . . . **12**, 941

— węglowy, углекислота, Kohlensaure **12**, 321 i n. **573** i n.

**Bęben** linowy (linkowy), канатный (веревочный) барабанъ (б. для каната), Seiltrommel . . . . . 519 i n. 675

— łańcuchowy, цѣпной барабанъ, Kettentrommel. . . . . 529

— do pasa, барабанъ для ремней, Riementrommel . . . . . 519

— przewojowy (= pociągarka), фрикціонный барабанъ, Reibungstrommel 678, 717

— stożkowaty (*wyciągów*) конический барабанъ, kegelformige Seiltrommel 749

**Bicie** pali, забивка свай, Rammen . **155**

**Bieg** naprzód silnika, ходъ впередъ, передній ходъ, Vorwärtsgang . . . 883

— wsteczny silnika, задній ходъ, Rückwärtsgang . . . . . 883

**Biegun** (= chwilowy punkt obrotu), полюсъ, Pol . . . . . 154

— magnesu (*el.*), магнитный полюсъ, Magnetpol . . . . . 784

— powrotowy, полюсъ возврата, Rückkehrpol . . . . . 157

— przyspieszenia, полюсъ ускоренія, Beschleunigungspol . . . . . 158

— rozrządnicy i t. d., (*el.*), полюсъ динамо, Pol der Wechselstromdynamo . . . . . 846

— zwrotowy, полюсъ перегиба, Wendepol . . . . . 155

**Biel** ołowiowa, свинцовое бѣлило, Bleiweiss . . . . . 68

**Bijak** młota, баба молота, Hammerkopf 659

**Blach**—nadwyżki ceny, прицлаты, Ueberpreise. . . . . 995

— skale, калибры листовыхъ металловъ, Blechlehren . . . **16, 41, 44, 46, 71**

**Blach** uchybienia wagi, отступленія въ вѣсѣ листовъ, Gewichtsabweichung der Kesselbleche . . . . . 997
— — wymiarów, отступленія въ размѣрахъ, Abweichungen der Dimensionen der Kesselbleche . . . . . 996
— a biała, бѣлая жесть, Weissblech 43, 183
— cienka, кровельное желѣзо, Feinblech 41, T. 40, *przep. niem.* 55, 183
— cynkowa, цинковые листы, Zinkblech 70, T. 71, 185, 338
— cynkowana, желѣзо, покрытое цинкомъ, Verzinktes Eisenblech 43, 183
*Blacha cynowana p. Blacha biała.*
*Blacha czarna p. Bl. gładka.*
— dziurkowana, gelochtes Blech . . 41
— falowana (gorzej falista), волнистое желѣзо, Wellblech 43, 338, 365, 385 i n.
— — głęboko falowana (dźwigarowa), балочное вол. жел., Trägerwellblech 45 365, 183, 187
— — płytkofalowana, пологое в. ж., flaches W.-B. . . . . 44, 365
— — sklepieniasta, сводчатое вол. жел. gewölbtes Wellblech, bombirtes W. 45, 338
— gładka (czarna), листовое желѣзо, Glattes Blech, Schwarzblech 40, 183
— gruba, листовое, котельное желѣзо, Grobblech . . . . . 41
— karbowana, рифленое желѣзо, Riffelblech . . . . . 43
— kotłowa, котельное листовое желѣзо, Kesselblech 995 i n., 1009 i n. 41 *p. n.* 54, *normy wyrcb.* 63 i n.
— miedziana, листы красной мѣди, Kupferbleche . . . . 78, 332 i n., 183
— miedziona (powleczona miedzią), желѣзо, покрытое красною мѣдью, Verkupfertes Blech . . . . . 43
— okrętowa, листы для судовыхъ корпусовъ, Schiffsblech 42, *p. n.* 54
— ołowiana, свинцовые листы (рольный свинецъ), Gewalzte Bleiplatten (Rollblei) . . . . . 73, 169, 182
— ołowiona, желѣзо покрытое свинцомъ, Verbleites Eisenblech 43, 169, 183
— poniklona, желѣзо, покрытое никкелемъ, Vernickeltes Bl . . . . 43
— sklepieniasta, сводчатые, цилиндрическіе листы, Tonnenblech, Hangeblech . . . . . 42
— wzorzysta, Zierblech . . . . . 41
*Blacha zbiornikowa p. Bl. okrętowa.*
— żelazna, желѣзный листъ, Eisenblech *pr. n.* 53, *pr. r.* 61, *normy wyrcb.* 63
**Blachownica**, балка со сплошною стѣнкою, Blechträger, Blechbalkenträger 640 i n., 345, 673 i n.
**Blachówka** (dachówka blaszana (*bud.*), Blechdachpfanne. . . 182, 186 i n.
*Blackband p. Żelaziak węglowy.*
**Błąd** spostrzegania, погрѣшность наблюденія, Beobachtungsfehler . . . 88
Błędów teorya, теорія погрѣшностей, Theorie der Beobachtungsfehler . 88
**Błotnik**, собиратель грязи, Schlammsammler, Schlammfang. . . . . 990
**Błyszcz** ołowiany, свинцовый блескъ, Bleiglanz . . . . . 73
— żelazny, желѣзный блескъ, Eisenglanz 536
**Bocznik** (*el.*), индукторъ съ шунтовой обмоткой, Magnetschenkel mit Nebenschlusswicklung . . . . . 807 i n.
**Boisko**, полъ, Lehmestrich . . . . 88
**Bojnia**, залъ для гимнастики, Turnsäle 199
**Bojowiec** (*okr.*), линейное судно, Linienschiff . . . . . 457, 492 i n.
**Brama** z dźwigarką, мостовой кранъ, Feststehender Bockkrahn . . . 710
**Bronz** (spiż), бронза, Bronze 75, 8, 314 i n., 332
— nafosforzony, фосфористая б., Phosphorbronze . . . . 75, 8, 332, 337
— nagliniony (glinowy), алюминіевая б., Aluminium-B. . . . . 7, 333
**Browar**, пивоваренный заводъ, Brauerei 204
**Brózda** walca (*kuź*), борозда прокатнаго валка, Walzenfurche . . . . 569
**Bruk**, мостовая, Pflaster 196, 757, 769
**Brunirowanie** (nadtlenianie) żelaza, воронение желѣза . . . . . 67
**Brygantyna** (*okr.*), бригантинъ, Brigantine . . . . . 503
**Bryła** obrotowa, тѣло вращенія, Umdrehungskörper. . . . . 138
**Budowla** drogowa, искуственныя сооруженія, Kunstbau *p. kol. r.* 207, 209, 214
— w rozwory, фахверковыя постройки, Fachwerkbauten . . . . . 204
**Budowli** koszta, стоимость строеній, Kosten von Bauwerken . . . . 201
— trwałość, продолжительность службы строеній, Dauer von Bauwerken 201
*Budowa spodnia kolei p. Poddroże.*
**Budowa** wierzchnia kolei, верхнее строеніе жел. дор., Oberbau der Eisenbahn 270 i n., *przep. ros.* 208
**Budowlane** przepisy, строительные правила, Bauvorschriften *p. a.* 633, 341, *p. n.* 338 i n., 627 i n., *p. r.* 340
**Budownictwo**, строительное искусство, Hochbau . . . . . 149 do 204
**Budulec**, строительный лѣсъ (лѣсной матеріалъ), Bauholz 110 i n., 333 i n.
**Budynki** fabryczne, фабричныя зданія, Fabriksgebäude . . . . . 203
— kolejowe, желѣзнодорожныя постройки, Bahngebäude *przep. ros.* 209 i n.
— na silniki (silnie), машинныя помѣщенія, Maschinengebäude. . . 204

**Budynków** oddalenie od kolei, приближеніе строеній къ пути, Abstand der Bahn von Gebäuden *przep. n.* 229 *p. r.* 221
*Bufor gumowy p. Odbój.*
**Buk**, букъ, Rotbuche 114, 7, 627, 481, 107
**Burta** okrętu (*okr.*), бортъ, Bord . . 458
**Busola**, буссоль, Bussole . . . 131 i n.
**But** (*bud.*), башмакъ, Schuh . . . . 172

C.

**Cal** wodny (lep. wodniczy), водяной дюймъ, Wasserzoll . . . . . 274
**Całkowe** wzory, формулы интегрированія, Integralformeln. . . . . 74
*Carga p. Odrzwica.*
**Cechstejn**, Zechstein . . . . . 80
**Ceglica**, Grosser Ziegelstein . . . . 541
**Cegła**, кирпичъ, Mauersteine 85, 157, 481, 334 i n., 619, 960, 1035
— ogniotrwała, шамотный кирпичъ, Chamottesteine. . . . . 86
— na rąb, Rollschicht. . . . . 158
— żużlowa, Schlackenziegel . . . . 84
**Celowanie** (*miern.*), засѣчка, das Einschneiden . . . . . 143
**Celownica** (*miern.*), алидада, кипрегель, Alhidade, Kippregel. . . . 128, 133
**Cement**, цементъ, Cement 91, 481, 314, 334 i n., 619, 68
*Cement drzewny p. Warstwiec.*
— rzymski, романскій цементъ, Romancement . . . . . 91
**Cementu** warunki dostawy, условія пріемки цемента, Normen für Lieferung des Cementes *przep. n.* 92, *p. r.* 93
*Cementowanie żelaza lub stali p. Nawęglanie żelaza lub stali.*
**Cementowiec**, цементные камни, Cementstein . . . . . 97
*Centralne ogrzewanie p. Ogrzewanie zespolone.*
**Ceownik**, коробчатое желѣзо, E-eisen; U-eisen . . . . . T. 31, T. 38
**Cewa** (bobina wyciągarki), канатный барабанъ, катушка, Bobine . . . 748
**Charakterystyka** (znamienna) miarkownika, характеристика регулятора, Charakteristik des Regulators 624, 631
**Chlorek** cynkowy, хлористый цинкъ, Zinkchlorid. . . . . 109
**Chłodnica** (wielkiego pieca), водяной ящикъ, Kühlkasten . . . . . 541
— z kominem, конденсаторъ съ трубою, Kaminkühler . . . . . 941
— sztucznie przewietrzana, конденсаторъ съ искуственной тягой, Geschlossenes Gradierwerk . . . . 940
— tężniowata, рѣшетчатый конденсаторъ съ естественной тягой, Offenes Gradierwerk . . . . . 940
**Chłodnik** (*gaz.*), конденсаторъ, Kondensator. . . . . 919
**Chłodzarnia**, охладительное помѣщеніе, Kühlanlage . . . . . 788
**Chodnica** wagonu, Laufbrett . 371, 421
**Chodnik**, тротуаръ, галлерея, Fussweg, Steg, Laufsteg . . . 757, 768, 888
**Chrom**, хромъ, Chrom . . . 2 i n., 552
**Chropowatość** (*hydraul.*), шероховатость, Rauhigkeit . . . . 250, 255
**Chylnik** (= noga żórawia rozkraki), подвижная стрѣлка, Hintermast des Mastenkranes . . . . . 686
**Ciało** jednolite, однородное тѣло, Homogener Körper . . . . . 172
**Ciąg** (komina, kotła), сила тяги, Zugstärke . . . . . 958, 1069
**Ciągnica** (kolejki linowej), тянущій канатъ, Zugseil . . . . . 438 i n.
**Ciągnienie** (*wytrz.*), вытягивающее напряженіе, Zugspannung . . 327, 343
**Ciepło**, t. j. ciepło na jednostkę (p. ciepło), теплота, Wärme . . . . . 311
— chemiczny, тепловая энергія, Wärmetönung . . . . . 792
— całkowity, общее количество теплоты, Gesamtwärme . . . . 283, 1125
— cieczy, теплота жидкости, Flüssigkeitswärme . . . . . 283, 1130
— parowania, теплота испаренія (= скрытая теплота), Verdampfungswärme . . . . 283 i n., 321, 1130
— pary, теплота пара, Dampfwärme 284. 1130
— topnienia, теплота плавленія, Schmelzwärme . . . . . 320
— właściwy, удѣльная теплоемкость, = удѣльная теплота, spec. Wärme 316 i n., 277
— — spalin, удѣльная теплота продуктовъ горѣнія, Specifische Wärme der Verbrennungsprodukte. 317, 952, 1085
**Cieplikowy** równoważnik pracy, теплота эквивалентная единицѣ работы, Wärmeäquivalent der Arbeitseinheit 1126, 325
**Ciepło**, теплота, Wärme 311 do 326, 1126
*Ciepło ulajone p. Cieplik parowania.*
**Ciepła** napływ, przepływ i wypływ (*ogr.*), передача теплоты, Wärmeübergang 617 i n.
— przenikanie, передача т., W. übergang 326, 1127, 617, 589, 952, 975
— wydajność z grzejników i pieców, передача теплоты, Wärmeabgabe 592 i n.
**Cieplostki** rozmaite, единицы теплоты, Wärmeeinheiten . . . . . T. 964
— a metryczna (= c. kilogramowa, kalorya), единица теплоты (калорія), Wärmeeinheit . . . . . 316, T. 964
— gramowa, граммокалорія, Grammwärmeeinheit . . . . . 790
**Cieśnina** powietrzna (*el.*), воздушное пространство, Luftraum . . . 819, 823

**Cięcie** (*wytrz.*), сдвигающее напряженіе, Schubspannung 330, 349, 354, 409
**Cięciw** kołowych długości, длина хорды круга, Kreissehnenlänge T. 36, 37
**Cięgło** (*kol.*), тяговой приборъ, Zugvorrichtung . . . . . 363
**Cięgno**, гибкое тѣло, Zugorgan (= Faden) 232, 335, 470
**Ciężarów** prędkość podnoszenia, скорость подъема грузовъ, Hubgeschwindigkeit der Last.
— — — dźwigami 729 i n., 733, 737
— — — dźwigarkami . . . . . 677
— — — suwnicami. . . 695, 703, 710
— — — żórawiami . 668 i n., 712, 726
**Ciężkość** właściwa ciał stałych, удѣльный вѣсъ твердыхъ тѣлъ, specifisches Gewicht fester Körper . . 7
— — cieczy, уд. в. жидкостей, sp. G. flüssiger Körper . . . . . 10
— — gazów, уд. в. газовъ, sp. G. der Gase . . . . . 6, T. 277
— — wody, уд. в. воды, sp. G. des Wassers . . . . . 316
**Cios** (*bud.*), лещадный камень, тесаный кам., Quaderstein . . . . 157, 541
**Ciśnienie** (*wytrz.*), сжимающее напряженіе, Druckspannung 329, 343 i n.
— hydrostatyczne, гидростатическое давленіе, Hydrostatischer Druck . . 236
*Ciśnienie przyspieszenia mas p. Nacisk przyspieszenia mas.*
**Clapeyron'a** równania, уравненія Клапейрона, Clapeyronsche Gleichungen 284, 394
**Clausius'a** termiczna funkcya, функція Клаузіуса, Clausiussche Temperaturfunktion . . . . . 292
— prawo, законъ Клаузіуса, Satz von Clausius . . . . . 1127
**Cofnięcie** tłoka, ходъ поршня назадъ, Kolben-Rückgang . . . . 883, 884
**Cowper'a** nagrzewnica, аппаратъ Каупера, Cowper-Winderhitzer . . . 544
**Ćwierciownik**, колонное желѣзо, Quadranteisen . . . . . 20, T. 83
*Cyferblat p. Wskaźnica.*
**Cykloida**, циклоида, Cykloide . . . 112
**Cylinder**, цилиндръ, Cylinder 421, T. 579, 576 i n., 1114
Cylinder parowy, паровой ц., Dampfcylinder 577, 398, 519, 920
— — nizkoprężny (c. duży), цилиндръ низкаго давленія; ц. расширительный; ц. большой, Niederdruckcylinder 848 i n., 924
— — rozdwojony, парный цилиндръ, geteilter Cylinder . . . . . 572
— — średnioprężny, c. średni. цилиндръ средняго давленія, Mitteldruckcylinder. . . . . 864 i n.
— — wysokoprężny (c. mały), цилиндръ высокаго давленія, Hochdruckcylinder 849 i n., 924 i n.
— a parowego dno, днище п. ц., angegossener C.-Boden . . 418, 519, 920
— — osprzęt, арматура п. ц., Ausrüstung d. D. . . . 926 i n., 398, 519
— — pokrywa, крышка п. ц., C.-Deckel 418, 519, 921
— — *przestrzeń szkodliwa p. Przestrzeń szkodliwa (niedosuwnia).*
— — *strona przednia, tylna, od pokrywy, od krzywulca p. Odkorbowa, kukorbowa strona cylindra.* . . . 882
Cylindrów parowych sadowienie, установка паровыхъ цилиндровъ, Stützung der Dampfcylinder . . . . . 922
— — sprzężonych stosunek objętości, отношеніе объема пар. цил. машинъ компаундъ, Volumenverhaltniss der Compoundmaschinen 863 i n., 873 i n., 396
Cylinder pompy, насосный цилиндръ, Pumpencylinder . . . . . 576, 770
— silników spalinowych, цилиндръ двигателя дѣйствующаго газами горѣнія, Cylinder d. Verbrennungsmot. 1114
— tłoczarki (gorzej tłoczni), цилиндръ пресса, Presscylinder 421, 577, 664
**Cyna**, олово, Zinn 74. 2 i n., 314 i n., 333, 619, 789 i n., 67
**Cynfolia**, Zinnfolie (Stanniol) . . . 74
**Cynk**, цинкъ, Zink 70, 2 i n., 627, 314 i n., 333, 619, 789 i n., 67
— odlewny, литой цинкъ, Schmelzzink 72, 7
**Cynkara**, Zinkara. . . . . 67
**Cysoida** (krzywa bluszczowata), циссоида, Cissoide. . . . . 119
**Czad** wielkopiecowy, газъ доменныхъ печей, Hochofengas 544 i n., 1079, 1083
**Czadnia** wielkiego pieca, газоприемникъ домны, Gasfang des Hochofens . 545
**Czadownica** (*gaz.*), генераторъ, Gas-Generator . . . . . 917
**Czapa** nad kanałem spalinowym, заслонка дымоваго люка, Rauchglocke. 1039
**Czasza** kulista (odcinek kuli), паровой сегментъ, Kugelabschnitt (Kugelkalotte) . . . . . 135, 177, 178, 191
— (*gaz.*), колоколъ газгольдера, Glockendecke . . . . . 922
**Czekan**, широкая кирка, Breithacke . 261
**Czeluść** (wsadowa pieca) (*kuź.*), дверцы, дверь, Offenthuröffnung . . . . 558
**Czepiec** (*bud.*), балмакъ, Schuh . . 173
**Czepność**, Adhäsion . . . . . 904. 910
**Czerpak** (w przewietrzniku), ковшъ, Schopf-Schaufel . . . . . 785, 789
**Czerparka** (pogłębiarka), черпательная машина, Baggermaschine . . . . 716
**Czerpnia** (powietrza) (*ogrz.*), воздухоприемникъ, Entnahmestelle der Luft 585
**Czołownica** (*kol.*), буферный брусъ, Pufferbohle . . . . . 405, 414 i n.

Liczby chude dotyczą stron tomu I.

**Czop**, цапфа, шипъ, Zapfen 223, 489, 559, 843
— grzebieniasty, гребенчатая ц., Kammzapfen . . . . . 224, 492, 523
— końcowy, цапфа, Stirnzapfen . . 489
— korbowy, ц. кривошипа, Kurbelzapfen 556, 1112, 559, 490, 520 i n.
— leżący, поддерживающая цапфа, Tragzapfen . . . . . 225, 489
— — kulisty, цапфа шарообразная, Kugelzapfen . . . . . 225, 491
— nadwodny, надводная пята, Ueberwasserzapfen . . . . . 843, 847
— pienny (obrotnicy) (*kol.*), средняя пята, Mittelzapfen, Königszapfen . **318**
— podwieszony, висячая цапфа, Hängezapfen . . . . . 843
— podwodny, нижняя пята, Unterwasserzapfen . . . . . 843, 847
— pośredni, средняя пята, Mittelzapfen 843
— stojący (= storcowy), цапфа вертикальнаго вала, пята вала, Stützzapfen 224, 491
— storcowy pełny, płaski, плоская полная пята, ebener Spurzapfen 224, 491 843
— — pierścieniasty, кольцевая пята, ringförmiger Spurzapfen 224, 492, 843
— — wierzchni, верхняя пята, Endzapfen. . . . . 843
— wała korbowego, шейка коленчатаго вала, Kurbelwellenzapfen 556, 1112, 558, 490, **521**
— widlasty (*bud.*), сквозной шипъ, Schlitzzapfen . . . . . **170**
Czopa grzanie się, нагрѣваніе цапфы, Warmlaufen des Zapfens 491, 514, 1143
— smarowanie, смазка цапфы, Schmierung des Zapfens 227, 513, 828, 930
**Czopiarka**, шиподѣлательный станокъ, Zapfenschneidmaschine . . . . 668
**Czopuch**, боровъ, Fuchs . 956, 961, **556**
— a zasuwa, заслонка борова, Rauchschieber . . . . . 1639
**Czworokąt**, четырехугольникъ, Viereck 130, 175, 187
**Czworolist** (*mat.*), четверолистникъ, Vierblatt . . . . . 119
**Czworosuw** (*silн. spal.*), четырехтактъ, Viertakt . . . . . 1078
**Czynnik**, дѣйствующая среда, Medium 941, 1125
— całkujący, интегрирующій множитель, integrierender Faktor . . . 84
— ów tablica, таблица простыхъ множителей, Faktorentafel . . . T. 39

## D.

**Dalton'a** prawo, законъ Дальтона, Daltonsches Gesetz . . . . . 278
**Dach** (strzecha), крыша, Dach 169 do 190 705
Dach angielski, англійская крыша, englischer Dachbinder. . . . . 706
— brogowaty, матровая крыша, Zeltdach 173, 707
— dwuchyłny, двускатная крыша, Satteldach . . . . . 170
— dwuścięty (czterochyłny), вальмовая крыша, Walmdach . . . . 172
— jednochyłny, односкатная крыша, Pultdach . . . . . 160, 172
— jętkowy, стропила съ затяжкою, Kehlbalkendach . . . . . 725
— kolebczasty, сводчатая крыша, Tonnendach . . . . . 173
— krokwiowy, крыша со стропильными ногами, Sparrendach . . . . . 173
— leżniowy, крыша съ прогонами, Fettendach . . . . . 173, 184
— *namiotowy p. D. brogowaty.*
— sklepieniasty, бочарная крыша, freitragendes Tonnendach . . . . . 185
— wielokrotny, пилообразная крыша, sägeformiges Dach, Scheddach, Paralleldach . . . . . 173
— wieżowy, Thurmspitze . . . . . 716
Dachów pochyłości, наклонъ крыши, Dachneigungen . . . . . 179 i p.
— wagi własne i obciążenie, вѣсъ и нагрузка крышъ, Eigengewicht u. Belastung der Dächer 309, *p. a.* 634, *p. n.* 630
**Dachówka** (strzechówka), черепица, Dachziegel . . . . . 87, 85, 179
**Dajkąt** dwuzwierciadełkowy (*mier.*), зеркала подъ угломъ 45°, Winkelspiegel 123
— pryzmatowy, треугольная призма, Winkelprisma . . . . . 123
— przeziernikowy, вкеръ, Winkeltrommel, Winkelkopf . . . . . 123
**Dalmierz** (*mier.*), дальномѣръ, Distanzmesser . . . . . 138, 242
**Dąb**, дубъ, Eiche 7, 13, 481, 627, 317, 383 i n., 113
**Dąż** magnetyczny (*el.*), magnetische Strömung, m. Fluss . . . . 784, 786, 844
**Dążność**, направленіе, Sinn einer Richtung 796 i t. p.
— sił, направленіе силъ, Kraftrichtungssinn . . . . . 797
**Delta** (rodzaj stopu), дельта-металлъ, Deltametall. . . . . 76, 332 i n.
**Dennice** (*ktl.*), днища съ отогнутыми бортами, umgezogener, gekrempter Boden . . . . . 1012, 996
— płaskie i wypuklone, плоскія и выпуклыя днища котловъ, gekrempte, flache u. gewölbte Kesselböden T. 998 do 1005, T. 1020 i n.
**Depolaryzacya** (*el.*), деполяризація, Depolarisation. . . . . 803
**Deptak**, ступенчатое колесо, Steigrad 803

Liczby **tłuste** dotyczą stron **tomu II.**

**Deska** (*mier.*), менаульная доска, Messtischplatte . . . . . 132
Deski gipsowe (*bud.*), гипсовыя доски, Gipsdielen . . . . . 90
**Deskowanie** (opierzenie), (*bud.*), досчатая подшивка, Schalung . . . . 170
**Deszczak**, гвоздь для досокъ, Brettnagel . . . . . 181
**Deszczówka** (*bud.*), водосточная труба, Abfallrohr . . . . . 189
**Dinas**, Dinasteine . . . . . 87. 560
**Dławienie** (strumienia cieczy), сжатіе струи, Kontraktion . . . . . 240
— pary, подпоръ пара, суженіе струи пара, Dampfdrosslung 1132, 849, 860, 646
**Dławik**, буксъ сальника, Stopfbuchsbrille 549, 219
— a kołnierz, фланцъ букса сальника, Flansch der Stopfbuchsbrille . . 549
Dławikowa dokrętka, гайка букса сальника, Ueberwurfmutter . . . . . 550
— śruba, болтъ букса сальника, Stopfbuchsbrillenschraube . . . . . 549
— tuleja, втулка букса сальника, Stopfbuchsauge . . . . . 549
**Dławnia**, сальниковое вн. пространство, Stopfbuchsgehäuse (S.-B.-Büchse) 549
**Dławnica**, сальникъ, Stopfbüchse 549, 219, 1142
— wstawiana, вставной сальникъ, Stopfbüchseneinsatz . . . . . 925
Dławniany kołnierz, фланцъ сальника, Flansch am Stopfbuchsgehäuse. . 549
Dławniana śruba, болтъ сальника, Stopfbuchsschraube . . . . . 549
— tuleja, грундъ-буксъ, Grundring . 549
**Dłuciarka** (*obr.*), долбежный станокъ, Stemmmaschine . . . . . 669
**Dłuto**, ручное зубило, Handmeissel . 47
**Dłuż** statku (*okr.*), длина судна, Schiffslänge . . . . . 479
**Dmuch** (*kuźn.*), дутье, Wind 543, 585, 581
**Dmuchawa**, воздуходувка, Gebläsemaschine . . . . . 790 do 799, 616
— kuźnicza, горнозаводская в., Hüttenwerkgebläse . 780, 791. 296, 543, 561
— tłokowa, цилиндрическая воздуходувная машина, Cylindergebläse 781. 790
— śrubowa, винтовой вентиляторъ, Schraubenventilator, Schraubenradgebläse . . . . . 789
— wielkopiecowa, воздуходувка доменныхъ печей, Hochofengebläse . . 791
**Dna** okrągłe, днища круглыя, Cylinderboden . . . . . 1012, 420
Dno kotła, плоское дно котла, flacher Kesselboden *nadto p. dennice* 1012, 1025
**Dniówka**, поденщина, Tagelon 162, 804
**Dobijak**, штемпель для чеканки, Stemmeisen . . . . . 582
**Dociągacz** pasa, приборъ для натяжки ремней, Riemenspanner . . . . 477
**Dociskanie** parą (w młotach), дѣйствіе верхняго пара, frischer Oberdampf-Druck . . . . . 661
**Dodatki** do silnika parowego (osprzęt), арматура парового двигателя, Ausstattung der Dampfmaschinen . . 930
**Doleryt** (*tw.*), долеритъ, Dolerit . . 79
**Dolomit** (*tw.*), доломитъ, Dolomit 80. 7, 537
**Dolot** pary (*sil.*), притокъ пара, Dampfzuleitung; Nacheinströmung 927, 869 876
**Domknięcie** wlotki i t. p. (domykać, domykanie), отсѣчка пара, Dampfabsperrung . . . . . 877 i n.
**Donica** gazienca (*gaz.*), бассейнъ газгольдера, Gasbehältergrube . . . 923
**Domy** mieszkalne (*kol.*), жилыя постройки, Wohngebäude 201 i n., *p. kol. r.* 210
**Dopływnica** (koła wodnego), каналъ для провода воды, Einlaufschaufel. . 806
**Doprądnianie** zasobników (*el.*), дополнительное заряженіе аккумулятора, Nachladen des Akkumulators . . 806
**Doprzęgarka** zasobników (*el.*), включатель аккумуляторный, Zellenschalter 868 i n., 861
**Dorzecza** obszar, поверхность бассейна рѣки, Flussgebiet . . . . . 261
**Dostawa** (= Cosinus), косинусъ, Cosinus T. 26, 27
**Doszczelniać** (*ktl.*), подчеканить, Verstemmen. . . . . 441, 606
Doszczelniak, чеканка, Stemmeisen 440, 47
**Dotyczna**, котангенсъ, Cotangens T. 28, 29
**Dół** lejarski (*kuź.*), углубленная канава для отливокъ, Giessgrube . . . 562
**Drąg** goleni korbowej, стержень шатуна, Schaft der Schubstange . . . . 563
*Drąg sprzęgający osie parowozów p. Wiązło.*
*— zębaty p. Zębnica.*
**Drąż** cylindra, внутреннее пространство цилиндра, Cylinderbohrung . . . 921
— kominowa, внутреннее отверстіе дымовой трубы, Schornsteinhohlraum 961
*Dreny p. Sączki.*
**Drewniak**, деревянная торцевая мостовая, Holzpflaster. . . . . 196
**Drgania** (oscylacye) prostolinijne, прямолинейная вибрація (осцилляція), geradlinige Schwingung . . . 197, 412
**Drgawka** (*el.*), періодъ, Periode . . 823
**Drgawek** częstotliwość (*el.*), число періодовъ, Periodenzahl Frequenz 839, 875
**Drobnomiar** (*mier.*), нониусъ, Nonius Vernier . . . . . 125
**Drobnowidz** (*mier.*), сложный микроскопъ, Mikroskop . . . . . 126
**Droga** tłoka—względna, относительный путь поршня, relativer Kolbenweg 849
— i wozowej projektowanie, подборъ профиля дороги, Wahl des Strassen-Linienzuges. . . . . 804

Liczby **chude** dotyczą stron **tomu I.**

**Drucіak**, проволочный гвоздь, Drahtstift, Drahtnagel . . . . . 56
**Drut** bronzowy, бронзовая проволока, Bronzedraht . . . . . 76, 335, 790
— dozorowy (*el.*), контрольный проводникъ, Prüfdrat . . . . . 892
— miedziany, проволока изъ красной мѣди, Kupferdraht . . . 72, 8, 335
— ołowiany, свинцовая проволока, Bleidraht . . . . . 74, 335
— kształtowy, профилированная проволока, Formdraht, Fassondraht, Dessindraht . . . . . 40
— telegraficzny, телеграфная проволока, Telegraphendraht 76, *p. n* 56, 67, 790
— żelazny, проволока желѣзная, Eisendraht 40, 7, *p. n.* 56; 314, 335 i n., *p. n.* 338
Drutów skala, калибры для проволоки, Drahtlehren . . . . . T. 16
— wagi, вѣса проволокъ, Drahtgewichte T. 14
**Druzg** żeliwny, чугунный ломъ, Gusseisenbruch . . . . . 552
**Druzgoty**, Gerölle . . . . . 81, 261
**Drwa** (d. opałowe), дрова, Brennholz 111 i n., 13, 323, 954, 533
**Drzewo**, дерево. (Nutz)holz 105, 7, 13, 481, 314, 333 i n., *p. n.* 339, *p. r.* 341
— gwajakowe, бакаутъ, бакаутовое дерево, Pockholz . . . . . 490, 843
Drzewa nasycanie, пропитываніе дерева, Tränkung des Holzes, Imprägnirung des Holzes . . . . . 109, 282
— skurcz, усушка дерева, Schwinden des Holzes . . . . . 107
Drzewny towar, Holz als Ware . . . 110
**Drzwi** (*bud.*; *kol.*). двери, Thür 162, 197, 421
**Dusza** konopna liny, пеньковая сердцевина к., Hanfseele eines Seiles 481, 522
**Dworzec** czołowy (*kol.*), конечная сомкнутая станція, Kopfbahnhof . . 329
— osobowy (*kol.*), пассажирская станція. Personenbahnhof. . . . . *p. r.* 210
— przelotowy (*kol.*), промежуточная станція, Durchgangsbahnhof . . 329
— półwyspowaty (*kol.*). клинообразная станція, Keilbahnhof . . . . . 330
— wyspowaty (*kol.*), станція свободностоящая, окруженная путями, Inselbahnhof . . . . . 330
**Dwójsieczna**, прямая дѣлящая уголъ пополамъ, Winkelhalbirende . . . 64
**Dwukąt** kulisty (sferyczny). сферическій двухугольникъ, Kugelzweieck . . 136
**Dwuksiuk** (*cз. m.*). двойной кулачекъ, doppelter Daumen . . . . . 908
**Dwumian** Newtona, биномъ Ньютона, Binomischer Satz . . . . . 35, 43
**Dwuprąd** (*el.*). двухфазный токъ, Zweiphasenstrom . . . . . 788, 842
**Dwuprądnica** (*el.*). динамо съ двухфазнымъ токомъ, Zweiphasenmaschine 846
**Dwurozjazd** (*kol.*). Doppeltweiche . 306
Dwurozjezdnia (*kol.*). Doppeltweichenstrasse . . . . . 307
**Dwuskok** (*sil.*). двойной ходъ поршня, Doppelhub . . . . . 884, 849
**Dwusuw** (*sil. spal.*), двутактъ, Zweitakt 1078
**Dwuteownik**, двутавровое желѣзо, Doppel-T-eisen, lub I-eisen T. 32, T. 38 i n.
**Dwuwręgi** окрѣтъ, Spanten . . . . 458
**Dyabaz** (*tw.*), діабазъ, Diabas . . . 79
**Dyby** (*okr.*), салингъ, защечникъ, Saling 498 i n.
**Dymnica** (*ktl.*), дымовая коробка, Rauchkammer, Rauchfang. . . . 386, 530
**Dyna**, дина, Dyn . . . . . 193
**Dynamika** cieczy, динамика жидкихъ тѣлъ, Hydrodynamik, Dynamik flüssiger Körper . . . . . 238 do 275
— ciał sztywnych, динамика твердыхъ тѣлъ, Dynamik starrer Körper 192 do 215
*Dynamometr p. Hamownica*
**Dyoryt** (*tw.*), діоритъ, Diorit . . . 79
*Dystylacya sucha p. Koksownice, oraz Wygazowanie.*
**Dysza**, конусъ, коническое сопло, Düse 1140, 296, 763, 838, 947
— parowozu (wylotowa), конусъ, Blasrohr . . . . . 387
— kuzienna, кузнечное сопло, Schmiedefeuerdüse . . . . . 787, 800
— wielkopiecowa, доменное сопло, Hochofendüse . . . . . 541, 547
— żeliwiaka, фурма, Form . . . . 554
**Dyszak** (strumiennica do gazów). инжекторъ для газовъ, Dampfstrahl- Luft (Gas) sauger, Wasserstrahl-Luft (Gas) sauger . . . . . 762
— nadmuchowy, вентиляторъ для искусственной тяги, Unterwindgebläse 800
— parowy, пароструйный вентиляторъ. инжекторъ, Dampfstrahlgebläse 762. 781, 800
**Działowiec** (*okr.*), Kanonenboot 487, 492 i n.
**Dzida** do gruntowania (*bud.*), пика для зондировки, Visitiereisen . . . 149
**Dziedziniec** towarowy (*kol.*), пакгаузный дворъ, Rohgutbahnhof . . . . 338
**Dzionka**, производительность рабочаго въ день, Arbeitertagewerk, Tagesleistung, Schicht 162, 254, 430, 802 i n.
**Dziobak** (*okr.*). бугшпритъ, утлегаръ, Bugspriet, Klüverbaum . . . . 498
**Dziobel** (*okr.*), кливерсель, Kluversegel 499 i n.
**Dziobnica** (*okr.*), форштевень, Vorsteven 458
**Dziurniczka**, бородокъ, Pfriemen. . 520
**Dzwon** gazieńcowy (*gaz.*), колоколъ газгольдера, Gasbehälterglocke . . 922

Liczby **tłuste** dotyczą stron **tomu II.**

Dzwon gazieńcowy wielowysuwny, телескопный газгольдеръ, teleskopierte Gasbehälterglocke . . . . . 922
— kościelny, костельный колоколъ, Kirchenglocke . . . . . 75, 212
— parowy, паровой колпакъ, Dampfdom. 965, 528, 385, 1033
— — *p. też Zbieralnik.*
**Dźwiękowiec** (*tw.*), фонолитъ, Phonolit 79
**Dźwig** (lift), подъемникъ, Aufzug 729 do 738
— elektryczny, электрическій подъемникъ, elektrischer Aufzug 729, 734 i n.
— napędzany wodą (hydrauliczny), гидравлическій подъемникъ, Druckwasseraufzug, Kolbenaufzug 730, 734 i n.
— osobowy, подъемникъ для людей, Personenaufzug 729 i n., 734 i n., 523
— pędniany, приводной подъемникъ, Transmissionsaufzug 729, 734 i n., 519
— ręczny (dźwiżek), ручной подъемникъ, Handaufzug . . . . 729, 734, 737
— samostój, свободно установленный подъемникъ, freistehender Aufzug 734
— towarowy, подъемникъ для грузовъ, Lastenaufzug 729 i n., 734 i n., 532
Dźwiga jazdy prędkość, скорость подъемника, Fahrgeschwindigkeit des Aufzuges . . . . . 729, 730, 733, 737
**Dźwigar** belkowy, балка, Balkenträger 658 i n.
*Dźwigar dachowy p. Wiązar.*
— łukowy, арочная балка, арочная ферма, Bogenträger . . . . . 708 i n.
— mostu główny, главная ферма моста, Hauptträger der Brücke 640 i n., 770
**Dźwigarka**, подъемная машина, лебедка, воротъ, Winde, Hubwerk 675, 698, 714, 732
— o napędzie ciernym, фрикціонная лебедка, Friktionswinde, Reibungswinde 677
— obrotowa, воротъ, сложный воротъ, лебедка, Räderwinde . . . . . 675
— parowa, паровая лебедка, Dampfwinde 677
— przewojowa, лебедка съ фрикціоннымъ барабаномъ, Winde mit Reibungstrommel . . . . . 678
— przesuwna na wózkach (= suwnicowa), подвижная лебедка, Laufwinde 677, 692 i n.
— samowechwytowa, самотормазящаяся лебедка, selbstsperrendes Hubwerk 692
— stała, неподвижная лебедка, Standwinde . . . . . 677
— wyciągowa, махтовая лебедка, Schachtwinde . . . . . 679
**Dźwignia**, рычагъ, Hebel 801, 162 i n.
**Dźwignica**, грузоподъемная машина, Lasthebemaschine . . . 669 do 729
— bramiasta, подвижной портальный кранъ, Bockkran, Gerüstkran 709 do 715
Dźwignica hydrauliczna, гидравлическая подъемная машина, Druckwasser, Hebemaschine . . . . 718 do 729, 219
— pneumatyczna, пневматическая подъемная машина, Hebezeug mit Druckluftbetrieb . . . . . 674
**Dźwignik** (źle: lewar), домкратъ, Hebebock 674
— hydrauliczny, гидравлическій домкратъ, Druckwasser-Hebebock . . 718
— śrubowy, винтовой домкратъ, Schraubenwinde . . . . . 674
— zębnicowy, домкратъ съ зубчатой рейкой, Zahnstangenwinde . . . 674
Dźwigniki bliźniacze do parowozów, подъемные козлы для паровозовъ, Locomotivwindebocke . . . . . 675
**Dźwigownia**, махта, Fahrschacht 734 i n.
**Dźwigowy**, управляющій подъемникомъ, Aufzugführer . . . . . 735 i n.
**Dżaul** (*el.*), джауль, Joule 782, 193, 782

## E.

*Efekt p. Moc*, oraz *Sprawność.*
**Erhardt'a** rury . . . . . 571
*Ejektor p. Przetryskacz parowy.*
*Ekonomajzer p. Podgrzewacz.*
*Ekskawator p. Nabierak.*
**Elektroda** ostojna, отводящій электродъ, Ableitungselektrode . . . . . 803
— rozczynna, растворяющійся электродъ, Lösungselektrode . . . . 803
**Elektromagnetyzm**, электромагнитизмъ, Elektromagnetismus . 793 i n.
**Elektrotechnika**, электротехника, Elektrotechnik . . . . . 782 do 912
**Elektrownia**, электрическая станція, Elektricitätswerk 859, 868, 870, 889
— tramwajowa, эл. ст. для конокъ, el. Strassenbahn-Kraftwerk . . . 905
**Elektryczność**, электричество, Electricität . . . . . 787 i n.
**Elementy** kinematyczne, кинематическіе элементы, kinematische Elemente 536
**Elipsa** (*mat. mech.*), эллипсъ, Ellipse 109 176, 189
— bezwładności (*mech.*), эллипсъ инерціи, Trägheitsellipse . . . . . 181
— centralna (*mech.*), центральный эллипсъ, Centralellipse . . . . . 182
**Elipsoid** (*mat. mech.*), эллипсоидъ, Ellipsoid . . . . . 128, 136, 179, 191
— bezwładności, эллипсоидъ инерціи, Trägheitsellipsoid . . . . . 180
— centralny (*mech.*), центральный эллипсоидъ, Centralellipsoid . . . 180
**Elipsownica** (*most.*), эллиптическая ферма, Ellipsenträger . . . . . 774
**Emaljowanie** żeliwa, эмальировка чугуна, Emaillieren des Gusseisens . 67
*Energia kinetyczna p. Praca rozpędu.*
**Energii** zachowanie, сохраненіе энергіи, Erhaltung der Energie . . 206, 1127

**Entropia** (*mech.*), энтропія, Entropie 1127, 1132. 983
**Entropii miara**, мѣра энтропіи, Maass der Entropie . . . . 1132—1136, 983
**Epicykloida** (*mat.*), эпициклоида, Epicykloide . . . . . 113
**Erg** (*mech.*), эргъ, Erg . . . . . 193
**Esówka** (*bud.*), желобчатая черепица, Pfannendachziegel . . . . 180, 170
**Eulera** wzory i twierdzenia, Эйлера формулы и законы, Eulersche Formeln u. Satze . . 128. 346, 156, 235, 238
*Exhaustor p. Dyszak także Wywietrznik.*

F.

**Fala** morska, морская волна, Meereswelle 475, 488, 271
**Farad** (*el.*), фарадъ, Farad . . . . 782
**Faraday'a** prawo elektrolityczne, электролитическій законъ Фарадэя, Faradays elektrolytisches Gesetz . . 791
**Farba** olejna, масляная краска, Oelfarbenanstrich. . . . . 68
**Farcot'a** stawidło suwakowe, золотникъ Фарко, Farcot'sche Steuerung . . 908
**Ferranti'ego** zjawisko (*el.*), Ferranti-Effekt . . . . . 837
*Ferromangan p. Surówka, żelazo-mangan, i Manganiak.*
**Filary** mostowe, основанія моста, Brückenpfeiler . . . . . 760
— podziemne murowane (*bud.*), основанія на столбахъ, Pfeilergrundung 153
**Filtr** (= odsączník, przesączník), фильтръ, Filteranlage . . . . . 267, 514
*Fitingi p. Łączniki* (lep. *Złączniki*) *gazowe.*
*Flansza p. Kołnierz. Kołnierzyk, Obroża.*
**Fliegnera** tablica dla pary wodnej, таблица Флигнера для водянаго пара, Fliegnersche Wasserdampftafel T. 286, 287
*Fluspat p. Topnik.*
*Fonolit p. Dźwiękowiec.*
*Forsunka p. Rozpylacz.*
**Fosforyt** (*kuś.*) . . . . . 537, 540
**Fosfór**, фосфоръ, Phosphor 2 i n., 317, 19, 551
**Fotogramometrya** (*mier.*), фотограмметрія, Photogrammetrie. . . . 243
**Fotometr** (*ośw.*), фотометръ, Photometer 916
*Fregata p. Statek pełnożaglony.*
*Frez, frezmaszyna p. Grzybarka.*
*Fryszerka p. Uszczerzak.*
*Fundament p. Posada.*
**Funkcya** kołowa (*mat.*), круговая функція, Kreisfunktion 59 i n., T. 26—29
— hyperboliczna (*mat.*), гиперболическая функція, Hyperbelfunktion 67, 81, T. 30 do 34
— przestępna (*mat.*), трансцендентная функція, Transcendente Funktion 78
*Fylit p. Łupek.*

G.

*Gabaryt p. Obrysie.*
**Gabbro** (*tw.*), габбро, Gabbro . . . 79
*Galloway'a rura p. Garłacz.*
**Galman**, галмей (цинковый шпатъ), Galmei, Zinkspat . . . . . 70, 8
**Ganguillet'a i Kutter'a** wzór (*wodn.*), формула Гангилье и Куттера, Ganguillet u. Kutter'sche Formel . . 255
**Gar** (wielkiego pieca), горнъ доменной печи, Gestell des Hochofens . . 541
**Garbowiny**, Lohe . . . . . 85
**Gardziel** (wielkopiecowa), колошникъ домны, Gicht d. Hochofens. . 541 i n.
**Garłacz** (*ktl.*), поперечная кипятильная труба, Quersiederohr 1010, 1029 i n.
**Garnek** wydychowy (*sił. spal.*), горшокъ для отработанныхъ газовъ, Auspufftopf . . . . . 1121
**Gay Lussac'a** prawo, законъ Гей Люссака, Gay-Lussac'sches Gesetz . . 278
**Gaz** paliwny, горючій газъ, Brenngas 1079
— palny rodzimy, природный газъ, Naturgas . . . . . 536
— roboczy, промысловый газъ, Industriegas . . . . . 1079
— silniczy, газы для двигателей, Motorengase, Kraftgase . . . 1079, 1096
— świetlisty (gorz. świetlany), свѣтильный газъ, Leuchtgas 913 i n., 1079, 1096
— — olejny, свѣтильный газъ изъ масла, Leuchtgas aus Oelen . . 937
— wielkopiecowy (lep. czad w.), доменный газъ, Hochofengas 1079, 1083, 545, 799, 536, 1097
— wodniany . . . . . 1079
— wodnoczadowy, водородный газъ, Wassergas . . . . . 1079
Gazu świetlistego mieszanki z powietrzem wzbuchliwe, взрывчатыя смѣси газа, explodierbare Luft u. Gasgemische 914, 1085
— — odbyt (*gaz.*), расходъ газа, Gasabgabe . . . . . 925
— — przepływ (*gaz.*), протокъ газа, Gas-Durchfluss . . . . . 930
— — wartość opałowa, теплотворная способность газа, Heizkraft des Gases 914, 323, 1082
— — — świetlisty (gazu świetlistość), сила свѣта газа, Leuchtkraft des Gases . . . . . 914, 938
Gazów przepływ (*mech.*), движеніе газовъ (по трубопроводамъ), Bewegung der Gase . . . . . 299
— wypływ (*mech.*), истеченіе газовъ, Ausfluss der Gase . . . . . 294
— zmiany stanów (*mech.*), измѣненіе состоянія газовъ, Zustandsänderung d. Gase . . . . . 290
*Gazy spalania p. Spaliny.*

**Gazieniec** (*gaz.*), газгольдеръ, Gasbehälter . . . . . 715, 922
— nieobudowany, свободно стоящій газгольдеръ, freistehender Gasbehälter 923
**Gazownica**, gaziarka (generator gazu), газовой генераторъ, Gasgenerator 800 563
**Gazownictwo**, производство свѣтильнаго газа, Gasfabrikation 913 do 938
**Gąbczak** (*tw.*), пемза, Bimsstein . . 79, 9
**Gąsior** (*bud.*), черепица для конька, полукруглая чер., Firstziegel, Gratziegel, Hohlziegel . . . . . 179
**Geometrya** analityczna, аналитическая геометрія, analytische Geometrie. 93
— kinematyczna, кинематическая геометрія, kinematische Geometrie . 154
*Gęstościomierz p. Areometr.*
**Gęstość** powietrza (*mech.*), плотность воздуха, Dichtigkeit d. Luft T. 281
**Gięcie** (*wyt.*), напряженіе при изгибѣ, Biegungsspannung . . . . . 351
*Gimnastyczna sala p. Bojnia.*
**Gips** (*tw.*), гипсъ, Gips 80, 8, 627 i n., 89, 195
*Gładnik gwiaździarski p. Luneta astronomiczna.*
**Gliceryna**, глицеринъ, Glycerin 11, 722, 619
**Glin**, алюминій, Aluminium 2 i n., 314 i n., 333, 619, 789 i n., 552
**Glina**, глина, Thon 82, 8, 13, 619, 730, 150
**Gładzik** (= nóż obrabiarki do cienkiego wióra), рѣзецъ для чистой обработки, Schlichtstahl. . . . . 654, 657
*Gładź podsuwakowa, nadsuwakowa, podsmieniakowa p. Suwaka gładź.*
**Głębizna** (*gór.*), глубина, Teufe 739, 778
**Głowica** komina, капитель дымовой трубы, Kapitäl des Schornsteines . . 961
**Głównik** (*el.*), индукторъ съ главной обмоткой, Magnetschenkel mit Hauptstromwicklung . . . . . 807
**Gnejs** (lep. gnusiec) (*tw.*), гнейсъ, Gneis 79, 8
**Gnicie** drzewa, гніеніе дерева, Faulen des Holzes . . . . . 108
**Gniotownik** szczękowy, механическіе клещи, Steinbrecher . . . . . 539
— walcowy, дробильные вальцы, Walzwerk . . . . . 539
**Goleń** korbowa (korbowód), шатунъ, Kurbelstange, Pleuelst., Triebst., Schubstange 551, 895, 562, 1115, 520, 870
— suwakowa (*cz. m.*), эксцентриковая тяга, Schieberstange 883, 892, 912
**Gorzelnia** (*bud.*), водочный заводъ, Brennerei . . . . . 204
*Gradienta p. Rys pochyłości drogi.*
**Grafit**, графитъ, Graphit 8, 481, 317, 120
**Graniastosłup** (*mat.*), призма, Prisma 133
**Granica** ciastowatości (*wyt.*), предѣлъ выдавливанія, Fliessgrenze, Quetschgrenze, Streckgrenze . . . . . 328
Granica proporcyonalności (*wyt.*), предѣлъ пропорціональности, Proportionalitätsgrenze . . . . 328, 331 do 336
— sprężystości (*wyt.*), предѣлъ упругости, Elasticitätsgrenze (=Tragmodul) 329
**Granit**, гранитъ, Granit 78, 8, 13, 481, 334 i n., 354
— belgijski, бельгійскій гр., belgischer G. 80
**Grodza** (*bud.*), водоудержательная плотина, Fangdamm. . . . . 150
— wielościenna, коробчатая водоудержательная плотина, Kastenfangdamm 150
**Grodzice** (statku) (*okr.*), Schottendeck 458, 480
**Grodzień** (statku) (*okr.*), отдѣленіе, Schotten-Abtheilung . . . 458, 473, 480
**Grodziżar** (*bud.*), брандмауеръ, Brandmauer. . . . . 161
**Gródź** (statku) (*okr.*), Schotte 458, 480
**Grunt** (*bud.*), грунтъ, почва, Baugrund 149 i n., 637, 266
— u rozluźnianie, разрыхленіе грунта, auflockerung des Bodens . . . . 260
— ubijanie, уплотненіе грунта, Verdichten des Erdreiches . . . . 152
**Gruszka** (Besemera) (*kuź.*), реторта (груша), Birne . . . . . 560
**Gruz** ubijany (*bud.*), бетонъ уплотняемый бабой, Rammbeton . . . . 152
**Gryz** (*obr.*), шарошка, фреза. Fräser 657, 47
**Gryzarka** (frezarka) (*obr.*), фрезерный (шарошечный) станокъ, Fräsmaschine 657, 668
**Grzbiet** dachu, конекъ крыши. First 170 i n.
**Grzbietnia** (*kol.*), Ablaufberg. Eselsrücken 352
**Grzbietówka** (*bud.*), черепица для конька, Firstziegel . . . . . 180
**Grzeiwo** (*ogr.*), подводящее теплоту тѣло, Würme zuführender Stoff . . 593
**Grzejka** (*ogr.*), Wärmflasche. . . . 422
**Grzejnik** drabinkowaty (*ogr.*), трубчатый нагрѣвательный приборъ, Rohrregister . . . . . 592
— płyciasty (*ogr.*), Plattenheizkörper 592
— żebrowany (*ogr.*), ребристый нагрѣватель, Rippenheizkörper. . . . 592
**Grzęda** (*bud.*), коньковая затяжка, Hahnenbalken . . . . . 170
**Grzechotka**, трещетка, Ratsche . . 689
**Grzyb** drzewny (*bud.*), деревесный грибъ, Holzschwamm, Hausschwamm . . 108
**Grzybek** zawora (*ce. m.*), клапанъ, Ventilkegel . . . . 609 i n., 726, 1042
**Guldina** (Pappusa) prawidło (*mat.*), правило Гульдена, Guldinsche Regel 138
**Gudron** (*tw.*), гудронъ, Goudron . . 104
*Guset p: Podwęźle.*
**Gwint** (śruby), нарѣзка винта, Schraubengewinde. . . . . 425 i n., 1007

Liczby **chude** dotyczą stron **tomu I.**

Gwint dla rur gazowych, газовая нарѣзка, Gasgewinde . . . . . T. 431
**Gwintnik** (*obr.*), мечикъ, Gewindebohrer 47
**Gwizdawka** parowa, паровой свистокъ, Dampfpfeife . . . . . 891
*Gwóźdź p. Deszczak, Druciak, Łaciak, Łupczak, Szyniak i t. p.*

H.

**Hak** (*cz. m.*), крюкъ, Haken . 533 i n.
*Hak szynowy p. Szyniak.*
*Hak wagonowy p. Pociągla hak.*
**Haeseler'a** wzory (*wytrz.*), формулы Гезелера, Formeln von Haeseler. . 845
**Hamburskie** prawidła o kotłach, гамбургскія нормы о пар. котлахъ, Hamburger Normen. . . . . 1006
**Hamownica**. тормазный динамометръ, Bremsdynamometer. . . . . 801
**Hamulec**, тормазъ, Bremse 537 i n., 701 i n., 753
— bezpieczeństwa, предохранительный тормазъ, Sicherheitsbremse. . . 699
— elektryczny. электрическій тормазъ, electrische Bremse 701, 911, 704 i n., 713
— klockowy, тормазъ съ колодками, Backenbremse, Klotzbremse 537, 754, 372
— kolejowy, тормазъ, Bremse 371, 406, 428, *przep. kol. r.* 212
— — powietrzny, воздушный тормазъ, Luftdruckbremsen . . . . . 873
— — zespolony, durchgehende Bremse 373
*Hartgus p. Odlew utwardzony.*
*Heblarka p. Strugarka, Strugownica, wiórarka.*
**Hefnerowska** światłostka (*ośw.*), лампа Гефнера, Hefnerkerze. . . . . 915
**Hematyt** (*kuź.*), гематитъ, Hämatit . 536
**Henry** (*el.*), Henry . . . . . 795
*Histereza p. Uporność magnetyczna.*
**Hodograf** ruchu (*mech.*), годографъ движенія, Hodograph der Bewegung. 150
*Holcement p. Warstwiec.*
*Holcśruba p. Wkrętka.*
**Holowiec** (*okr.*), буксирное судно, Schlepper. . . . . 457, 461 i n.
**Hultajówka** (*bud.*), черепица для угловъ, Kehlziegel . . . . . 180
**Hurtniczy** wyrób (hurtem, w. masowy), оптовое производство, Massenfabrikation . . . . . 663
*Hydrodynamika p. Dynamika cieczy.*
*Hydrostatyka p. Statyka cieczy.*
**Hyperbola** (*mat.*), гипербола, Hyperbel 103
**Hyperboloid** jednopowłokowy (*mat.*), гиперболоидъ однополый, einschaliges Hyperboloid . . . . . 128
**Hypocykloida** (*mat.*), гипоциклоида, Hypocykloide . . . . . 113

I.

**Iglica** (rozjazdowa) (*kol.*), острякъ, перо (стрѣлки), Weichenzunge. . 302, 307
— y osada, корень пера, Zungenende. Zungen drehpunkt . . . . 303, 308
— śpic, острie пера, Zungenspitze . 308
— odgromowa, Auffangstange . . . 912
**Ikrowiec** (*tw.*), известковый шпатъ, Oolitkalk, Roggenstein. . . . . 80
**Ilość** elektryczności, количество электричества, Electricitätsmenge . . . 782
*Ilość ruchu p. Wielkość rozpędu.*
**Imadło** (*obr.*), тиски, Schraubstock . 435
*Impregnowanie drzewa p. Drzewa nasycanie.*
**Intze'go** dna zbiornikowe. . . . . 341
*Inżektor p. Wtryskacz.*
**Ireland'a** żeliwiaki . . . . . 555
**Iskrzenie** (*el.*), образованіе искръ, Funkenbildung. . . . 819, 821, 826, 828
**Iskrzyk** żelazny (piryt), Schwefelkies 537, 8, 13, 540
**Izodynamiczna** zmiana stanu (*mech.*), изодинамическое измѣненіе состоянія, izodynamische Zustandanderung 289
*Izolacya od strat ciepła p. Otulina.*
**Izotermiczna** krzywa (wykresowa) (*mech.*), изотермическая кривая, isothermische Zustandsänderungscurve 291, 293

J.

**Jacht** (*okr.*), яхта, Jacht . . . 457, 461
**Jałowy** bieg (silnika, maszyny, turbiny), ходъ (машины) порожнемъ, Leergang, Leerlauf 646, 658, 943 i t. p.
— e koło pasowe, холостой шкивъ, Lossscheibe. . . . . 480
— y ciężar, мертвый грузъ, Tote Last 731
**Jama** grzewcza (*kuź.*), Wärmgrube. . 569
— powietrzna (*b. m.*), воздушное пространство, Luftsack . . . 771, 937
**Jarzmo** (*okr.*), салингъ. Saling 498 i n.
Jarzmo (*cz. m.*), кулисса, Kulisse 909 i n
— krzyżne, кулисса съ скрещенными тягами, Kulisse mit gekreuzten Stangen . . . . . 911
— niedokrzyżne, кулисса съ открытыми тягами, Kulisse mit offenen Excenterstangen . . . . . 911
**Jaspis** (*tw.*), Jaspis . . . . . 79
*Jastrych p. Klepisko.*
**Jaz** (*wod.*), плотина, Wehr . . . . 264
— przelewowy, глухая плотина, Ueberfallwehr. . . . . 264
— zatopiony (przewał), подпруда, Grundwehr . . . . . 264
— kanału spalinowego (*kł.*), перегородка, Kulisse. . . . . 958, 1035
**Jednoprąd** (*el.*), однофазный токъ, einphasiger Wechselstrom 788, 876, 878
*Jednostka ciepła p. Ciepłostka.*

**Jednostka** pracy (*mech.*), единица работы. Arbeitseinheit . . . . . 193
— elektryczna niemiecka, prawna, электрическія единицы, gesetzliche electrische Masseinheiten . . . . . 783
— *magnetyzmu p. Magnetostka.*
— *oporu elektr. p. Oporostka.*
— *światła p. Światłostka.*
**Jedwab**, шелкъ, Seide . . 481, 594, 305
**Jezdnia** (mostu i t. p.), Fahrbahn 757, 767 i n.
**Jętka** (*bud.*), затяжка, Kehlbalken 170, 725
**Jodła**, ель, Tanne 7, 481, 627, 317, 333 i n., 113
**Joule'a** prawo (*el.*), законъ Джоуля. Joulesches Gesetz . . . . . 790

## K.

**Kabel** (*el.*), кабель. Kabel . . . 879, 892
*Kabel p. Lina wielolinkowa.*
**Kadłub** okrętowy, корпусъ судна, Schiffskörper. . . . . 458 i n.
— pompy, корпусъ насоса, Pumpenkörper. . . . . 771, 776
— zaworu, клапанная коробка, Ventilkörper . . . . . 612, 254, 600
**Kadź** wodna, водяной бакъ, Wasserbehalter . . . . . 341
**Kafar** (*bud.*), коперъ, Ramme . . . 156
— dźwigarkowy, механическій коперъ съ лебедкой, Kunstramme . . 156
**Kafel**, изразецъ, Ofenkachel. . . . 87
**Kamienie**, камень, Stein 78 i n., 334 i n.
— naturalne, естественные камни, natürliche Steine . . . . . 78 i n.
— polne, эрратическіе массивные глыбы, erratische Blöcke oder Findlinge 82
— sztuczne, искусственные камни, künstliche Steine. . . . . 83 i n.
**Kanały** rozdzielcze (*sil.*), паропаспредѣлительный каналъ, Steuerungskanal 881 i n.
— spalinowe, дымоходъ, Rauchkanal, Feuerzug . . . . . 955 i n., 596
Kanałów spalinowych jazy i półjazki, перегородки дымоходовъ, eingebaute Kulissen in Feuerzügen . . . . 958
— — zawieradła ciągu, заслонки для регулировки тяги, Zug-Absperrvorrichtung. . . . . 1039
*Kanały spalinowe kotła parowego p. Kotła parowego kanały sp., k. p. obmurze.*
— wodne, каналъ. Kanal, Wasserlauf 254 i n.
— wywietrzające (*ogr.*), Abluftkanäle 587
*Kanonierka p. Działowiec.*
**Kaolin** (*tw.*), каолинъ, Kaolin . . . 82
**Kaplica** (*bud.*), часовня, Kapelle . . 202
**Kardioida** (krzywa sercowata) (*mat.*), кардіоида, Kardioide, Herzkurve . 114
**Karpiówka** (*bud.*), плоская черепица, Flachziegel . . . . . 87, 170, 179
**Katoptryczny** cyrkiel (*mier.*), катоптрическій циркуль, katoptrischer Zirkel. . . . . 133
**Kauczuk**, каучукъ, Kautschuk 619, 319
**Kąt** skręcenia (*wyt.*), уголъ кручения, Verdrehungswinkel . . . . . 398
— tarcia (*mech.*), уголъ тренія, Reibungswinkel . . . . . 215, 216
— zsypu, уголъ естественнаго откоса, natürlicher Böschungswinkel 750, 727, 730
**Kątownik**, угловое желѣзо, L-Eisen 20 i n., 446
— łebkowy, угло-бимсовое желѣзо, Winkelwulsteisen . . . . . T. 37
— nierównoramienny, неравнобокое угловое желѣзо, ungleichschenkliges Winkeleisen . . . . . 20, T. 28, 34, 37
— równoramienny, равнобокое угловое желѣзо, gleichschenkliges Winkeleisen 20, T. 26 i n.
*Kelbelka p. Jętka.*
**Kepler's** łuneta . . . . . 124
**Kielich** (u rur) раструбъ трубы. Rohrmuffe . . . . . 581
**Kielliszek** (rura), фланцевый раструбъ, E-Stück . . . . . 583
**Kierat**, конный приводъ, Göpel, Pferdegöpel . . . . . 739, 802
**Kierownica** (*mat.*), директрисса, Leitlinie (Directrix) . . . . . 102
Kierownica (łopatka kierownicza) (*cz. m.*). направляющая лопасть, Leitschaufel 789, 818, 824, 944
**Kilogramometr** (*mech.*), килограммометръ. Meterkilogramm . . . . 194
**Kilowat** (*el.*), киловатъ, Kilowat . . 783
**Kinematyczna** geometrya (*mech.*), кинематическая геометрія, kinematische Geometrie . . . . . 154
**Kirchoff's** prawo (*el.*), законъ Кирхофа. Kirchoffsches Gesetz . . . 788, 840
**Kit** (*tw.*), замазка. Kitt. . . . 102 i n.
*Klamra p. Szpona.*
**Klapa** (*cz. m.*), створчатый клапанъ, Klappe . . . . . 546, 253, 796, 938
*Klatka schodowa p. Schodnia.*
**Klein's** strop . . . . . 195, 629
**Klepisko** (jastrych) (*bud.*), каменный полъ, Estrich . . . . . 90, 197
**Kleszcze** (*mier.*), зажимъ. Bremsvorrichtung . . . . . 129
**Klin** (*mat.*), клинъ, Keil . . . 134, 178
Klin (*cz. m.*), клинъ, Keil 423, 221, 465, 621
— dwuwpustny, клинъ двухсторонній. Nutenkeil . . . . . 465
— jednowpustny, клинъ односторонній (плоскій), Flachkeil, Schlusskeil . 465
— łbiasty, клинъ съ носомъ, Nasenkeil 465
— osadczy, t. j. ze zbieżnością (*gerz.* osadny), пионка, Befestigungskeil 465 480
— nastawczy, регулящонный клинъ, Nachstellkeil . . . . . 929

Liczby chude dotyczą stron tomu I.

**Klin** żłobkowaty (gorz. wklęsły), клинъ вогнутый, Reibungskeil, Hohlkeil 465
— złączny, соединительный клинъ, Verbindungskeil . . . . . 423
**Klinkier** (*tw.*) клинкеръ, кирпичъ-жежёнкъ, Klinker 86, **627**, 334 i n., **169**
**Klocek** hamulcowy, тормазная колодка, Bremsklotz . . . . . **372**, 218
**Klosz** omglony (*ośw.*), matte Glasglocke 809
**Klucz** (do nakrubków), гаечный ключъ, Schraubenschlüssel . . . . . 427
— Cardan'a (Hoock'a) (*cz. m.*), универсальный шарниръ, Universalgelenk 501 703, 714
**Klodzisko** (*kuź.*), фундаментъ наковальни (табогта), Chabotte . . . . 663
**Kocioł** ogrzewniczy, котелъ для отопленія, Heizungskessel . . . **599**, **611**
**Kocioł parowy**, паровый котелъ, Dampfkessel . . . 951 i n., **379**, **526**
— a — go badanie wydajności, Untersuchung der Dampfkessel 1067 i n
— — *blachy p. Blachy.*
— — den i dennic grubość, толщина днищъ п. к., Wandstärke der K.-Boden 1006, 1011, **529**, T. 1020, T. 1024; **380**
— — kanały spalinowe, дымоходы паровыхъ котловъ, Heizkanal des Dampfkessels 955, *p. a.* 1063, *p. n.* 1055, 1060; *p. r.* 1050
— — manometr, манометръ, Manometer 1044, *p. a.* 1063, *p. n.* 1056, 1062; *p. r.* 1050
— — *nicenia p. Nicenia.*
— — obliczenia, подсчетъ п. к., Berechnung d. D.-K.. . . . 952, **378**, **526**
— — obmurze, вмазка котловъ, Kesselmauerwerk 1035, 967 do 995, *p. n.* 1056, 1060; *p. r.* 1051
— — obsada paleniskowa, грубая арматура пар. к., grobe Armatur der D.-K. 1037
— — osprzęt, арматура п. к., Armatur d. D.-K. 1037, *p. a.* 1062, *p. n.* 1055, **389**; *p. r.* 1049, **214**
— — *paleniska p. Paleniska.*
— — płaszcza grubość, толщ. цил. стѣнокъ п. к., Wandstärke der cyl. K.-Mantel 1006, 1009, **528**, T. 1013, **385**
— — płomienic grubość, т. жаровыхъ трубъ, Wandstärke der Flammrohre 1009, **529**, T. 1016
— — podparcie, поддержка пар. котла, Unterstützung d. D. Kessels 970, 1034
— — podwieszenie, подвѣшеніе пар. к., Aufhängung der D. Kessel . . . 1034
— — powierzchnia ogrzewana, поверхность нагрѣва п. к., Heizfläche d. D.-K. 1069, 1061, 953, **378**, **527**, T. 956, T. 376, *p. n.* 1056, 1060; *p. r.* 1050
— — przewody zasilające, питательные проводы, Speiseleitung 1041, *p. a.* 1063, *p. n.* 1055, 1062; *p. r.* 1050
— — pozwolenie ustawienia, разрѣшеніе на установку, Dampfkessel Genehmigung *p. a.* 1066; *p. n.* 1054, 1055, 1057, 1059; *p. r.* 1053
— — próba na ciśnienie, гидравлическое испытаніе, Wasserdruckprobe p. *a.* 1064; *p. n.* 1056, 1058, 1059, 1063; *p. r.* 1052
— — sadowienie, укладка пар. котл., Lagerung d. D.-Kessel. . . . . 1034
— — sprawdzanie, провѣрка пар. кот., Prüfung der D.-Kessel *p. a.* 1062; *p. n.* 1056, 1057, 1059; *p. r.* 1051
— — *sprawność p. Kotłowego urządzenia sprawność.*
— — *szwy p. Nicenie.*
— — ścianek usztywnienie i wzmocnienie, укрѣпленіе стѣнокъ пар. кот., Verstärkung und Verankerung der D.-Kesselwände 1008, 1027, 1032 i n.
— — urządzenia spustowe, спускныя и продувныя приспособленія, D.-K. Ausblasevorrichtung 1042, *p. a.* 1063, *p. n.* 1055
— — ustrój, конструкція п. к., Construction d. D.-K. *p. a.* 1062, *p. n.* 1055, *p. r.* 1050
— — waga, вѣсъ пар. кот., D.-K. Gewicht. . . . . 966, a nadto *przy poszczególnych ustrojach.*
— — właz, лазъ котла, Mannloch 1033, *p. n.* 1060, *p. r.* 1051
— — wodoskaz, указатель уровня воды, Wasserstandsanzeiger 1042, 428, *p. a.* 1063; *p. n.* 1055, 1060, **390**; *p. r.* 1051, **215**
— — wybuch, взрывъ пар. котл., D.-K. Explosion *p. a.* 1065, *p. n.* 1059, *p. r.* 1054
— — zasilanie, питаніе п. к., Speisung d. D.-K. 1041, *p. a.* 1063; *p. n.* 1055, 1060, 1062, **389**; *p. r.* 1050
— — zawór bezpieczeństwa, предохранительный клапанъ п. к., D.-K.-Sicherheitsventil 298, 1040, *p. a.* 1063, *p. n.* 1056, **390**; *p. r.* 1050, **215**
— — złącza, соединенія пар. котл., Verbindungen der Kesseltheile 1012 do 1027
Kocioł parowy lokomobilowy, локомобильный котелъ, Lokomobilkessel *p. a.* 1065, *p. n.* 1056, *p. r.* 1050, 1054, nadto p. *Kocioł ruchomy lub przenośny.*
— — opłomkowy, водотрубный к., Wasserrohr-K., Siederohr-K. 978, **527**, **530**, **611**
— — parowcowy, пароходный к., Schiffs-D.-K. **526**, *p. n.* 1055 i n., *p. r.* 1050 nadto *p. Koc. ruchomy.*
— — parowozowy, паровозный к., Lokomotiv-K. **377**, *p. n.* 1056 i n.; *p. r.* 1050, **214**; nadto *p. Koc. ruchomy.*
— płomienicowy, к. съ жаровой трубой, Flammrohr-K., Seitrohr-K., Wellrohr-K., Rauchrohr-K. 966 do 982, 1033, **528**, **611**
— — z paleniskiem w płomienicy, к. съ жар. тр. и внутренней топкой, Flamrohrkessel mit Innenfeuerung 972 i n.

Kocioł płomienicowy z paleniskiem podolnem, котелъ съ жаровой трубой (дымогарной) и наружной топкой, Rauchrohrkessel (= Flamrohrkessel mit Aussenfeuerung) . . . . . 974
— płomieniowkowy, котелъ съ прогарными трубами, Heizrohrkessel 974 i n., 994
— ruchomy lub przenośny, подвижные пар. котлы, transportable, bewegliche Dampfkessel *p. n.* 1056, 1057, 1059, 1060; *p. r.* 1050, 1051, 1054
— ustroju swoistego, котлы спеціальныхъ системъ, besondere Kesselsysteme. . . . . 973 do 995
— parowy stojący, вертикальный пар. котелъ, stehender D.-K. . . 967, 994
— — walczasty, цилиндрическій котелъ, Cylinderkessel, Walzenkessel 965 do 970, 975
— wielowalczakowy pełny, составной цилиндрическій котелъ, mehrfacher Walzenkessel . . . 967 do 971, 975
— *wodnorurkowy p. K. opłomkowy.*
**Koks**, коксъ, Koks 533, 6, 13, 481, 323, 954, 540, 553
— u uzysk (*gaz.*), полученіе кокса, Koks-Ausbeute. . . . . 913
**Koksownica** (*kuź.*), коксовальная печь, Koksofen . . . . . 534
**Kolano** miedziane, красномѣдное колѣно, kupfernes Knierohr . . . . . T. 599
— żeliwne, чугунное колѣно, gusseisernes Knierohr, 1-Stück . . 584, 927
**Kolarnia** (*kol.*), колесная, Räderwerkstatt 436
**Kolei** budowa, постройка желѣзной дороги, Eisenbahnbau 255 do 358, *p. n.* 222, *p. r.* 205
*Kolei budowa spodnia p. Poddroże.*
— — wierzchnia, верхнее строеніе жел. дор., Eisenbahn-Oberbau 270 i n., *p. r.* 208
— rodzaje: niemieckich 224, rosyjskich 217
— zaopatrzenie w wodę, водоснабженіе, Wasserversorgung der Eisenbahn 339, *p. r.* 211
Kolej(ka) ciągnicowa, жел. дор. съ канатной тягой, Taubahn . . . . . 438
— drugorzędna, второстепенная жел. дор., Nebenbahn . . . . . 217
— (ka) elektryczna, электрическая жел. дор., elektrische Bahn. . . 904 i n.
— górska, горная жел. дор., Gebirgsbahn 237
— (ka) linowa, канатно-проволочная дорога, Drahtseilbahn. . 438 do 450
— miejscowa czyli miała, мѣстная жел. дор., Lokalbahn . . . . . 217
— (ka) nadrożna, Strassenbahn 450 i n.
— (ka) nalinowa, канатно-проволочная дорога съ подвижнымъ несущимъ канатомъ, Seilbahn mit laufendem Tragseil . . . . . 441
— pierwszorzędna, магистральная жел. дор., Hauptbahn . . . . . 217
— podjazdowa, подъѣздная жел. дор., Zuleitungsbahn . . . . . *p. r.* 212
— (ka) polinowa, кан.-пров. дор. съ неподвижнымъ несущимъ кан., Seilbahn mit feststehendem Tragseil . . . 444
— (ka) powrozowa . . . . . 439
— równinna, Flachlandbahn. . . . 237
— (ka) wązkotorowa, узкоколейная ж. д., Schmalspurbahn . . . . . 217
**Kolejnictwo**, желѣзнодорожное дѣло, Eisenbahnwesen . . . . 205 do 456
**Kolejowe** prawa sąsiedzkie, *p. n.* 229, *p. r.* 221
— przepisy, правительственныя инструкціи, amtliche Vorschriften niemieckie 222 i n., 411, rosyjskie 205 i n., 212 i n., 317, 856, 412
*Kolektor* (*el.*) *p. Przerządnik.*
*Kolimacyjna oś p. Oś optyczna.*
**Kołek** osadczy (*cz. m.*), предохранительный штифтъ, Sicherungsstift . . . . . 929
**Kołnierz** (*cz. m.*), приклепанный фланецъ, angegossener Flansch 587, 602, 920
Kołnierzyk (= kołnierz osadzony), присоединенный фланецъ, aufgesetzter fester Flansch. . . . . 587, 602
**K o ł o** (*mat.*), кругъ, Kreis 103, 131, 187, 188
— a obwody, окружность круга, Kreisumfang . . . . . 1 do 23
— powierzchnia (pole), площадь круга, Kreisinhalt . . . . . T. 1 do 23
— równanie środkowe, wierzchołkowe, уравненіе круга относительно центра, отн. вершины, Kreismittelpunktsgleichung, Kreisscheitelgleichung . 103
Koło (*cz. m.*).
— a ramię, спица, Radarm 465, 478, 621
Koło bezwładności (*mech. wył.*), кругъ инерціи, Trägheitskreis 185, 357, 401
— cierne (*cz. m.*), фрикціонное колесо, Reibungsräder. . . . . 468
— hamulcowe (*cz. m.*), тормазное колесо (дискъ), Bremsscheibe . 537, 802
— klinjaste (*cz. m.*), фрикціонное колесо съ клиновиднымъ желобомъ, Keilrad . . . . . 469, 677
Koło kolejnicze, жел. дор. колесо, Eisenbahnrad (nadto *p. Zestaw kół*) 358, 401
— — bose, к. съ ненадѣтой шиной, Radkörper . . . . . 360
— a — go obręcz, бандажъ, Radreifen 358, *p. n.* 50
— — obrzeże, острый гребень бандажа, Spurkranz d. Rades . . . . . 358
— — okrąg toczny, кругъ катанія кол., Laufkreis d. Rades . . . . . 358
Koło korby (*sil.*), кругъ кривошипа, Kurbelkreis . . . . . 885

Liczby chude dotyczą stron tomu I.

Koło krzywości (*mat.*), кругъ кривизны, Krümmungskreis . . . . . 98
Koło linowe, канатный шкивъ, Seilscheibe 483, 486 i n., 521, 524
— — pośrednicze, промежуточный к. шкивъ, Zwischenrolle . . . . . 484
— łańcuchowe uzębione, зубчатое цѣпное колесо (блокъ), Verzahntes Kettenrad. . . . . 530, T. 528
— łopatkowe (*okr.*), гребное колесо, Schaufelrad. . . . . 505
— *łopatkowe* (*sil*) *p. Wirnik.*
— mimośrodowości (*sil.*), кругъ эксцентрика, Excenterkreis, Schieberkreis 885
— odsuwów (*sil.*), золотниковый кругъ, Schieberkreis . . . . . 887
Koło pasowe (*cz. m.*), шкивъ (ременной), Riemenscheiben . . . . . 477
— — jałowe (gorzej luźne), холостой шкивъ, Leerscheibe, Lossscheibe . 480
— — osadzone, robocze, рабочій шкивъ, Festscheibe. . . . . 480
— — schodkowate, ступенчатый шкивъ, Stufenscheibe . . . . . 480
— podstawowe (stałe) (*mat.*), основной кругъ. Grundkreis . . . . . 113
*Koło podziałowe* (*cz. m.*) *p. Obwód podziałowy.*
— podziałkowe (*mier.*), лимбъ, Limbus 128
— powrotowe (*mech.*), кругъ возврата, Rückkehrkreis. . . . . 157
*Koło poziome* (*mier.*) *p. Teodolit.*
— rozpędowe, маховое колесо, маховикъ, Schwungrad 615 do 623, 1120, 460
*Koło ślimakowe p. Ślimacznica.*
— tworzące (ruchome) (*mat.*), катающійся кругъ, erzeugender Kreis . . 113
— wiatrakowe (*sil.*), колесо вѣтряной мельницы, Windmühlenrad . . . 309
Koło wodne (*sil.*), вертикальное водяное колесо, Wasserrad 805 do 817, 494, 460
— — nasiębierne, верхнебойное колесо, oberschlächtiges Wasserrad . . . 805
— — śródbierne, среднебойное водяное колесо, Wasserrad mit Spannschütze 817
— a — go uzębienie, зубцы на ободьяхъ водяныхъ колесъ, Wasserradzahnkranz. . . . . 460
Koło zębate (*cz. m.*), зубчатое колесо, Zahnrad. . . . . 448 do 468, 230
— — z zębami drewnianymi, колесо съ деревянными зубьями, Kammrad 462, 465
— — pędniane, зубчатое колесо для приводовъ, Transmissionsrad, Triebwerkrad . . . . . 460, 462
— — skojarzone, комплектныя колеса, Satzräder . . . . . 453, T. 467
— — storcowe (zwykłe, czyli walcowate), зубчатое колесо, зубчатый вѣнецъ, Stirnrad 450 i n., 230, 810
— — stożkowate (stożki zębate), коническое колесо, Kegelrad 457, 463, 231
— — śrubowe, винтовыя цилиндрическія колеса, Schraubenräder 458, 463, 231
— — wechwytowe, храповое колесо (храповикъ), Sperrad . . . . . 536
— — wewnątrz uzębione, колесо съ внутреннимъ зацѣпленіемъ, Hohlrad 454, 456, 231
Kół zębatych dobór, комплектъ зубчатыхъ колесъ, Rädersatz . . . . . 453
— — podziałka, шагъ зацѣпленія (=дѣленіе) зубчатаго колеса, Teilung des Zahnrades . . . . . 448, 232
— — stadło, парныя зубчатыя колеса, Einzelräder. . . . . 453
Koło zmianowe (*mech.*), кругъ перемѣны. Wechselkreis . . . . . 158
— zwrotowe (*mech.*), кругъ перегиба, Wendekreis. . . . . 155, 158
**Kołowiec** (*okr.*), колесный пароходъ, Raddampfer . . . . . 547, 561
**Kołowrot** (*b. m.*), воротъ, Haspel 738, 740, 802
— parowy, паровый воротъ, Dampfkabel, Dampfhaspel. . . . . 739 i n.
**Kołpaczek** żarowy (*ośw.*), калильный чулокъ, Glüh-Strumpf . . . . . 935
*Kołpak parowy p. Iżwon parowy.*
**Kombinacye** (*mat.*), сочетаніе, Kombination. . . . . 47
**Komin**, дымовая труба, Schornstein, Esse
— a ciąg, сила тяги д. т., Zugstärke d. S. 958, 1069, 526
— urządzenie odiskierne, искроудержательный приборъ, Funkenfänger 389, 555
Komin domowy (*bud.*), дымовая труба, Haus-Schornstein. . . . . 596
— a — go słupiak, Schornsteinkasten 597
Komin fabryczny, фабричная дымовая труба, Fabrikschornstein 962 i n., 204
— a — go wyprostowanie, выпрямленіе дымовой трубы, Geraderichten des Schornsteines . . . . . 962
Komin kotła parowego, дымовая труба пар. котл., Dampfkessel-Schornstein 958 do 964
— parowozu, дымовая труба паровоза, Schornstein d. Lokomotive . . . 387
— wygaźni (*gaz.*), дымовая труба, Schornstein . . . . . 919
Komin żelazny, желѣзная д. т., Blechschornstein, Eisen-S. . 964, 530, 439
— a — ego uwięź, натяжное укрѣпленіе дым. трубы, Standverbindung des Schornsteins . . . . . 964
**Kominek** (*ogr.*), каминъ. Kamin . . 594
**Komora** paleniskowa kotła, огневая коробка котла, Feuerbüchse des Dampfkessels . . . . . 1026, 1008

Liczby **tłuste** dotyczą stron **tomu II.**

**Komora prażarska** (*kuź.*), стойла, Stadel 538
*Kompresyn, kompresor p. Sprężanie, sprężarka.*
*Komutator* (*el.*) *p. Przerządnik.*
**Koń** mechaniczny. moc konia, *M*, лошадиная сила, Pferdestärke 194 i in., 961
— a siła pociągowa (*sil.*), сила тяги лошади, Zugkraft des Pferdes . . 803
**Konchoida** (krzywa muszlowata) (*mat.*), Konchoide (Muschelcurve) . . . 119
*Kondensator p. Pojemnik* (*el.*), *skraplacz* (*sil. par.*).
*Konglomerat p. Zlepieniec.*
**Konstantan** (*el.*) . . . . . 619
*Kontakt* (*el.*) *p. Styk. styczник.*
*Kontrforsa p. Przypora.*
*Konus Parry'ego p. Parry'ego stożek.*
**Koparka**, сухой баггеръ, Ausschachtmaschine . . . . . 716
*Kopulak p. Żeliwiak.*
**Kopuła** kratowiana (*st. b.*), купольная крыша, Kuppeldach. . . . . 720
**Kopyto** walcowe (*mat.*), цилиндрическая подкова, Cylinderhuf . . . . . 135
**Korba** (*rz. m.*), кривошипъ, Kurbel . 557
— ręczna, рукоятка, ручной кривошипъ, Handkurbel. . . . . 560
— zabezpieczona, безопасная рукоятка. Sicherheitskurbel. . . . . 540
— y czop, цапфа кривошипа. Kurbelzapfen . . . . . 559, 490
— *goleń p. Goleń korbowa.*
— nacisk po stycznej, касательная сила кривошипа, Tangentialkurbeldruck 556
*Korbowód p. Goleń korby, goleń korbowa.*
**Korek** (*rz. m.*), пробка, Propfen . 928
**Korkowiec** (*tw.*), пробковый камень, пробковая масса, Korkstein 84, 8, 628, 334, 594, 619, 305
**Korona** podtorza (*kol.*), ширина полотна, Kronenbreite. . . . . 255
**Koryto** (*gaz.*), газоприемникъ, Vorlage 919
**Kosz** (klatka) dźwiga (wyciągu), каретка подъемника, Fahrkorb, Förderkorb, Fördergefäss, Fahrstuhl 521, 732, 741
*Koszulka żarowa p. Kołpaczek ż.*
*Koszloryś p. Nacen.*
**Kościoły** (*bud.*), церкви, Kirchen 198, 202
*Kota* (*rysunku*) (*mier.*) *p. Pionik.*
**Kotlina** (*kuź.*), подъ, Bad, Herd 568 i in.
**Kot** żurawia (*b. m.*), тележка крана, Katze, Laufkatze des Kranes 679, 700 i in.
**Kotlak** (*ktl.*), корпусъ котла, Kesselkörper. . . . . 995, 975
**Kotłowe** towarzystwa, союзъ владѣльцевъ пар. котл., Ueberwachungsverein für Dampfkessel *p. a.* 1063, *p. n.* 1058
Kotłowego urządzenia sprawność, коэфф., полезнаго дѣйствія к.. Wirkungsgrad d. K.-Anlage 1073, 953, 956, 879, 527
**Kotły** p. **Kocioł.**
**Kotwa** (*bud.*), якорь, Anker. . . . 193
**Kotwica** (*okr.*). якорь. Anker . . 484
**Kozioł** odbojowy (*kol.*). Prellbock. . 334
— wagonu (*kol.*). Bremssitz . . . 374
**Kratowie** (*st. b.*), ферма, Fachwerk, Gerippe . . . . . 683, 715, 923
**Kratownica** (*st. b.*), рѣшетчатая ферма, Fachwerkbalken, Fachwerkträger 683, 771 i n., 345
— bezstojcowa, рѣшетчатыя фермы съ раскосами, Strebenfachwerkbalken 687
— ze stojcami, фермы раскосныя со стойками, Ständerfachwerkbalken 686
— trójkątnikowa, Dreieckfachwerkträger 686
— wieloprzęsłowa, неразрѣзная рѣшетчатая ферма на многихъ опорахъ, durchlaufender Fachwerkträger mit mehreren Stützpunkten . . . . 692
— wspornikowa. рѣш. ферма Гербера. Gerbersche Fachwerkbalken. . . 695
**Kratownik** (*tw.*). квадратное желѣзо. Quadrateisen . . . . . 20, T. 21
**Krawędź** wlotcza suwaka (*sil.*), паровпускной край золотника, Abschlusskante des Schiebers für den Eintritt 884 i n.
— wlotowa okienka, край паровпускнаго отверстія, abchliessende Kanalkante für den Eintritt. . . 884 i n
**Krawężnica** (*bud.*), Gratsparren . . 172
**Krągownik** (*tw.*). круглое желѣзо, Rundeisen . . . . . 20, T. 21
**Krążek** (przyrząd), блокъ, роликъ, Rolle 670
Krążek kierowniczy (*rz. m.*), направляющій роликъ, Leitrolle. . . 472, 484
— linowy, канатный блокъ, Seilrolle 521, 524, 670
— łańcuchowy, цѣпной блокъ, Kettenrolle . . . . . 528 i n., 671
— — gniazdkowy, зубчатый цѣпной блокъ, звѣздочка, verzahnte Kettenrolle (K.-rad), Daumenrolle 526, 528 i n.
— naprężający. (lepiej k. wyprężający) (*rz. m.*), натяжной роликъ (тяжъ), Spannrolle . . . . . 477, 483
— podporny (*rz. m.*), поддерживающій роликъ, Tragrolle . . . . . 483
— przesuwny bierny (przyrząd), блокъ подвижной ведомый, lose Rolle . 671
— przesuwny czynny (przyrząd), блокъ подвижной ведущій, umgekehrte lose Rolle . . . . . 671
— stały, блокъ неподвижный, feste Rolle . . . . . 671
Krążek szmyrglowy (*obr.*). наждачная шайба, Schmirgelscheibe . . 659, 1143
— zdawny (*kol. el.*). Fahrrolle. . . 907
**Krążyny** (*bud.*). кружала, Lehrgerust 166
**Kreda** (*tw.*), мѣлъ, Kreide . . 80, 8, 619

**Kresa** (*mat.*), отрѣзокъ, Strecke . . 93
**Kreozot** (*tw.*), креозотъ, Kreosotöl . **109**
**Kręcenie** (*wytrz.*), напряженіе при скручиваніи, Drehungsspannung 337, 396, 495
**Krigar'a** żeliwiaki . . . . . 555
**Krok** (skok) śruby (gwintu) (*cz. m.*), ходъ винта. Schraubensteigung, Ganghöhe . . . . . 227, 426
**Krokiew** (*bud.*), стропильная нога, Sparren **170, 720**
— jałowa (międzywiązarowa), промежуточная стропильная нога, Zwischensparren . . . . . **174**
**Króciec** (*kł.*), штуцеръ, Rohr-Stutzen 921, 970, 1026
**Kryćba** dachów (*bud.*), кровли, Dachdeckungen . . . . . **179** i n., **634**
**Krzem** (*tw.*), кремній, Silizium **3, 6, 19, 551**
**Krzemień** (skałka) (*tw.*), гранѣ, Feuerstein . . . . . **79**
**Krzemkówka** (krzemionkowa masa, martwica krzemionkowa) (*tw.*), кизельгуръ, Kieselguhr . . **82, 8, 594, 305**
**Krzywa** antifrykcyjna (Traktorya Huygbensa) (*mat.*), антифрикціонная кривая, Antifriktionskurve . . . . **118**
— kołowa (cykliczna), циклоидальная кривая, cyklische Kurve. . . . **112**
— łańcuchowa, цѣпная линія, Kettenlinie . . . . . **117, 471**
— Mariotte'a (*mech.*), кривая Маріотта, Mariottesche Linie . . . . . **290**
— obwijająca (*mat.*), обвертывающая кривая, einhüllende Kurve . . . **101**
— odlaczająca (*mech.*), кривая отвертывающаяся, Hüllcurve . . . . . **154**
— płaska (*mat.*), плоскія кривыя, krumme Linien in der Ebene . . . . **96**
— o podwójnej krzywości, кривыя двойной кривизны, Kurve doppelter Krümmung . . . . . **124**
— wklęsła, вогнутая кривая, konkave Kurve . . . . . **99**
— wypukła, выпуклая кривая, convexe Kurve . . . . . **99**
— zrzutu (*b. m.*), кривая сбрасыванія сыпучихъ тѣлъ, Abwurfkurve. . **756**
Krzywych wytykanie (*mier.*), разбивка кривыхъ, Abstecken der Kurve **243** i n.
**Krzywka** (*cz. m.*), Bogen-Stück . . **927**
— żeliwna, чугунный отводъ, gusseiserner Krümmer, L u. K-Stück. . **584**
**Krzywość** (*mat.*), кривизна, Krümmung **99**
**Krzyż** pryzmatowy (*mier.*), крестъ призмъ, Prismenkreuz . . . . . **124**
**Krzyżka** (*cz. m.*), крестъ, Rohr-Kreuzstück 599, **927**
**Krzyżnia** (*kol.*), пересѣченіе путей, Kreuzung . . . . . **300**
— przełączna (*kol.*), крестъ изъ стрѣлокъ, Weichenkreuz . . . **306, 315**
**Krzyżowiec** (*okr.*), крейсеръ, Kreuzer **492** i in.
**Krzyżownica** (*kol.*), крестовина, Herzstück . . . . . **301, 310**
— y dziob, остріе крестовины, Herzstückspitze. . . . . **301, 310**
— skrzydło, Herzstückflügel. . **302, 310**
**Krzyżulec** (*cz. m.*), крестовина, кулакъ, ползунъ, Kreuzkopf, Querhaupt 555, 567, **399, 520**
— a łyżwa, ползушка крестовины, Kreuzkopfschuh . . . . . 569
— tor, дорога ползуна, Gleitbahn 928, 568, 555
Krzyżulec na korbie, кривошипъ съ кулиссою (безъ шатуна), Kurbelschleife 560, 635
**Ksiuk** (wyskok) (*cz. m.*), палецъ, кулачекъ, Anschlag, Daumen. . **753, 869**
*Ksylolit p. Trocinowiec.*
**Kształtka** kielichowa (*cz. m.*), раструбчатая фасонная труба, Muffenformstuck . . . . . 583, T. 585
— kołnierzowa, фланцевая фасонная труба, Flanschen-Formstück . . 583 i n.
— miedziana, фасонныя трубы изъ красной мѣди, kupferne Formstücke 589 i n.
— żeliwna normalna, нормальная фасонная труба, gusseiserne normale Formstücke . . 583 i n., T. 585 i n., 600
**Kształtownik** (*tw.*), фасонное желѣзо, Formeisen, Profileisen, Walzeisen **20**, T. 26 i n.; p. *r.* 62; 446
**Kuchenka** gazowa, газовая кухня, Gaskochherd . . . . . **936**
**Kukorbowy** bieg tłoka (*b. m., sil.*), ходъ поршня впередъ, Hingang des Kolbens . . . . . 882
— a strona tłoka (cylindra), передняя сторона поршня, vordere (untere) Kolbenfläche, Kurbelseite des Cylinders . . . . . 867, 882
**Kula** (*mat.*), шаръ, Kugel 129, 135, 177, 191
— i objętość, объемъ шара, Kugelinhalt T. 39
— wydrążonej wytrzymałość, сопротивленіе стѣнокъ полаго шара, Festigkeit der Hohlkugel . . . . . 422
*Kulisa p. Jarzmo.*
**Kulomb** (*el.*), кулонъ, Coulomb. . . 782
**Kurek** dozorczy (*kł.*), пробирный кранъ, Probierhahn 1044, **390**, 429, nadto p. *kotłów wodoskaz.*
— rozczepkowy (trójdrogowy) (*cz. m.*), трехпутевый кранъ, Dreiweghahn 614
— spustowy, продувной к., Entwässerungshahn, Cylinderhahn, Wasserablasshahn . . . . 926, 1042, 721, **391**
— wpryskowy (*sil.*), впрыскивающій кранъ, Einspritzhahn . . . . . 931
**Kuter** (*okr.*), катеръ, Kutter. . **486, 501**

Liczby **tłuste** dotyczą stron **tomu II.**

**Kuzienne** ognisko, кузнечное горно, Schmiedefeuer. . . . T. 787, T. 800
**Kuźnia**, кузница, Schmiede . . . . 436
**Kuźniarka** (tłoczarka kuzienna) (*obr.*), кузнечный прессъ, Schmiedepressen 663 do 666
— hydrauliczna, гидравлическій кузнечный прессъ, Druckwasserschmiedepresse. . . . . 664, 559
**Kuźnica**, горный заводъ, Hüttenwerk 538 i n., 689
**Kuźnictwo** żelaza, металлургія желѣза (горнозаводское дѣло), Eisenhüttenkunde, Hüttenbetrieb . . 532 do 571
**Kwadratów** najmniejszych metoda (*mat.*), способъ наименьшихъ квадратовъ, Methode der kleinsten Quadrate . 90
*Kwarc* (*Kwarzec*) *p. Twardziec.*
**Kwarcyt** (*tw.*), кварцитъ, Quarzit. . 79
*Kwas węglany p. Bezwodnik węglowy.*

## L.

*Lak asfaltowy p. Maź asfaltowa.*
*Lampa łukowa p. Łukówka.*
— *żarowa p. Żarówka.*
**Landsberg'a** wzory (*wytrz.*), формулы Ландсберга, Formeln von Landsberg 344
**Langen'a** dzwon (*kuź.*), Langensche Glocke. . . . . 546
**Laska** węglowa (*ośw.*), Kohlenstift . 900
**Lavala** turbina parowa, турбина Лаваля, Lavalturbine . . . . . 947, 1140
**Lawa**, лава, Lava. . . . . 79, 8, 334
**Legar** (*bud.*), половая балка, Lagerholz 195
**Lejnica** (do surówki), ковшъ, Giesspfanne 550, 725
**Lemniskata** (*mat.*), лемниската, Lemniskate . . . . . 119
**Leniwka** (*mier.*), микрометрическій винтъ, Mikrometerschraube. 126, 129
**Lep** wodotrwały (*tw.*), гидравлическій растворъ, hydraulischer Bindemittel 94
*Lewar p. Dźwignik* także *Przesysak.*
**Leżnia** (*bud.*), прогонъ, Fette 173 i n., 184
**Licowanie** ścian, облицовочная кладка, Verblendungsmauerwerk . . . . 158
**Licówka** (cegła), облицовочный кирпичъ, Verblendstein . . . . 86, 158
**Liczykrok** (pedometr) (*mier.*), счетчикъ числа шаговъ, Schrittzähler . . 122
*Lift p. Dźwig.*
**Lina** bawełniana, хлопчатобумажный канатъ, Baumwollenseil 488, T. 486
— druciana, проволочный канатъ, Drahtseil 481 i n., 522, 741 i n., 336, 235
— z drutu kształtowego, сомкнутые канаты, verschlossenes Drahtseil 524, 747
— do dźwignic, подъемный канатъ, Lastseil . . . . 520, 741 i n., 336, 234
— do dźwigów, канаты для подъемниковъ, Aufzugseile 736, T. 520, T. 743 i n.
**Lina** konopna, пеньковый канатъ, Hanfseil 486, 520 i n., 336, 234
**Lina** napędowa, передаточный канатъ, Transmissionsseil . . . T. 482, 486
— y — ej prędkość, скорость движенія передаточнаго каната, Transmissionseilgeschwindigkeit . 485, 488
— — trwałość, продолжительность службы пер. канатовъ, Dauerhaftigkeit der Transmissionsseile. . . 481, 486
**Lina** o skrętkach płaskich, проволочный канатъ изъ плоскихъ штренгъ, flachlitziges Drahtseil . . . . 524, 746
— płaska, канатъ проволочный плоскій, flaches Drahtseil . . 522, T. 744
— wielolinkowa, кабельный канатъ, Kabelseil . . . . . T. 744
— wyciągowe (*górn.*), канатъ подъемный, Förderseil . . . . 523, 741 i n.
**Liny** smarowanie, смазка каната, Schmieren des Seiles . . . . . 481
— splatanie, сращиваніе каната, Verspleissen des Seiles. . 481, 486, 439
— zwisanie, провѣсъ каната, Durchsenkung des Seiles . . . . . 484, 488
**Linia** kabłąkowata (*bud.*), коробчатая линія, Korbbogenlinie . . . . . 163
*Linia koszykowa p. Linia kabłąkowata.*
— *sprężysta* (*wyt.*) *p. Odkształcona.*
— śrubowa (*mat.*), винтовая линія, Schraubenlinie . . . . . 125, 426
— *ugięcia* (*wyt.*) *p. Odkształcona.*
**Linka** ostrzegawcza pociągu, Zugleine 430
**Linoleum** (*tw.*), линолеумъ, Linoleum 84
**Linowa** taśma, плоскій пеньковый канатъ, Hanfflachseil . . . 520, T. 521
**Lipowicza** metal (*tw.*) . . . . . 78
**Lisica**, zweiteilige Hängesäule . . . 192
**Listwa** (w pokryciu dachu) (*bud.*), планка въ кровлѣ, Deckungsleiste . . 186
**Liść** Kartezyusza (*mat.*), листъ Декарта, Descartessches Blatt . . . . . 119
**Log** (*okr.*), Log . . . . . 490
**Logarytmy** (naturalne, zwykłe), натуральный логарифмъ, бриговый л., natürliches Logarithm, Briggsches L. 24, 32 i n., 46, T. 1 do 21
**Lloyd'u** przepisy o kotłach parowych. 528
**Lonek** (*cz. m.*), шплинтъ, Splint . . 429
**Lössl'a** wzór na parcie wiatru . 307, 631
**Luneta** (*mier.*), подзорная труба, повѣрительная тр., Fernrohr . . . 129
— astronomiczna (*mier.*), астрономическая подзорная труба, astronomisches Fernrohr. . . . . 124
*Lustro suwaka p. Suwaka gładź.*
**Lut** (lutowie) (*tw.*), припой, Lot 77, 319
**Lutowanie** elektryczne, электрическое спаиваніе, elektrisches Löten . . 791
**Luz** (*b. m.*), зазоръ, Zwischenraum, Spielraum . . . . . 806, 922, 932 i t. p.
— międzywieńcowy (turbiny), зазоръ между турбинными колесами, Spalt, Kranzspalt . . . . . 831, 826

## Ł.


**Łacenie** dachów (*bud.*), рѣшетины, Lattung . . . . . 169
**Łaciak** (gwóźdź), гвоздь для рѣшетинъ. Lattennagel . . . . . 170
**Ładowność** towarów, Staugewicht. . 481
**Ładownia** (*kol.*), товарная платформа. Laderampe, Ladesteig 337 i n., *p. r.* 210
**Ładówka** przenośna (*kol.*), bewegliche Laderampe . . . . . 338
**Ładunkowe** obryeia (*kol.*), Lademass. 437
**Ładunku** wagonowego zawartość, объемъ вагонной нагрузки, Inhalt der Wagonladung . . . . . 13
**Łamak**, ломъ, Brechstange . . . . 261
**Łańcuch** klinowy (lepiej: kliny zrzeszone) (*mech.*), клиновой прессъ, Keilkette . . . . . 222
— (*cz. m.*), цѣпь (заварная), Kette 525, i n., T. 527; 485
— dokładny, калиброванная цѣпь, kalibrierte Kette . . 526, 527, T. 528
— dźwigny, цѣпь для грузовъ, Lastkette 525, 531, 736
— kotwiczny (*okr.*), якорьная цѣпь, Ankerkette . . . . . 485
— miernicy, цѣпь, Messkette . . . 122
— napędny, приводная цѣпь, Treibgelenkkette . . . . . 530 i n. T.
— przegubowy, шарнирная цѣпь, Gelenkkette . . . . . 233, 530
**Łata** drzewna (*tw., bud.*) . . 111 i n., 169
— miernicza, деревянная сажень (рейка), Messlatte. . . . . 122
— z krokiewką (*mier.*), обыкновенный нивелиръ, Setzwage, Setzlatte . 134
**Ława** (*bud.*), Absatz, Bankett . . . 161
**Łazienki** (*bud.*), купальни, Badeanstalt 199
**Łączniki** (lep. złączniki) gazowe, газовыя фасонныя части, Gas-Fittinge 587, 927
**Łączniki** szynowe (*kol.*), рельсовыя соединительныя части, Schienenverbindungsteile . . . . . *p. r.* 209
**Łbica** biegunowa (*el.*), арматура полюса. Polschuh . . . . . 825
— cylindra (*sil. spal.*), передняя часть цилиндра, Cylinderkopf 1081, 1104 i n.
**Łeb** goleni korbowej (gorzej korbowodu) (*cz. m.*), головка шатуна, Schubstangenkopf . . . . . 664
**Łebkownik** (*tw.*), желѣзо бимсовое. I-Wulsteisen . . . . . 20, T. 37
**Łojek**, талькумъ, Talk . . . . . 549
**Łopata**, лопата, Schaufel . . . . . 261
**Łopatka** (*b. m.*), лопатка, лопасть, Schaufel 759, 763, 808 i n., 837 i n., 841
**Łożyska** *grzanie się p. Czopa grzanie się*,
— panwie (panewki), вкладышъ подшипника, Lagerschale . . . . 509
— podstawki, основная плита, Sohlplatte 517
— *smarowanie* (*oliwienie*) *p. Czopa smarowanie.*
**Łożysko** grzebieniaste, ł. odporowe (*cz. m.*), гребенчатый подшипникъ, Kammlager . . . . . 512, 520, 523
— gwiaździste, звездообразный пятникъ, sternförmiges Lager 510, 847
— kulkowe, подшипникъ съ шариками, Kugellager . . . . . 514
— nadwodne, надводный пятникъ, Überwasserzapfenlager . . . . 842, 847
— naszyjne, направляющій подшипникъ, Halslager . . . . . 510, 847
— napienne (obrotnicy), Königszapfenlager . . . . . 320
— *odporowe p. Ł. grzebieniaste.*
— pędniane, приводной подшипникъ, Transmissionslager . . . . . 514
— prądnicy, подшипникъ динамомашины, Dynamolager . . . . . 828
— przegibne mostu, опора шарнирная, Kipplager . . . . . 168
— przewietrznika, подшипники вентиляторовъ, Lager der Ventilatoren 786
— przykorbowe silnika, подшипники двигателей, Kurbellager, Kraftmaschinenlager . . . . . 509, 929, 1113, 520
— siodłowe, нормальный подшипникъ, Stehlager, Traglager . . . . . 510
— stopcowe, пятникъ, Spurlager 509, 843
— turbin, подшипники турбинъ, Turbinenlager . . . . . 842 i n., 1143
— uchylne suwnicy, подшипникъ (на маятникѣ) качающійся, Kipplager 696
— wagonowej osi, подшипникъ для вагонныхъ осей, Eisenbahnwagenachsenlager . . . . . 513, 415 i n.
— z wahliwemi panwiami (ł. Sellersa), подш. Селлерса, Sellersches Lager 511 1143
— na walcach (*most.*), опора на каткахъ, Brücken-Rollenlager . . . . . 168
— wałkowe, подшипникъ съ роликами, Rollenlager. . . . . 514, 681, 683
— wału głównego, подшипники коренныхъ валовъ, Hauptwellenlager . 512
— wiszące, подѣсной подшипникъ, Hängelager. . . . . 515
— wspornikowe, кронштейнъ съ подшипникомъ, Consollager. . . . . 518
**Łódź** (czółno), лодка, Boot, Kahn 486, 272
**Łój**, сало. Talg . . . . 120, 8, 481, 459
**Łubki** do szyn kolejowych, накладки, Laschen *p. n.* 49, 294; *p. r.* 60, 209. 282, 293
**Łuk** (*bud., st. b.*), арка, Bogen 709 i n., 733
— u krzywa pośrodkowa, внутренняя направляющая, Bogenmittellinie 733 i n.
— linie rdzenne, основныя линіи арки, Kernlinie des Bogentragers . . . 709
**Łuk** koła opięty cięgnem (*cz. m.*), охваченная дуга, umspannter Bogen 232, 470 670, 678
— u — długość (*mat.*), длина дуги круга, Kreisbogenlänge . . . T. 36, 37


Liczby **tłuste** dotyczą stron **tomu II.**

**Łuku koła** strzałka (*mat.*), стрѣлка дуги круга, Kreisbogenhöhe . . T. 36, 37
**Łuk** kratowiany (*st. b.*), арочная рѣшетчатая ферма, Fachwerkbogenträger 710
— prądny (*el.*), вольтова дуга, elektrischer Lichtbogen . . . . 899 i n.
— toru kolejowego, кривая пути, Gleiskrümmung . . . . . 243, 273, 313
**Łukówka** (*ośw., el.*), Bogenlampe 898 i n., 895
— barwna, Effectbogenlampe, Flammenbogenlampe. . . . . 900
— bocznikowa, Nebenschlusslampe . 902
— głównikowa, Hauptstrom.-B.-L. . 901
— różnicowa sprzężona, Differentialbogenlampe . . . . . 903
— trwałopalna (małozgarowa), Dauerbrandbogenlampe. . . . . 899
**Łupa** (*kuź.*), крица, Luppe . . . . 559
**Łupczak** (gwóźdź) (*bud.*), гвоздь для аспидныхъ плитъ, Schiefernagel . 181
**Łupek** (*tw.*), сланецъ, Schiefer 79, 8, 482, 169, 179
— gliniasty, аспидная глина, Thonschiefer. . . . . 540
**Łupkówka** (*bud.*), аспидная плита, Schieferplatte . . . . . 181
**Łuska** (*bud.*), чешуя, Schuppen. . . 187
**Łyszczyk** (*tw.*), слюда, Glimmer 78 i n., 8
**Łyża** lejarska (*kuź.*), ковшъ, Giesspfanne 554

## M.

**Magnes** (*el.*), магнитъ, Magnet 784, 787, 821 i n., 701 i n.
**Magnetostka** (*el.*), мѣра магнитнаго поля, Kraftlinie . . . . . 784
**Magnetyzm** (*el.*), магнитизмъ, Magnetismus . . . . . 784 i n.
**Magneśnica** (*el.*), корпусъ динамомашины, Magnetgestell . . . . . 824
**Magnez** (*tw.*), магній, Magnesium 3, 8, 333, 791
**Malowanie** okien (*bud.*), окраска оконъ, Fensteranstrich . . . . . 197
— ustrojów żelaznych, Anstrich von Eisenkonstruktionen . . . . *p. n.* 69
**Malpiarka** (obrabiarka do kopiowania), копировальный станокъ, Kopiermaschiene . . . . . 668
**Małżowiec** (*tw.*), Lumachellamarmor . 80
**Mangan**, марганецъ, Mangan 3, 6, 8, 19, 551
**Manganiak** (*tw., kuź.*). . . . . 537
**Mannesmannowskie** rury . 571, 20, 589
**Manometr**, манометръ, Manometer 589, nadto p. *Kot. par. man.*
**Mansarda** (*bud.*), мансарда, Mansarde 172, 202
**Margiel** (*tw.*), мергель, Mergel . . 80, 482
**Marmur**, мраморъ, Marmor . . 80, 8, 619
**Martynowski** płomieniak (*kuź.*), Мартена пламенная печь, Martinofen . . 563
**Martwica** (*tw.*), туффъ, Tuff 81, 8, 149, 594
**Mariotta** prawo (*mech.*), законъ Мапіотта, Mariottesches Gesetz . . 278
**Masa** (*mech.*), масса, Masse . . . . 192
**Maszt** (*okr.*), мачта, Mast . . 498 i n.
— przedni, фокъ-мачта, Fockmast . 498
— przedtylny, крюйсъ-мачта, Kreuzmast 500 i n.
— tylny, бизань мачта, Besahnmast 498 i n.
— wielki, гротъ-мачта, Grossmast 498 i n.
— zaprzedni, Mittelmast . . . 498 i n.
**Maszyn** podział, подраздѣленіе машинъ, Klassifikation der Maschinen . . 649
— dostawy, warunki niemieckie, условія поставки машинъ, Lieferungsbedingungen für Maschinen. . . . . 1076
**Materyały** (lep. tworzywa) budowlane, строительные матеріалы, Baustoffkunde. . . . . 1 do 120
— kolejowe, желѣзнодорожные матеріалы, Eisenbahn-Baustoff *p. n.* 48, *p. r.* 57
**Matematyczne** tablice, математическія таблицы, mathematische Tafeln T. 1 do 42

*Matryca p. Podtłoczka.*
*Maximum p. Największości.*

**Maxwell'a** zasada o odkształconych (*wyt.*), Maxwellscher Satz . . . . . 669

*Mazut p. Odpadki naftowe.*

**Maź** asfaltowa, асфальтовая замазка, Asphaltlack . . . . . 169, 188, 68
— (smoła) pogazowa (*tw.*), деготь, Teer 535, 913, 169, 188, 68
**Maźnica** (*kol., ce. m.*), букса, масленка, Achsbüchse, Schmiernapf 415, 419, 513
**Mechaniczna** teorya ciepła, механическая теорія теплоты, mechanische Wärmetheorie. . . . . 1125, 324
**Mechaniczny** równoważnik ciepła, механическій эквивалентъ теплоты, Arbeitsäquivalent der Wärmeeinheit, Mechanisches Wärmeäquivalent . . 325
**Mechanika** ciał stałych, механика твердыхъ тѣлъ, Mechanik fester Körper 143
— gazów, механика газовъ, Mechanik der Gase. . . . . 275
— par, механика паровъ, Mechanik der Dämpfe . . . . . 275
**Megom** (*el.*), мегомъ, Megohm . . 783

*Melafir p. Porfir.*
*Metacentrum p. Nibyśrodek.*

**Metal** biały (*tw.*), бѣлый металлъ, Weissmetall. . . . . 76, 491 i n.
— delta, дельта металлъ, Delta-Metall 76
— przeciwcierny, антифрикціонный сплавъ, Antifrictionsmetall . . . 76
**Meyer'a** stawidło suwakowe, золотникъ Мейера, Meyersche Steuerung . . 902

Liczby chude dotyczą stron tomu I.

**Mękarskiego** tramwaje. . . . . 455
**Miarkownik** energiczności pomp, регуляторъ производительности машинъ, Leistungsregulator . . . . 646, 721
— niestateczny, астатическій регуляторъ, astatischer Regulator (Regler) 625
— odśrodkowy, центробѣжный регуляторъ, Centrifugalregulator 623 do 646
— omalniestateczny, псевдоастатическій регуляторъ, pseudoastatischer Regulator . . . . . 626
— płaski, плоскій регуляторъ, Flachregler, Achsenregulator . . . 624, 631
— o pośredniem działaniu, регуляторъ непрямого дѣйствія, mittelbar wirkender Regulator . . . . 631, 647
— prężności gazu, регуляторъ давленія газа, (Stations-) Gasdruckregler 924, 933, 1123
— przepływu gazu, реометръ, Rheometer, Verbrauchsregler . . . . . 934
— przepustnic parowych, рег. съ подпорнымъ (запорнымъ, дроссельнымъ) клапаномъ, Regulator mit Dampfdrosselventil . . . . . 646
— sprężynowy, пружинный регуляторъ, Federregulator. . . . . 624, 643
— wahakowy, регуляторъ съ маятникомъ, Pendelregulator. . . . . 623
Miarkownika energiczność, работа регулятора, Arbeitsvermögen des Regulators. . . . . 629, 631
— nieczułość (niechliwość), нечувствительность регулятора, Unempfindlichkeit (Unbeweglichkeit) des Regulators 626, 628
— niejednostajność, неравномѣрность регулятора, Ungleichförmigkeitsgrad des Regulators . . . . 626, 631
— siła, энергія регулятора, Energie des Regulators . . . . . 629
— skok zastępczy, редукованный ходъ регулятора, reducirter Muffenhub des Regulators . . . . . 630
**Miary** w różn. krajach, мѣры различныхъ странъ, Masse verschiedener Länder . . . . . 942
— i wagi złożone, сложные мѣры и вѣса, zusammengesetzte Masse und Gewichte . . . . . 961
**Miar** układ bezwzględny, абсолютная система мѣръ, absolutes Masssystem 193, 782
— zamiana, переводъ мѣръ, Verwandlung der Masse . . . . . 952 i n.
**Miedź**, красная мѣдь, Kupfer 72, 3 i n., 627, 314 i n., 332 i n., 1006, 619, 789 i n., 591, 67
**Mielerz** (*kuź., tw. b.*), куча для обжиганія древеснаго угля, напольная кирпичеобжигательная печь, Meiler 533, 85
**Miernictwo**, геодезія, Vermessungskunde 122 do 148
**Miernik** gazu (*gaz.*), газомѣръ, Gasmesser 922, 933
**Mieszaniny** pary z cieczą, смѣсь пара и жидкости, Dampfwassermischungen 292, 297, 1130 i n.
**Mieszanki** gazów, смѣсь газовъ, Gasgemische. . . . . 279, 1080 i n., 914
**Mieszarka** zaprawy, машина для выдѣлки растворовъ, Mörtelmühle 88, 688
**Międzytorze** (*kol.*), Planumstreifen zwischen zwei Gleisen . . *p. r.* 208, 213
*Mika p. Łyszczyk.*
**Mikroskop** (*mier.*), микроскопъ, Mikroskop . . . . . 125
**Mikrowolt** (*el.*), микровольтъ, Mikrovolt 783
**Mila** morska, морская миля, Seemeile 490
**Milihenry** (*el.*), Milihenry. . . . . 795
**Millwolt** (*el.*), милливольтъ, Millivolt. 783
**Mimośród**, эксцентрикъ, Excenter 557 i n., 911 i n.
— pokrętny, свободно вращающійся эксцентрикъ, loser Excenter . . . 911
— przesuwny, передвижной эксцентрикъ, verschiebbares Excenter . 910
— ruchu wynikowego, эксцентрикъ равнодѣйствующаго хода, resultirendes Excenter. . . . . 900
— ruchu względnego, относительный эксцентрикъ, Relativexcenter . . 900
— ujawniający bieg, эксцентрикъ показывающій ходъ впередъ, назадъ, reducirtes Excenter. . . . . 913
— wynikowy, равнодѣйствующій эксцентрикъ, resultirendes Excenter 913
Mimośrodu grzanie się, Warmlaufen des Excenters . . . . . 562
— obręcz, серьга эксцентрика, Excenterbügel . . . . . 562
— tarcz, эксцентриковая шайба (дискъ), Excenterscheibe . . . . . 562
**Mimośrodowość**, эксцентриситетъ, Excentricität . . . . . 102, 561, 884
**Minia** ołowiowa, свинцовый сурикъ, Bleimennige . . . . . 9, 68
*Minimum p. Największości.*
**Młot** cierny, фрикціонный молотъ, Reibungshammer . . . . . 660
— z nosem, лобовой молотъ, Stirnhammer . . . . . 660
— z ogonem, хвостовой молотъ, Schwanzhammer . . . . . 660
— parowy, паровой молотъ, Dampfhammer . . . . . 660, 559
— wahakowy, кулачный молотъ, Stielhammer . . . . . 659
— — zwykły, пестовой молотъ, Aufwerfhammer . . . . . 659
**Młotowiny**, Hammerschlag . . . . 540
**Młynek** Woltmanowski, вертушка Вольтмана, Woltmannscher Flügel . . 273

Liczby **tłuste** dotyczą stron **tomu II.**

**Moc** (= efekt pracy), производительность (= величина работы = эффектъ). Leistung (= Arbeitstärke = Effect . . . . 194, 210, 470 i t. p.
— elektryczna, электрическая производительность, эл. эффектъ, electrische Leistung, el. Effekt . . 782, 791
— hamowana (moc tarcia), работа трения, Bremsleistung . . . . . 801
— konia, конь механическій. ИК. лошадиная сила, Pferdestärke 194, 782, 961
— mianowana silników parowych, номинальная производительность паров. машинъ, Nennleistung der Dampfmaschinen . . . . . 879
— — silników spalinowych, ном. пр. газовыхъ двигателей, Nennleistung der Verbrennungsmotoren 1099, 1085
— **pożytkowa**, полезная работа, пол. производительность, Nutzleistung 802
— — robotnika, производительность рабочаго. Arbeiterleistung . . . . 802
— — silników parowych, пол. произв. пар. машинъ. Nutzleistung der D.-Maschinen . . . . 862, 1069, 1075, 378
— — silników spalinowych, пол. пр. газовыхъ двигателей, Nutzleistung der Verbrennungsmotorem . . 1095, 1098
— — turbin parowych, Nutzleistung der Dampfturbinen . . . 946 i n., 1138
— prądu (*el.*), энергія тока, Stromleistung . . . . . 801
— wskazana silników parowych, индикаторная р. пар. машинъ, indicirte Leistung der D.-Maschinen 862, 867, 1069, 1075, 513
— — silników spalinowych, индикатор. произв. газовыхъ двигателей, indicirte Leistung der Verbrennungsmotoren . . . . . 1088
— — turbin parowych, индик. работа паровыхъ турбинъ, indicirte (Brutto) Leistung der Dampfturb. . . . . 1089
**Modrzew** можевельникъ, Lärche . 113, 7
**Moinot'a** tachymetr (*mier.*) . . . . 138
**Moivre'a** wzór (*mat.*), формула Моавра, Moivrescher Satz. . . . . 46
**Moment** bezwładności (*mech.*), моментъ инерціи, Trägheitsmoment 179, 186, 212, T. 362 i n., 675 i n.
— gnący (*wyt.*), изгибающій моментъ, Biegungsmoment 351 i n., T. 372 i n., T. 395; T. 668; T. 764
— obrotu (*mech.*), моментъ вращенія, Drehmoment . . T. 209; T. 210; 461
— odśrodkowy (*mech.*), центробѣжный моментъ, Centrifugalmoment . . 180
— osadzenia sklepienia . . . . . 741
— nadpodporowy, моментъ надъ опорами, Biegungsmoment über den Stützpunkten . . . . . 393, 661 i n.
— rozruszny (*el.*), Anfahrmoment . . 853
Moment siły (*mech.*). моментъ силы, Moment einer Kraft. . . . . 162, 166
— skręcający (*wyt.*), моментъ кручения, Drehmoment . . . . . 396
— stateczności ciała (*mech., wyt.*), моментъ устойчивости тѣла, Stabilitätsmoment . . . . . 169, 385
— statyczny sił (*mech.*), статическій моментъ силъ. statisches Moment der Kräfte . . . . . 170
— wytrzymałości, м. сопротивленія. Widerstands-M. 353 i n., T. 362 i n., T. 680 i n., T. 674 i n.
— wywracający, вращающій моментъ, Kippmoment . . . . . 385, 386
**Monety**, валюты монетъ. Münztafel. 939
**Monier'a** sklepienia i ustroje, своды и сооруженія Монье . 98, 194, 634
*Montejus p. Przetłoczka parowa.*
**Mosiądz**. желтая мѣдь, латунь, Messing 74, 8, 314 i n., 332, 619, 789, 591
— biały, бѣлая латунь, Weissmessing 75
— glinowy, алюминіевая желтая мѣдь. Aluminium-Messing . . . . . 333
**Most**, мостъ, Brücke 344, 637 i n., 658 do 726
— blachownicowy, желѣзный балочный мостъ со сплошной стѣнкой, Blechbalkenbrücke . . . . . 641
— dla pieszych, м. для пѣшеходовъ. Fussgängerbrücke . . . . . 770
— drewniany. деревянный мостъ, hölzerne Brücke . . . . *p. r.* 656, 204
— drogowy, мостъ проѣзжей дороги. (Land-) Strassenbrücke 637 i n., 757
— kolejowy, желѣзнодорожный м., Eisenbahnbrücke 638 i n., 757 i n., *p. a.* 341, 657, *p. n.* 642, 657, *p. r.* 340, 207, 650, 781
— — jednotorowy, мостъ для одного пути, eingleisige E.-B.-B. . . . 641
— kratownicowy, жел. мостъ съ фермами, Fachwerkbrücke. . . . . 641
— łańcuchowy. цѣпной мостъ, Kettenbrücke . . . . . 698
— łukowy, арочный мостъ, Brücke mit Bogenträgern . . . . . 642
— sklepiony, арочный мостъ, einfache massiv-gewölbte Brücke 637, 733 i n., 204
— uliczny, городской мостъ, Stadtstrassenbrücke . . . . . 638 i n.
— żelazny, желѣзный мостъ, eiserne Brücke . . . . . 638 i n., 756 i n.
Mostów ugięcia, прогибъ моста. Durchbiegung d. Br. . 683, 701, *p. r.* 656
**Mostek** Wheatstone'a (*el.*), Витстоновъ мостикъ, Wheatstonesche Brücke. 798
**Możność** pracy, общая работа, Arbeitsvermögen, Leistungsfähigkeit 299, 691, 674
*Mufka prosta p. Złączka.*
*Mufka redukcyjna p. Zwężka.*

**Mur**, стѣна, каменная кладка, Mauerwerk
— z cegły, кирпичная кладка, Ziegelmauerwerk **9**, 334 i n., 408, **157** i n.
— z kamienia łomowego, бутовая кладка, Bruchsteinmauerwerk. . **157**, **619**
— odosobniony (zagrodowy), свободностоящая стѣна, freistehende Mauer **159**
— odziewny (*kol.*), обшивочная стѣнка, Bekleidungsmauer . . . . . **257**
— odziomkowy (cokułowy), выступающая стѣна цоколя, Plintenmauer. **161**
— *oporowy p. Mur wsporczy.*
— *pruski p. Ściana rozworowa.*
— na sucho, стѣна изъ сухой кладки, Trockenmauer. . . . . **258**
— węgłowy sklepienia, устой свода, опора свода, Kämpfermauer. . . **753**
— wsporczy, подпорная стѣна, Stützmauer, Futtermauer **731** i n., **257**, 267
Murów grubość, толщина стѣнъ, т. каменной кладки, Mauerstärke **159**, **731**, **924**
Muru wzniesienie, производительность при производствѣ каменныхъ работъ, Arbeitsleistung bei Herstellung von Mauerwerk. . . . . **162**
*Murłata p. Podbelce.*
**Müller'a** z Wrocławia wzór o sklepieniach, Müller-Breslau . . . . . **734**

## N.

**Nabierak**, экскаваторъ, Selbstgreifer (Exkavator). . . . . **716**, **712**
**Nabijak**, чеканка, Setzeisen. . . . **582**
**Nabój** (ilość elektryczności), количество электричества, Elektrizitätsmenge **782** i n.
— ołowiany (w kielichu rury), свинцевая набивка, Bleidichtung . . . **581**
**Nacen**, смѣта, Kostenanschlag **231** i n.
**Nacisk**, нагрузка, Belastungsgewicht, Ballast 690, 777, 303, **471**, **525** i t. p.
**Nacisk** na oś, давленіе на ось, Achsdruck **471**, **476**
— na tor krzyżulca, д. на направляющія, Druck auf die Gleitbahn **555**, **568**, **520**
— od przyspieszenia mas, давленіе силы инерціи движущихся массъ, Beschleunigungsdruck der hin- und hergehenden Massen . . . . **555**, **617**
**Naczynie** złączone (lepiej: skojarzone) (*mech.*), сообщающіяся сосудъ, kommunicierendes Gefäss . . . . . **243**
Naczyń wytrzymałość, сопротивленіе сосудовъ, Festigkeit der Gefässe . **418**
**Naczółki** filarów mostowych, края мостовыхъ боковъ, Pfeilerhaupt (Kopf des Brückenpfeilers) . . . . . **260**
**Nadbrzeże**, набережная, Kaistrasse **712**, **716**
**Nadcieś** (*bud.*), Rahmenholz der Wand **168**
**Nadciśnienie**, давленіе, Ueberdruck **421**, 239 i t. p.
**Naddrzwica** (*bud.*), перемычка, Ueberlagbohle . . . . . **163**
**Nadmiar** sferyczny, п. кулистости (*mat.*), сферическій избытокъ, sphärischer Excess . . . . . **136**
*Nadmuch p. Palenisko nadmuchowe.*
**Nadmuchnia**, Windkammer . . . . **561**
**Nadpiętrze** (drempel) (*bud.*), чердачная лицевая стѣна, Drempel . . . . **389**
**Nadprężność** pary, рабочее давленіе пара, Dampfüberdruck . . . . . **1069**
**Nadscenie** (lep. nadwidnie), Schnurboden **200**
**Nadwęglanie** drzewa, обугливаніе дерева, Ankohlen des Holzes . . . . **109**
**Nadwodność** (koła wodnego, turbiny), зазоръ между колесомъ и нижнимъ отводнымъ каналомъ, Freihängen 806, **840**
**Nadyszak** (dyszak natłaczający), нагнетающій пароструйный вентиляторъ, drückendes Dampfstrahlgebläse 781, 800
**Nafciarka**, вагонъ-цистерна, Petroleum-(behälter)wagen . . . . . **426**
**Nafta**, керосинъ, Petroleum 1083, 1082, 320, **619**, **482**, **426**
**Nagaźnlak** (*gaz.*), рецепіентъ газа, Gas-Full-Stander . . . . . **938**
**Nagrzewnia** (*ogr.*), воздушная камера, Heizkammer . . . . . **583**
**Nagrzewnica** (*ogr.*, *kuź.*), калориферъ, Luftheizapparat, Winderhitzer **583**, **615**, **543**
**Największości i najmniejszości** (maxima i minima) (*mat.*), максима и минима, Maxima und Minima . . . 72
**Nakówek** (nita), замыкающая головка заклепки, Schliesskopf des Nietes **438**
— a okrajka, бородка заклепочной головки. Bart am Schliesskopf . . **447**
**Nakównik** (szelajza), обжимка, Schellеisen . . . . . **438**
**Nakres** (wykres wykonany samoczynnie przyrządzikiem), діаграмма, Diagramm 848 i t. p.
**Nakrętka** (*ce. m.*), контргайка, Gegenmutter, Kontramutter . . . **428**, **928**
**Namiar** (*kuź.*), колома, засыпка, Möller, Gicht. . . . . **539**, **552**
**Naparstek** (*ce. m.*), пробка трубы, Verschlusskappe . . . . . **928**
**Napełnienie** (stosunek napełnienia) silników parowych (*sil. par.*), степень наполненія (ст. впуска) пар. маш., Füllung der Dampfmaschine 848, T. 853
— ogólne (*sil. par.*) . . . . . **513**
— zastępcze (*sil. par.*), ст. нап. отнесенная къ цилиндру низкаго давленія, reducirte Füllung . 848, 863 i n., **513**
Napełnienia linia (*sil.*), линія наполненія въ цилиндрѣ, Einströmlinie, Volldrucklinie . . . . . **868**

Liczby **tłuste** dotyczą stron **tomu II.**

**Napęd** (siły) (*mech.*), импульсъ (силы), Antrieb (der Kraft). . . . . 195
— *elektryczny p. Napęd prądnikiem.*
— korbowy, механизмъ кривошипа и шатуна, Kurbeltrieb . . . 551, 616
— — mimoosiowy, эксцентрическій механизмъ шатуна, geschränkte Schubkurbel . . . . . 552
— liną, канатная передача, Seiltrieb 469, 481 i n.
— — bawełnianą, передача хлопчатобумажнымъ канатомъ, Baumwollenseiltrieb . . . . . 486 i n.
— — drucianą, передача проволочнымъ канатомъ, Drahtseiltrieb . 483 i n.
— — konopną, передача пеньковымъ канатомъ, Hanfseiltrieb . . 486 i n.
— linowy okrężny, круговая передача безконечнымъ канатомъ, Kreistrieb, Kreisseiltrieb . . . . . 484, 487
— pasem, ременная передача, Riementrieb . . . . . 469, 472
— — kierowanym, угловая ременная передача, Winkeltrieb. . . 472, 477
— — obręczowatym, передача открытымъ ремнемъ, Antrieb mit offenem Riemen . . . . . 474, 481
— — półskrzyżowanym, полускрещенная ременная передача, Halbkreuztrieb 473, 477
— prądnikiem, передача электродвигателемъ, elektrischer Antrieb, Elektromotoren-Antrieb . . . 677, 712 i in.
— ręczny, ручная передача, Handantrieb . . . . . 676, 560
— wałami, передача силы при помощи валовъ, Kraftübertragung mittels Wellen. . . . . 489 do 519
**Napięcie** międzykrańcowe (*el.*), напряженіе у зажимовъ, Klemmspannung 799, 804, 848, 901 i in.
— prądochłonne (*el.*), обратная электровозбудительная сила, elektromotorische Gegenkraft . . . . . 792
— prądotwórcze (*el.*), электродвигательная (—движущая), сила; напряженіе тока, Stromspannung; elektromotorische Kraft . . 782, 788, 794 i n.
— wzmożne (*el.*), добавочное напряженіе, Zusatzspannung . . . . . 869
— zastępcze (*el.*), эффективное напряженіе тока, effective Spannung 833, 847

Napięcia podskok (zjawisko Ferrantiego) (*el.*), Spannungserhöhung (Ferranti-Effeck) . . . . . 837
— sieci miarkowanie (*el.*), регулированіе силы тока въ проводникахъ, Regelung der Netzspannung . . . 892
**Naporowa** (sklepienia), опорная линія, Stützlinie . . . . . 735 i n.
**Napór** wody (*sił. wod.*), давленіе воды, Wasserdruck . . . . . 819
Napór ziemi (*st. b.*), активное давленіе земли, aktiver Erddruck . . 726 i n.
**Naprawnia** kolejowa, желѣзнодорожная мастерская, Reparaturwerkstatt 431 i n.
**Naprąd** (*el.*), заряжающій токъ, Ladestrom. . . . . 869
**Naprądnianie** zasobnika (*el.*), заряженіе аккумуляторовъ, Laden des Sammlers 806, 864

**Naprężenie** (*wytr.*) bezpieczne, допускаемое напряженіе, zulässige Spannung 331 i n., 520, 635 *i wiele innych.*
— *ciągnące p. Ciągnienie.*
— *ciśnące p. Ciśnienie.*
— dozwolone, допускаемое напр., zulässige Sp. 338 i n., *p. a.* 342, 635; *p. r.* 338, 648; *p. r.* 340, 655
— główne, главное напряженіе, Hauptspannung . . . . . 354
— — zastępcze (największe wytężenie), наибольшее теоретическое напряженіе матеріала, ideale Hauptspannung . . . . . 354 i n
*Naprężenie gnące p. Gięcie.*
— normalne, нормальное напряженіе, Normalspannung 328, 342, 400, 409
— postronne, случайное и дополнительное напряженіе, Neben- u. Zuschlagspannung . . . . . 344
— przemienne, перемѣнное напряженіе, wechselne Spannung . . . 336, 340
— *przesuwające p. Cięcie.*
— skrajne, предѣльное (= наибольшее) напряженіе, Grenzspannung . . 401
— *skręcające p. Kręcenie.*
— *tnące p. Cięcie.*

Naprężeń bryły powierzchnia, поверхность напряженій, Spannungsfläche . . 404
— oznaczenie, опредѣленіе напряженій, Spannungs-Ermittlung. . . . . 356
— powierzchnia oznaczna, поверхность вліянія напряженій, Einflussfläche 404

*Narzędzia miernicze p. Przyrządy miernicze.*
**Narzędzia** nitownicze, клепальный инструментъ, Nietwerkzeug . . . 445
**Nasówka** (*ce. m.*), надвижной раструбъ, U-Stück . . . . . 583

**Nastawa** (*mier.*), приспособленіе для приведенія въ горизонтальное положеніе, Horizontiervorrichtung . 127, 132
**Nastawiak**, установительный рычагъ (тяга) для распредѣлительнаго механизма, Stellhebel, Stellzeug, Steuerungshebel . . . . 624, 713, 721, 736
**Nastawnica** (*b. m.*), распредѣлительный механизмъ, Steuerung 736, 737, 400
— prądnika, prądu (*el.*), реостатъ, Anlasser, Schalter, Fahrschalter, Kontroller . . . 713 i n., 704, 697, 910
**Nasuw** (noża) (*obr.*), поперечный ходъ ножа, Quervorschub . . . 655 i n.

**Nasycanie** drzewa (*tw.*), пропитываніе дерева, Durchtränken des Holzes 109, 282
**Nakrętka**, гайка, Schraubenmutter 427 i n., 229
— Penna, гайка Пенна, Pennsche Schraubensicherung . . . . . 430
**Natęż** bieguna magnetycznego (*el.*), напряженіе магнитнаго полюса, Polstarke. . . . . 784
**Natężenie** pola magnetycznego (*el.*), сила магнитнаго поля, Feldstarke 784, 793
**Natłoczka** skórzana (gorzej cholewa) (*cz. m.*), кожаный манжетъ, Lederstulp 542, 219, 665
**Natrysk** (*sil. par.*), душъ, Brause. . 931
**Nawęglanie** żelaza, stali (*kuź.*), цементированіе желѣза, стали, Zementieren des Eisens, d. Stahls . . . . 566, 18
**Nawietrzanie** (*ogr.*), нагнетательная вентиляція, Druck-Lüftung . . . 585
**Nawietrznik** (przewietrznik wtłaczający), вдувающій вентиляторъ, Pulsionsventilator, Druckventilator 781 i n., 584
**Nawiewnik** (*ogr.*), отверстіе для впуска воздуха, Lufteinströmungsöffnung 587, 614
**Nawilżacz** powietrza, воздухоувлажнительный приборъ, Luftbefeuchtungsapparat . . . . . 586
**Nawilżenie** powietrza, увлажненіе воздуха, Befeuchtung der Luft 280, T. 281
**Nawodzik** (*cz. m.*), обратное коромысло, Gegenlenker . . . . . 570, 573
**Nawój** (*el.*), обмотка магнита, Magnetwickelung . . . . . 701, 704
**Nawracarka** (*sil.*), Umsteuermaschine 525 i n.
*Nawrotnica p. Stawidło nawrotcze.*
**Nawrotnik**, Umsteuerungshebel 525 i n.
**Naziom**, уровень земли, поверхность земли, Geländeoberfläche 554, 562, 728 i t. p.
**Nibyśrodek** (*mech., okr.*), метацентръ, Metacentrum . . . 237, 460, 472 i n.
**Nicenie** (*b. m.*), заклепочное соединеніе, Nietverbindung . . . 439, 1006
— w klin, клинообразное или раскосное заклепочное соединеніе, Verjungte Nietung . . . . . 439
— kotłowe, клепка паровыхъ котловъ, Dampfkessel-Nietung 440, 1006, T. 1022
— w łubki, клепка съ накладками, Laschennietung . . . 442, 1006, T. 1023
— z nakładką, заклепочный швъ съ накладкой, Laschennietung 439, T. 1022
— proste (jednorzędne), заклепочный одинарный швъ, Kettennietung, Parallelnietung . . . . . 439, T. 1022
— na zakładkę, швъ въ нахлестку, Ueberlappungsnietung 439 i n., 1006, T. 1022, T. 1013 i n.
Nicenie w zakosy, шахматный заклепочный швъ, Zickzacknietung. . . 439
— zbiorników na gazy, заклепочное соединеніе для газовыхъ сосудовъ, Gasnietung. . . . . 444
— zeskładów żelaznych, зак. соед. частей желѣзныхъ сооруженій, Nietung der Eisenkonstruktionen 444 i n., 678
**Niedoskok** (strata na skoku tłoka) (*sil.*), потеря хода поршня, Hubverlust. 775
**Niedossanie**, неполное всасываніе, Nichtvollsaugen . . . . . 768
**Niedosuw** (*sil.*), зазоръ между поршнемъ и цилиндровой крышкой, Spielraum zwischen Kolben und Cylinderdeckel
— (*sil. spal.*), длина вреднаго пространства, lineares Maass des schädlichen Raumes . . . . . 1087, 1089
*Niedosuwnia p. Przestrzeń szkodliwa.*
**Niemaltyczna** (asymptota) (*mat.*), асимптота, Asymptote . . . . 89, 98, 105
**Nienadążność** wirnika (*el.*), Schlüpfung des Ankers, Schl. d. Läufers . . 852
*Niezmian p. Suwaki.*
**Niezmiennik** równania stożkowej (*mat.*), инваріантъ уравненія коническаго сѣченія, Invariante der Kegelschnittgleichung . . . . . 103
**Nikiel**, никель, Nickel 3 i n., 317 i n., 619, 789 i n., 67
**Niszczenie** drzewa (*tw.*), разрушеніе дерева, Zerstörung des Holzes . . 108
**Nit**, заклепка, Niet 437 i n., 1006; *p. n.* 339, 56; *p. r.* 63
— zczepny (zczepiający), предварительная заклепка, Heftniet . . . . 445
— a ciśnienie na ścianki dziury, давленіе между стѣнкой дыры и заклепкой, Leibungsdruck. . . . . 445
— a łeb, начальная головка заклепки, Setztkopf des Nietes . . . . T. 438
— *a nakówek p. Nakówek.*
— a pęczenie, осадка стержня заклепки, Stauchung (des Nietschaftes). 446
— a obliczenie, разсчетъ заклепочныхъ соединеній, Nietberechnung 440 i n.
**Nitowanie**, клепка, das Vernieten, nadto *p. Nicenie* 438
— na zimno, холодная клепка, kalte Vernietung. . . . . 444
*Noniusz p. Drobnomiar.*
**Normy** hutników niemieckich o żelazie i stali, Vorschriften des Vereins deutscher Eisenhüttenleute . . . . 47
— wyrcburg'skie o wytrzymałości tworzyw kotłowych, Würzburger Normen 63
**Nośnica** kolejki linowej, поддерживающій канатъ, несущій к., Tragseil 438 i n.
**Nośność** (całkowite obciążenie bezpieczne), допускаемая нагрузка, полезная нагр., подъемная сила, zulässige Belastung, Nutzbelastung Tragkraft, Tragfähigkeit 372, 412, 527, 342, 346, 787 i t. p.

**Nośność** magnesu (*el.*), сила магнита, Tragkraft d. Magneten . . . . 787
**Nożyce** (*obr.*), рѣзальный станокъ, Scheere . . . . . 490, 654
**Nóż** tokarski, токарный рѣзецъ, Drehstahl . . . . . 46
**Nurnik**, нырялo, Plunger (Taucherkolben) 542, 771, 1115, 720, 731

## O.

**Obchłodek** (*sił. spal.*), водяная рубашка, Wassermantel . . . . . 1114
**Obciążenia** budowli, нагрузки строительныхъ сооруженій, Belastungen der Bauwerke . . . . . 627 i n.
Obciążenie bezpieczne (*wyt.*) *p. Nośność.*
— ciągłe, нагрузка сплошная, Streckenlast . . . . . 379, 381
— równomierne, равномѣрная нагрузка, gleichförmige Belastung 374 i n., 658 i n.
— ruchome, подвижная нагрузка, Verkehrslast 343, 639, 668, *p. n.* 642; *p. r.* 668, 781
— zastępcze, эквивалентная нагрузка 637, *p. n.* 643, *p. r.* 781
— zmienne, перемѣнная нагрузка, wechselnde Belastung. . . . . 343
**Obelisk**, обелискъ, Obelisk . . 134, 178
**Obezdymiak**, поглотитель дыма, Rauchverzehrer . . . . . 380
**Obgroda** wykopu (*bud.*), ограждения для основаній, Umschliessung der Baugrube. . . . . 150
**Objęcie** masztu (*okr.*), Fisch. . 499 i n.
**Objętość** brył (*mat.*), объемъ тѣлъ, Inhalt der Körper . . . . 133 do 139
— skoku tłoka, объемъ описываемый поршнемъ, Kolbenhubraum 768, 791
— właściwa wody, удѣльный объемъ воды, specifisches Volumen des Wassers . . . . . 316
**Obłęczel** (*okr.*), Lateinsegel . . 498 i n.
**Obłąk** (*okr.*), Ruthe . . . . . 498 i n.
**Oblo** okrętu, Kimm . . . . . 458 i n.
**Obłoże** (skrzynia murowa) (*cz. m.*), стѣнная коробка, Mauerkasten . . . 518
**Obluczyna** (walcowata część przy zaobleniu) (*kłł.*), цилиндрическій отогнутый бортикъ, Krempe 1025, 1026
**Obmurze** (kotła, wygaźnicy, i t. p.), вмазка, Einmauerung, Mauerwerk 1035, 918; *p. n.* 1056, 1060; *p. r.* 1051
*Obojętna p. Oś obojętna.*
**Oboknie** (*bud.*), Fensterleibung. . . 199
**Obrabiarka**, рабочая машина, станокъ, Werkzeugmaschine . . . 653 do 671
— do drzewa, станки для обработки дерева, Holzbearbeitungsmaschine 666 do 669
— do metali, станки для обработки металловъ, Metallbearbeitungsmaschinen 653 do 666
**Obracadło**, вращательный приборъ, Drehvorrichtung. . . . . 320
**Obracarka**, механизмъ для поворота Drehwerk, Schwenkwerk 715, 725, 320
**Obręczka** nakuta (*cz. m.*), приваренный бортъ, aufgeschweisster Bund 587, 924
— skurczna, стяжное кольцо, Schrumpfring . . . . . 623
**Obręb** żagla (*okr.*), ликъ, Lick . . . 501
**Obręcze** kół, бандажъ, обручь, Radreifen 218, 699, nadto p. *koła kolejniczego obręcz.*
**Obrotniaki**, машинныя части для вращательнаго движенія. Maschinentheile der drehenden Bewegung 448 do 519
**Obrotnica**, поворотный кругъ, Drehscheiben 318 i n., 226, 713, *p. kol. r.* 210
— tarczowata (*kol.*), Voll(dreh)scheibe 319
— wielokrzyżniowa (*kol.*), Stern(dreh)scheibe . . . . . 319
— y wieniec posadowy (*kol.*), круговой рельсъ, Kranz, Spurkranz . 319, 322
**Obroża** (*cz. m.*), свободно вращающійся фланецъ, loser Flansch . . 587, 602
**Obrót** ciał (*mech.*), вращение тѣлъ, Drehung der Körper . . . . . 208, 212
— czczy (prądnicy i t. p.) (*el.*), безполезные обороты, Tote Umdrehungen der Dynamo, T. U. des Motors . 811
**Obrysie** (*b m.*), габаритъ, Umgrenzungslinie, Durchgangsprofil 603, 735 i t. p.
— ładunkowe (*kol.*), габаритъ для грузовъ, Lademass . . . . . 437
— taborowe (*kol.*), габаритъ для подвижного состава, Normalprofil, 409, *p. n.* 226 i n., 374; *p. r.* 214, 218
— torowe (*kol.*), габаритъ, Normalprofil des lichten Raumes 409, *p. n.* 226 i n., *p. r.* 213, 218
**Obrysy** mas ziemnych (*mier.*), профили массъ, Massenprofile . . . . . 253
— poprzeczne (*mier.*), поперечныя профили, Querprofile. . . 243, 248 i n.
— pól (*mier.*), профили площадей, Flächenprofile . . . . . 251
**Obryśnica**, Lademass . . . . . 437
**Obrzutka** (*bud.*), Rappputz . . . . 169
**Obsydyan** (*tw., bud.*), обсидіанъ, Obsidian . . . . . 79
**Obszar** wlotu (koła wodnego, turbiny), Beaufschlagung . . . . . 821, 943
**Obwodnica** (tor) (*b. m.*), направляющая, krumme Führung, Gleitbahn 656, 569, 909
**Obwodzik** (sanie) (*b. m.*), ползунъ, Gleitstück . . . . . 569, 909
**Obwodzina** (*bud., kol.*), прогонъ, обвязочный брусъ, Stuhlrahme, Rahmenholz . . . . . 170, 420
**Obwód** magnetyczny (*el.*), магнитный кругъ, magnetischer Kreis . . . 786

Liczby **chude** dotyczą stron **tomu I.**

Obwód podziałowy (koła zębatego), начальная окружность, Theilkreis . 448
— zasadniczy (koła zębatego), основная окружность, Grundkreis . . . . 455
**Ocalnik** (*b. m.*), предохранитель, Fangvorrichtung. . . . . 678, 735
**Ochładzające** mieszaniny, охладительная смѣсь, Kältemischung . . . . . 318
**Ochronnik** (*b. m.*), предохранитель, Schutzvorrichtung . . . . 678, 736
**Oczep** (tłoczarki, nurnika) (*b. m.*), (pala) (*bud.*), головка, поперечина, Holm, Kopf, Querhaupt . . 665, 720, 733; **154**
**Odbiornica** pary (*ktt.*), пароотводная труба, Dampfentnahmerohr . . . 965
**Odblaśnik**, рефлекторъ, Reflektor 899, 936
**Odbój**, кулачекъ, буферъ, Buffer. Anschlag. Fänger, Preller 908, 938, 1042, 334
**Odciążek** (*b. m.*), противовѣсъ, Gegengewicht . . . . . 402, 559 i t. p.
**Odcinek** koła (*mat.*), круговой сегментъ, Kreisabschnitt . . . 175, 188, T. 36
— *kuli p. Czasza kulista.*
**Oddymnica** (*bud.*), дымовытяжная труба, Rauchabzugsrohr . . . . . 346
**Oddymnik**, Rauchfang . . . . . 346
**Odgarniacz** (*kol.*), метельникъ, Bahnraumer . . . . . 406, 407
**Odgrom** (*el., bud*), громоотводъ, Blitzableiter . . . . . 961, 912*a*
**Odkorbowa** strona tłoka cylindra (*b. m.*), задняя сторона поршня, hintere (obere) Kolbenfläche, Deckelseite des Cylinders . . . . . 867, 882
— y bieg tłoka, ходъ поршня назадъ, Rückgang des Kolbens. . . . . 882
**Odkraplacz**, водоотдѣлитель, Wasserabscheider . . . . . 927
**Odkształcenie** (*wytr.*), измѣненіе формы (деформація), Formänderung 327, 330, 360
**Odkształcona** (oś sprężyście odkształcona), упругая линія, elastische Linie 361, T. 373
**Odlew** *hartowany p. O. utwardzony.*
— *kowalny. kutolany, lanokuty p. O. odwęglony.*
— odwęglony, ковкій чугунъ, schmiedbarer Guss, Temperguss . . . . 17
— utwardzony, твердый чугунъ, жесткій чугунъ, Hartguss . 17, 553, 699
— zlewny (stalowy), стальная отливка. Stahlformguss 17, *p. n.* 57, *p r.* 61 i n.
Odlewu i modelu wagi . . . . . 557
— żeliwnego rodzaje . . . . . 552
— — waga . . . . . 557
**Odlewnia** mosiądzu, мѣдно-литейная, Messinggiesserei . . . . . 436
*Odlewnictwo żelaza p. Żeliwnictwo.*
**Odlodowiec** (*okr.*), ледоколъ, Eisbrecher 487
**Odlotowy** (spalania), газы отработанные (горѣнія), Abgase . . . . . 536
**Odlot** pary, отведеніе пара, Dampfableitung . . . . . 927
Odlotka (okienko odlotowe), каналъ, окно для исходящаго пара, Auspuffkanal 882
**Odłupy** (*tw., bud.*), камни отдѣляющіеся отъ скалъ, Geschiebe . . . . . 82
**Odmyk** nazwrotowy (gorzej: przedzwrotowy) (*sil.*), линейное предварение, lineares Voreilen 849, 885, 889, 913
**Odnoga** (rury), отростокъ, Abzweigrohr 583, 926
**Odpadki** naftowe, нефтяные остатки, Naphtarückstände. . . 1082, 382, 536
— pogazowe, остатки при добываніи газа, Rückstände der Gasfabrikation 925
**Odparowania** ilokrotność (*ktt.*), производительность горючаго, Leistung des Brennstoffes, Verdampfungszahl 954 i n., 1069, 527
**Odpór** (reakcya), опорное сопротивленіе, Stützkraft. Reaktion, Auflagerdruck 167, 351, 372, 379 i t. p.
— ziemi. давленіе земли въ покоѣ, пассивное дав. зем., passiver (ruhender) Erddruck . . . . . 726
**Odprężenie** (*wytr.*), разгрузка, Spannungsentlastung . . . . . 329
**Odpylnia** (powietrza), камера для осажденія пыли, Staubkammer . . . 585
**Odpylnica**, фильтръ для воздуха, Luftfilter 585
**Odrysnik** (*mier.*), пантографъ, Pantograph . . . . . 139
**Odrzwica** (*bud.*), дверной переплетъ. Thürzarge . . . . . 163, 197
— paleniskowa (*ktt.*), топочная плита, Feuergeschränk (des Dampfkessels) 1039
**Odsadzka** muru (*bud.*), выступъ, Absatz 161, 258, 732
**Odsiarczak** (*gaz.*), газоочиститель. Gasreiniger . . . . . 921
Odsiarczanie gazu, очистка газа, Gasreinigung . . . . . 921
Odsiarczarnia gazu, помѣщеніе для очистителей газа, Gasreiniger-Raum . 922
**Odsuw** suwaka, путь золотника, Schieberausweichung . . . . . 884
— nazwrotowy, путь золотника для мертвой точки поршня, Schieberweg für die Kolbentotlage . . . . . 885
**Odszumka**, приборъ для уменьшенія шума, Schallfänger, Schalldämpfer 800
**Odśnieżnica** (*kol.*) (wał przeciwśnieżny). Schneedamm . . . . . 266
**Odświeżalnia** (*gaz.*), помѣщеніе для регенераторовъ, Regenerierraum. . 922
**Odtłuszczacz**, жироотдѣлитель, Oelabscheider. . . . . 934

**Odwadniacz**, конденсаціонный горшокъ, отводъ для воды, Wasserableiter, Condenswasserableiter, Condenswassertopf, Wasserablauf . . . . 927, **924**
**Odwęglanie** (żelaza, stali) (*kuź.*), обезуглероживание. Entkohlung . . . **567**
**Odwiatrowniki** (*most.*), Windverband *p. n.* **649**, *p. r.* **654**
**Odwietrek** (*ogr., okr.*), Presskopf. . **586**
**Odwodnienie** (*kol.*), Entwässerung **207**, 299
**Odwodzik** (*cz. m.*), обратное коромысло, Gegenlenker . . . . . 570, 573
*Odwrotnica p. Stawidło odwrotcze.*
**Odziom** komina, цоколь дымовой трубы, Sokel des Schornsteines . . . . **961**
**Odzież** z darni, Rasenbekleidung . . **257**
**Odzyskniea** ciepła (*kuź.*), регенераторъ, Warmespeicher . . . . . **563** i n.
**Odżużlanie** (żelaza i stali) (*kuź.*), Zängen **558**

**Ognisk** kuziennych wiotrzaki, вентиляторы для кузнечныхъ горнъ, Schmiedefeuergebläse. . . . T. 787, T. 890
**Ogniwko** łańcucha składane, соединительное звено цѣпи, Kettenschloss **527**

*Ogniwo galwaniczne p. Stadło galwaniczne.*
**Ogrodzenie** kolejowe, барьера, Einfriedigung der Eisenbahn . . . . . **265**
**Ogrzewanie** niezespolone, отопленіе отдѣльными печками, Einzelheizung **594**
— parowe wysokoprężne, паровое отопленіе высокаго давленія, Hochdruckdampfheizung . . . . . **611**
— powietrzne, воздушное отопленіе, Luftheizung . . . . . **614**
— spalinowe, Kanalheizung . . . . **596**
— spalinowo-powietrzne, Feuerlufttheizung . . . . . **614**
— wodne, водяное отопленіе, Wasserheizung . . . . . **597** i n.
— — szybkokrążne, Warmwasserschnellumlaufheizung . . . . . **608**
— zespolone, центральное отопленіе. Centralheizung, Sammelheizung . . . **597**
**Ogrzewek** (płaszcz) parowy (*sil.*), паровая рубашка, Dampfmantel 850 i n., 920 i n.

**Ogrzewnictwo**, отопленіе, Heizung **588** do **617**
**Ohm'a** prawo (*el.*), законъ Ома, Ohmsches Gesetz . . . . . **788**
**Okleszczka** (*bud.*), крюкъ, Schelleisen. Schelle . . . . . **189**
**Okładzina** (*bux.*), Thürbohle . . . **198**
**Oknica** (*bud.*), оконная рама, Fensterleibung . . . . . **168**
**Okno**, окно, оконный переплетъ, Fenster **162**, **197**
— a wystawowego belka, балка магазиннаго окна, Schaufenstertrager. . 388

**Okrętowuictwo**, судостроеніе, Schiffbau **457** do **531**
**Okruchowce** (*tw., bud.*), Breccien **80**, **81**
**Olbrot**, спермацетъ, Walrat **118**, 9, 915
**Oleje**, масла, Oele **116**, **11**, **482**, 317 i n., 1080, **619**, **513**
**Oliwiarki**, масленки, Oelschmiergefässe 513, 930
**Olsza**, ольха, Erle . . **114**, 7, **627**, **107**
**Ołów**, свинецъ, Blei **73**, **3** i n., **627** i n., 314 i n., 333, **619**, **789** i n., 591, **169**, **182**, **67**
— utwardzony (gorzej: twardy), твердый свинецъ, гартблей, Hartblei 333, **177**, 591
**Om** (*el.*), омъ, Ohm . . . . . **782**
*Oolit p. Ikrowiec.*
**Opady** atmosferyczne, атмосферическіе осадки, atmosphärische Niederschläge 261, 262
**Opałowe** (cieplikowe) wartości paliw, абсолютная теплопроизводительность, absoluter Heizwerth . **321**, 324, 1082
**Opiętnik** (masztu) (*okr.*) . . . . . **499**
**Opłomka** (*ktl.*), кипятильная трубка, Wasserrohr, Siederohr . . . 978, 1026
Opłomkowe złączki, коробка кипятильныхъ трубокъ, Wasserrohrkappe. 978
— skrzynki, камера кипятильныхъ трубокъ, Wasserrohrkammer 984 do 988
**Opoka**, скалистый грунтъ, Felsboden **149**
**Opona**, кожухъ, Mantel, Verkleidung **541**, **593** i t. p.
**Opora** sklepienia (*bud.*), пята свода, Kämpfer. . . . . **163**
**Opornica** (rozjazdowa) (*kol.*), наружный рельсъ, Backenschiene. . . **302**, **308**
**Opornik** (*el.*), реостатъ, Regelwiderstand
— rozruszny, реостатъ. Anlasswiderstand **832**
**Oporostka** (jednostka oporu) (*el.*), единица сопротивленія, elektrische Widerstandseinheit . . . . . **783**
**Oporzec** wzorcowy (*el.*), нормальное сопротивленіе, Normal-Widerstand . **783**
**Opór** (*el.*), сопротивленіе, Widerstand **782**, **786**
— chwilowy (*el.*), мгновенное сопротивленіе, scheinbarer Widerstand . . **903**
— hydrauliczny, гидравлическое сопротивленіе, hydraulischer Widerstand 239
— niezmożny (obezprądniający sprądnicę) (*el.*), критическое сопротивленіе, kritischer Widerstand d. Dynamo **811**
— pochłończy (obezprądniający sprądnicę) (*el.*), критическое сопротивленіе, kritischer Widerstand d. Dynamo **811**
— podniecony (*el.*), Impedanz . . . **835**
— powietrza (*mech.*), сопротивленіе воздуха, Luftwiderstand . . . . . 306
— przewodu elektrycznego, сопротивленіе въ проводникахъ, Leitungswiderstand. . . . . **789**, **881**

Opór tarcia, сопротивленіе тренія. Reibungswiderstand 215 do 235, **321**, **329**, **700**
— — płynów w przewodach, сопротивленіе тренія въ трубопроводахъ, Widerstände in Rohrleitungen 247, 251
— — pociągów (*kol.*), сопротивленіе поѣзда, Zugwiderstand . . . . . **233**
— — powietrza w przewodach, сопрот. тр. въ воздушныхъ каналахъ, R. W. in Luftleitungen . . . . . **582**
— — statków, сопротивленіе судовъ, Schiffswiderstand . . . . . **490**
Opór wynikowy (*el.*), общее сопротивленіе, Gesamtwiderstand . . . . **788**
— wzniecony (*el.*), Reactanz . . . **835**
— zosobnienia (*el.*), сопротивленіе изолаціи, Isolierungswiderstand . . **799**
**Oprawa** silników, рама двигателя, Motorrahmen, Motorgestell 927, 1100, 1104 1112
**Opust** wzbuchu (*sil. spal.*), пропускъ эксплозіи, Aussetzer, Ausfall der Verbrennung . . . . . 1079, 1121
**Organki** (radiator) (*ogr.*), радіаторъ, Radiator . . . . . **592**
**Orkan**, орканъ. Orkan . . . . **475**, **306**
**Osadka** (klin bez zbieżności), шпонка, Feder, Clavette, Reibungsprisme, Federkeil . . . . . 480
*Oscylacye p. Drgania.*
**Oskard**, острая кирка, Spitzhacke . **261**
**Osprzęt** (pompy, silnika, kotła i t. p.), арматура, принадлежности, Zubehör, Armatur, Ausrüstung 771, 926, 1037, **389**, **483**
**Ostoja** wagonu, рама, Rahmen **405**, **414** i in.
Ostojnica, доска, балка рамы, шведлерный брусъ, Rahmenbalken . **405**, **414**
**Ostroslup** (*mat.*), пирамида, Pyramide 134, 177, 178, 190
**Ostrze** krzywej (*mat.*), точка возврата (острie) кривой, Rückkehrpunkt (Spitze) der Kurve . . . . . 100
— (rzez) wagi, призма (ножъ) вѣсовыхъ рычаговъ, Wageschneide. . . . **492**
**Osuwistość** gruntu, оползень, Abrutschungsfahigkeit . . . . . **257**, **726**
Osuwowa (linia) (*st. bud.*), линія обвала, Gleitfläche . . . . . **727**
**Oś** główna (*mech.*), главная ось, Hauptachse . . . . . 181, 356
— obojętna (*wyt.*), нейтральная ось (нулевая линія), Nulllinie (neutrale Axe) 352
— optyczna (lunety) (*mier.*), оптическая ось, визирная ось, optische Achse, Kollimationsachse . . . . **125**, **129**
— pływania (*mech.*), ось плаванія, Schwimmachse . . . . . 238
— sił (*mech.*), линія силъ, Kraftlinie 356
— sprzętona (*mech.*), сопряженная ось, zugeordnete (konjugirte) Achse . 181
Oś swobodna (*mech.*), свободная ось, freie Achse. . . . . 180, 211
— wzajemności (kolineacyi) (*mat.*), коллинаціонная ось, Kollineationsachse 157
— zderzenia (*mech.*), линія удара, Stosslinie . . . . . 213
**Oś** (*cz. m.*), ось, Achse (Maschinenteil) 493
— kolejnicza, желѣзнодорожная ось, Eisenbahnachse **362**, **400**, *p. n.* 50
— — zwrotna, подвижная ось, Lenkachse . . . . . **418**
— turbiny, ось турбины, Turbinenachse 419, 842, 948
**Ośrodkowa** (*mat.*), Seitenhalbierende 65
**Oświetlania** czas (*gaz.*), время освѣщенія, Beleuchtungszeit . . . . . **926**
**Oświetlenie**, освѣщеніе, Beleuchtung 894 do 904, **573**, **347**, **421**
**Otoki** (*tw. bud.*), камни отдѣлившіеся, гальки, Gerölle . . . . . **82**, **149**
**Otulina**, составъ плохо проводящій теплоту. Wärme-Isolation, Umhüllung **617** i n., 305, **594**, 930
**Owadnianie** (pól i t. p.), отводъ водъ, Entwässerung . . . . . 258, **98**
**Owręże** (*okr.*), площадь шпангоутовъ, Spantenfläche . . . **458**, **460**, **466** i n.
Owrężna (*okr.*), строевая по шпангоутамъ, Spantenskala. . . . . **466**
**Oziębiarka**, холодильная машина. Kältemaschine . . . . . 941
**Ozysk**, эксплоатація, Exploatation, Betrieb
— kolei (ruch), движеніе жел. дор. Eisenbahnbetrieb . . . . **426** do **439**
**Ożaglenie** (*okr.*), система парусовъ, Segelriss, Takelage . . . . **498**, **504**

## P.

**Pachwina** (sklepienia) (*bud.*), пята, Gewölbezwickel . . . . . **167**
**Pal** (*bud.*), свая, Pfahl. . . . . **155**
**Palenisko** kotłowe, топка паровыхъ котловъ, Dampfkesselfeuerung 955 i n., 1035 i n., **879**, **527**
— nadmuchowe, топка съ нагнетаніемъ воздуха, Unterwindfeuerung 963, 956, **527**, 787
— *odprzednie p. Palenisko zewnętrzne.*
— parowozu, топка паровоза, Feuerbuchse . . . . . **379** i n.
— podolne, нижняя топка, Unterfeuerung . . . . . **975**, **625**, 956
— przedmuchowe, топка съ искусственной тягой, Feuerung mit künstlichem Zug . . . . . 963
— wewnętrzne, внутренняя топка, Innenfeuerung . . 972, **624**, 956, 1038
— wydmuchowe, топка съ высасываніемъ продуктовъ горѣнія, Feuerung mit künstlichem Zug durch Saugung 963, **387**, **528**

Palenisko zasypne, насыпная топка, Füllfeuerung . . . . . 611, 917
— zewnętrzne (odprzednie), наружная топка, передняя топка, Vorfeuerung 956, 1035, 1038
Paleniska odrzwice, лицевая плита топки, Feuergeschränk . . . . . 1039
— przewał, порогъ, Feuerbrücke . . 958
— sprawność, коэф. пол. дѣйствія топки, Wirkungsgrad der Feuerung 1072, 952, 956, 379
— stopień natężenia, степень напряженія топки, Anstrengungsgrad der Feuerung . . . . . 953, 956, 378, 526
**Paliwo**, топливо, горючій матеріалъ, Brennstoff, Kraftstoff 322 i n., 1071 i n., 532, 1082
Paliw wartość opałowa (cieplikowa), теплопроизводительность топлива, Heizwert des Brennstoffes 321, 324, 1082
— właściwości (*sił. spal.*), свойства топливъ, Eigenschaften der Kraftstoffe 1081, 1082
— badanie, анализъ топлива, Prüfung des Brennstoffes . . . . . 1071
**Palnik** (*ośw.*), горѣлка, Brenner . . 934
— szczelinowy (*ośw.*), проская горѣлка, Schnittbrenner . . . . . 914
— wzorcowy (*ośw.*), нормальная горѣлка, Normalbrenner . . . . . 914
**Pancernik** (*okr.*), панцырное судно, Panzerschiff . . . . 457, 463 i n.
*Pantograf p. Odrysnik.*
*Papa p. Tektura smołowcowa.*
**Papier** (*wytr.*), бумага, Papier . . . 333
— odbiegunowy (*el.*), Polreagenzpapier 796
**Papirolit**, Papyrolith (*bud.*) . . . . 197
**Para** sił (dwusił) (*mech.*), пара силъ, Kräftepaar . . . . . 162, 163, 165
**Para** wodna, водяной паръ, Wasserdampf 283, 296, 301, 321, 1074, T. 286 i n.
— — odlotowa, отработанный паръ, Abdampf . . . . . 927, 763
— — przegrzana, перегрѣтый паръ, überhitzter Dampf 277, 290, 1075, 871
— — wydychowa, мятый паръ, Auspuffdampf . . . . . 935
Pary przegrzanej zmiany stanów, измѣненія состоянія перегрѣтого пара, Zustandsänderung des überhitzten Dampfes . . . . . 290, 292
— wodnej ilość na 1 kg węgla kamiennego, количество пара производимое каменнымъ углемъ, durch 1 kg Steinkohle erzeugte Dampfmenge 954, 956
— — przepływ, движеніе пара по трубопроводамъ, Bewegung des Wasserdampfes . . . . . 301
— — skraplanie się, конденсація пара, Kondensation d. Dampfes 293, 304, 611, 619
— — wypływ, истеченіе пара, Ausfluss des Wasserdampfes . . . . 296
**Parabola**, парабола, Parabel 176, 108, 189
— półsześcienna (Neil'a), полукубическая парабола, Semikubische Parabel 110, 392
— sześcienna, кубическая парабола, Kubische Parabel . . . . . 110, 392
Paraboloid, параболоидъ, Paraboloid 129, 136, 178, 191
**Parabolnica**, параболическая ферма, Parabelträger . . . . 701, 641, 774
— przycięta, полупараболическая ферма, Halbparabelträger . . . 641, 774
**Parametr** (*mat.*), параметръ, Parameter 108, 117, 471
*Parapet p. Podoknica.*
**Parcie** wiatru, давленіе вѣтра, Winddruck 306, 475, *p. a.* 635, *p. n.* 631, *p. r.* 340; 647
— ziemi (*st. bud.*), давленіе земли, Erddruck . . . . . 726 do 753
**Parkan**, заборъ, Zaun . . . . . 201
**Parowiec** (*okr.*), пароходъ, Dampfer 457, 461, 272
**Parowozlarnia**, паровозная сборная, Lokomotivreparaturwerkstatt . . 435
**Parowozownia**, паровозное зданіе, Lokomotivschuppen 345 i n., *p. r.* 210
**Parowóz** (*kol.*), паровозъ, Lokomotive 374 do 408, *p. r.* 214, 216
— sprzężony, паровозъ компаундъ, Verbundlokomotive . . . . . 395
Parowozu koło napędne, ведущее колесо паровоза, Triebrad d. Lokomotive 401
— — toczne, бѣгущее колесо, Laufrad d. Lokomotive. . . . . 402
— obsługa, служба паровозовъ, Lokomotivdienst. . . . . 430
— płaszcz paleniskowy, наружная огневая коробка, Feuerbuchsmantel der Lokomotive. . . . . 380 i n.
— płyta podkowiasta, смычной листъ пар., Stiefelknechtplatte d. Lok. . 380
— podniebienie paleniskowe, потолокъ (нёбо) топки пар., Feuerbuchsdecke der Lokomotive . . . . . 380
— popielnik, поддувало пар., Aschkasten d. Lokomotive . . . . . 382
— siła pociągowa, сила тяги паровоза, Zugkraft d. Lok. 233, 393, *p. kol. r.* 211
— skrzynia paleniskowa, огневая коробка пар., Feuerbüchse d. Lok. . . 379
— spodni wieniec paleniskowy, топочная рама пар., Bodenring d. Lok. . . 381
— sprawdzanie, испытаніе паровоза, Untersuchung der Lokomotive . . 431
— szarpanie, подергиваніе паровоза, Zucken der Lokomotive . . . . 402
— ścianka sitowata, (трубная) рѣшетчатая стѣнка паровоза, Rohrwand der Lokomotive . . . . . 380, 385
— wężykowanie, виляніе (качаніе) пар., Schlingern der Lokomotive . . . 402

**Parry'ego** stożek (*kuź.*), воронка Парри, Parryscher Kegel . . . . . 546
**Parson'a** turbina, турбина Парсона, Parsonsturbine . . . . . 944, 1144
*Parter p. Przyziom.*
**Pas** bawełniany, хлопчатобумажный ремень, Baumwollenriemen . . 474, 477
— dźwignicowy, ремень (поясъ), Lastriemen . . . . . 234, 336, 519, 736
— gumowy, резиновый ремень, Gummiriemen . . . . . 474, 477
— obręczowaty, открытый ремень, offener Riemen . . . . . 474, 481
— ogniwkowy, суставчатый ремень, Gliederriemen . . . . . 477
— parciany, пеньковый ремень (и. поясъ), Hanfgurte . . . . . 519
— przeciwpożarowy (*kol.*), Wundstreifen 266
— z sierści wielbłądziej, ремень изъ верблюжей шерсти, Kamelhaarriemen . . . . . 474
— skórzany, кожаный ремень, Lederriemen . . . 120, 336, 234, 474, 519
— — napędny, кожаные приводные ремни, Ledertreibriemen 120, 336, 234, 474
— skrzyżowany, перекрестный ремень, gekreuzter (ganz g.) Riemen. 474, 481
— teownika, belki, mostu i t. p., полка, поясъ, Flansch, Gurt . . 29, 676 i n.
**Pasów** napędnych złączenie końców, соединение ремня, Riemenverbindung 477
— — prędkość, скорость ремня, Riemengeschwindigkeit . . . . . 475
— — zwisanie, провѣсъ ремня, Durchsenkungs des Riemens. . . . . 476
**Pascal'a** prawo, законъ Паскаля, Pascalsches Gesetz . . . . . 235
**Paszcza** (*kuź.*), отверстіе (колошниковое), горловина, Gichtöffnung Halsmündung. . . . 538, 554, 560 i in.
**Patenty** na wynalazki, привилегіи на изобрѣтенія, Patentwesen . . . 970
**Patyna**, Patina. . . . . 75
**Pauli'ego** dźwigar, ферма Паули, Pauliträger. . . . . 702
*Pedometr p. Liczykrok.*
**Peltona** turbina wodna, колесо Пельтона, Peltonrad. . . . . 838, 1144
**Pełnota** wskazy (lep. pełnotliwość), коэффиціентъ полноты діаграммы, Völligkeit des Diagrammes 872, 513, 1069
**Pełnotliwość** statku (*okr.*), степень полноты, Völligkeitsgrad d. Schiffes 460, 466
**Pełzanie** szyn (*kol.*), долевое перемѣщеніе рельсовъ, Wandern d. Schienen 287
**Perkins'a** zład ogrzewczy, отопленіе Перкинса, Perkinsheizung . . . 604
**Perlik**, ручная толчея, Handfaustel . 538
*Peron kolejowy p. Wsiad.*
**Perspektywa** (*mat.*), перспектива, Perspektive . . . . . 139
**Pęcina** żagla (*okr.*), Segelschot . . . 499
**Pęczenie**, осаживаніе, Zusammenstauchung. . . . . 446, 52 i in.
**Pędnia** (transmisya), приводъ, Transmission . . . . . 493 i n.
**Pędzisz**, пропеллеръ, Propeller. . . . 505
**Piasecznica** (parowozu), песочница, Sandstreuer . . . . . 407
**Piasek**, песокъ, Sand 82, 9, 13, 482, 150, i in.
— normalny, Normalsand. . . . . 92
**Piaskowiec**, песчаникъ, Sandstein 81, 9, 334 i n., 659
**Piasta** kół, ступица, Nabe 622, 465, 480, 842
— korb, втулка кривошипа, Kurbelnabe 557
— mimośrodów, втулка эксцентрика, Excenternabe . . . . . 561
**Piec** grzewczy (*kuź.*), нагрѣвательная печь, Warmofen . . . . . 568
— *koksiarski p. Koksownica.*
— pierścieniowaty (*bud.*), кольцевая кирпичеобжигательная печь, Ringofen . . . . . 85
— miarkowny (*ogr.*), регулирующая печь, Regulierofen . . . . . 595
— z paleniskiem zasypnem, печь съ насыпной топкой, Schüttofen, Füllofen 595
— pudlingowy (*kuź.*), пудинговая печь, Puddelofen. . . . . 558
— *szwajsowy p. Zlipiak.*
— szybowy (*kuź.*), шахтная печь, Schachtofen . . . . . 565
**Piecyk** gazowy, газовая печь, Gasheizofen . . . . . 935
**Pień** obrotnicy, подпятникъ поворотнаго круга, Drehstuhl, Königstuhl der Drehscheibe. . . . . 322
*Pień zęba p. Zęba pień.*
**Pieniek** biegunowy (magnesowy) (*el.*), стержень полюса, Polschenkel 825 i n.
**Pierścień** kołowy (*mat.*), круговое кольцо, Kreisring . . . . 131, 176, 188
— osadczy, установительное кольцо, Stellring. . . . . 496
— samoprężny, самопружинящее кольцо, selbstspannender Dichtungsring . 543
— skurczny, стяжное кольцо, Schrumpfring . . . . . 621, 929
— *uszczelniający tłoka p. Tłoki.*
— walcowy (*mat.*), кольцо цилиндрическое, cylindrischer Ring . . 136 192
**Pierściono**, звено, Schuss 720, 733, 1010 541 i t. p.
**Pierwiastki** (*mat.*), корни, Wurzeln 41, 44, T. 1 do 21
— chemiczne, химическіе элементы, chemische Elemente . . . . . 1
**Piesek**, собачка, Sperrklinke. . 505, 536

Liczby **tłuste** dotyczą stron **tomu II.**

**Piezometr**, пьезометръ, Piezometer . 272
**Pięść** (gryza, wytaczarki), головка съ рѣзцами, Messerkopf, Bohrkopf . 657
**Pięta** masztu (*okr.*), степсъ, Fuss 499 i n.
**Piłśń**, войлокъ, Filz 104, 168, 421, 594, 619
**Piła** do drzewa, машина для распиловки дерева, Holzsägemaschine . . . 666
— do metali, пила для металла, Metallsäge . . . . . 659
— traczna, лѣсопильная рама, Gatter 667
— tarczowa, круглая пила, Kreissäge 659 667
— taśmowa, ленточная пила, Bandsäge 659, 667
**Piłak** tarczowy, пила круглая, Kreissägeblat. . . . . 659, 667
**Pion** (ołowianka) (*mier.*), отвѣсъ, Lot 134
— schodzący, lep. opadny (*ogr.*), нисходящая труба, Fallrohr. . . . . 598
— wschodzący, lep. wznośny (*ogr.*), восходящая труба, Steigrohr . . . 598
**Pionik** (*mier.*), ордината, отмѣтка, Ordinate. . . . . 137, 242
**Piony** okrętu, перпендикуляры судна, Schiffsperpendikel . . . . . 459
**Piorun**, молнія, Blitzschlag . . . . 912
*Piryt p. Iskrzyk żelazny.*
*Planimetr p. Powierzchnik.*
*Plant kolejowy p. Torowisko.*
**Pletwa** (*bud.*), ласточкинъ хвостъ, Schwalbenschwanz . . . . . 170
**Płaskownik**, плоское (полосовое) (шинное) желѣзо, Flacheisen, Universaleisen . . . . . 20, T. 22 i n.
**Płaszczyzna** pochyła (*mech.*), наклонная плоскость, schiefe Ebene . 204, 212
— ściśle styczna (*mat.*), плоскость кривизны, Schmieguugs-, Krümmungsebene . . . . . 124
**Platew** (*bud.*), накатина, Fette 171, 174 i n.
**Pława** (*okr.*), Schwimmer . . . . . 485
**Płomieniak** (*kuź.*), отражательная печь, пламенная печь, Flammofen 566, 563, 565
— przeciwpłomienny (*kuź.*), Rollofen 568
**Płomienica**, жаровая труба, (Dampfkessel)flammrohr 1009, 529, 1016, 1017, 1030, 1027
— falowana, волнистая жаровая труба, Wellen-Flammrohr . 1030, 1011, 1028
— zewnętrznie użebrowana, жаровая труба съ ребрами, geripptes Flammrohr 1011. 1029
Płomienic osztywnienia, укрѣпленіе стѣнокъ жаровыхъ трубъ, Flammrohrversteifung. . . . . 1010, 529, 1027
**Płomieniówka**, прогарная трубка, Heizrohr . . . . . 974, 385, 1026
**Płot** odśnieżny (*kol.*), Schneezaun . . 266
**Płóczka** (*kuź.*), очиститель, Waschapparat . . . . . 539
Płóczka (*gaz.*), газоочиститель, Scrubber 920
— deszczółkowa (*gaz.*), Jalousie-Scrubber 920
— półeczkowa (*gaz.*), Etagenscrubber 920
**Płyt** metalowych wagi, вѣса металлическихъ листовъ, Gewichte v. Metallplatten . . . . . T. 15
— wytrzymałość, сопротивленіе плоскихъ стѣнокъ, Festigkeit der Platten 418, 1011
Płyty łupkowe (*bud.*), аспидная черепица, Schieferplatten . . . . . 169
— nieckowate (wypuklaste), сводчатые листы, Buckelplatte, Trogblech . 42
— posadowe, фундаментная плита, Sohlplatte, Grundplatte . . . 521 i t. p.
**Płytka** podiglicowa (*kol.*), Weichenzungen-Unterlagsplatte . . . . . 302, 308
**Pływak**, поплавокъ, жезлъ, Schwimmer, Tonne. . . . . 273, 940, 1044, 526
**Pływalnia**, Schwimmsal, S.-anstalt . 199
Pływalnik, Schwimmbecken . . . . 199
**Pływnica** statku (*okr.*), Schwimmlinie 459 i n.
**Pnlak** (*okr.*), нижняя мачта, Untermast 498
**Pniel** (*okr.*), нижній парусъ, Untersegel, Bagiensegel. . . . . 499 i n.
**Pobieg** śruby okrętowej, Fortgang der Schiffschraube. . . . . 508
**Pobijak**, бородка, Dopper. . . . . 47
**Pobrózdek** walca (*kuź.*), Walzenfurche 569
**Pobrzeże** wsiadowe (*kol.*), Bahnsteigkante 334
**Pochylenie** statku (*okr.*), Schlingerbewegung des Schiffes . . . . . 475
**Pochylnia** (*kol.*), горка, уклонъ, Ablaufgleis . . . . . 351
**Pochylnik** (*most.*), Schräge . . 697 i n.
**Pochwa** przyśrubowa (*okr.*), Stevenrohr 523
**Pochyłości** zwierciadła rzek, уклонъ поверхности рѣкъ, Wasserspiegelgefalle 263
**Pociągu** długość (*kol.*), длина поѣзда, Zuglänge . . . . . 427, *p. n.* 230
— obsługa, поѣздная служба, Zugdienst 427
— opory (*kol.*), сопротивленіе поѣзда, Zugwiderstand. . . . . 232 i n.
— prędkość (*kol.*), скорость поѣзда, Zuggeschwindigkeit 427, 272, 376, *p. a.* 272, *p. n.* 230, *p. r.* 216; (*el.*) 906
**Pociegiel** (*kol.*), тяговой стержень, сквозная упряжная тяга, Zugstange . 363
Pociegla hak (*kol.*), упряжной (тяговой) крюкъ, Zughaken . . . . . 365
— złączka (*kol.*), муфта тяговаго стержня. Verbindungsmuffe . . . . 364
**Podbelcze** (*bud.*), мауерлатъ, Mauerlatte 193
**Podbijka** (matryca), матрица, Matrice 653

**Podchwyt** (kaps) wyciągu, задержка, остановъ, Aufsetzvorrichtung (Caps) 750, 752, 755
*Podciąg p. Siestrzan.*
**Podcisk** (lewarek), Nietwinde, Vorhalt 447
**Poddroże** (*kol.*), земляное полотно, Unterbau, Bahnkörper . . . . 555 i n.
*Podest p. Zaurat.*
**Podgrzewacz** (wody), подогрѣватель, Vorwärmer . . . . 954, 1044 i n.
**Podgrzewnia** (*ogr.*), Vorwärmeraum . 583
Podgrzewnica (*ogr.*), Vorwärm-Kalorifer 583
**Podkład** kolejowy drewniany, желѣзнодорожная шпала, Eisenbahnschwelle *p. n.* 112, *p. r.* 208, 213, 287
— — podłużny, дорожной лежень, Langsschwelle . . . . . 281, 298, 763
— — poprzeczny, поперечина, Querschwelle . . . . 281 i n., 311, 763
— — żelazny, стальные шпалы, eiserne Eisenbahnschwellen 288 i n., *p. n.* 49
**Podkładka**, подкладная шайба, п. плита, опорная плита, Unterlagscheibe, Auflagerplatte, Unterlagplatte 429, 20. 385, 285
Podkładki kolejowe żelazne, подкладки, Unterlagplatte, Hackenplatte 285, *p. n.* 50; *p. r.* 60
**Podkolina** (*sil. wod.*) (dno okoliny), кривое ложе колеса, Kropf . . 760, 809
**Podlewa** zwierciadłowa, зеркальная амальгама, Spiegelamalgam . . . . . 78
**Podłaz** (*kol.*), кочегарная яма, Reinigungsgrube, Löschgrube 344 i n., 435
**Podłęcze** (sklepienia) (*bud.*), арка свода, Gurtbogen . . . . . 166 i n.
**Podłoga**, полъ, Fussboden . . . . 195
**Podłużnica** (*most.*), продольная балка, Längsträger. . . . . 648, 703 i n.
**Podniebienie** sklepienia (*st. bud.*), Gewölbeleibung . . . . . 733
**Podnios** (wysokość podnoszenia), подъемъ, Förderhöhe, Hubhöhe 670, 759, 763, 1117, 502
**Podnormalna** (*mat.*), поднормаль, Subnormale . . . . . 97
**Podnośnica**, черпательная машина, Schöpfwerk. . . . . 759
— kubełkowa, норія, Eimerwerk . . 759
— paciorkowa, цѣпной насосъ, четки, Kettenpumpe . . . . . 759
— śrubowa, водяной винтъ (Архимедовъ винтъ), Wasserschnecke . . . . 759
**Podnośnik** kubełkowy, элеваторъ, Becher-Elevator . . . . . 758
**Podokniea** (*bud.*), подоконникъ, Fensterbrett . . . . . 197 i n.
**Podparcia** wody dalekość (*wod.*), пространство подпора, Stauweite. . 259
**Podpiętek** masztu (*okr.*) . . . . . 499
**Podpór** (wysokość podparcia wody) (*wod.*), подпоръ (высота подпертаго горизонта воды), Stauhöhe. 259, 833, 265
**Podrzutu** wysokość, высота подъема, Steighöhe . . . . 148, 659 do 661
**Podstopie** (*bud.*), проступь, Auftritt, Auftrittstufe . . . . . 190
**Podstopnica** (*bud.*), долевой прогонъ, Sparrenschwelle . . . . . 170
**Podstrzesze** (*bud.*), Drempel . . . 171
**Podstyczna** (*mat.*), подкасательная, Subtangente . . . . . 97
**Podsuw** (noża lub przedmiotu). (*obr.*), подача, Vorschub . . . 654, 657, 667
**Podsyp(ka)** z piasku (*bud., most.*), насыпка песка, Sandschüttung 152, 766
**Podtłocze** (*obr.*), штампа, Ambos 664, 665
**Podtłoczka** (*obr.*), матрица, Matrize 663
**Podtorze** (*kol.*), балластъ (верхній), Bettung 299, 255, 763, *p. r.* 208, 213
**Poduszka** (*bud., most.*), подушка, Auflagerplatte . . . . . 176, 679, 776
— przegibna (*bud., most.*), качающаяся опора, Kipplager. . . . . 177, 778
**Podwęzłe** (*bud.*), планка, Knotenblech, Anschlussplatte . . . . . 176
**Podwiew**, давленіе вѣтра снизу, Unterwind . . . . . 184
*Podziałka kół zębatych p. Koła zębate.*
*Podziałka* (*skala, masztab*) *p. Wymiarka.*
**Pogroda** (*okr.*), Bunker, Tank . . . 473
**Poisson'a** równania, уравненія Пуассона, Poissonsche Gleichungen . . 291
**Pojemnik** (*el.*), конденсаторъ, Kondensator . . . . . 792
**Pojemność**, вмѣстимость, емкость, Rauminhalt, Inhalt . . 758 i in., 479 i in.
— elektryczna, электроемкость, electrische Kapicität, el. Aufnahmefähigkeit 782, 792, 805, 884
**Pokład** z betonu (*bud.*), насыпка бетона, Betonschüttung . . . . . 152
— — na palach (*bud.*), ежвя на сваяхъ съ бетономъ, Beton-Pfahlrost 155
— okrętu (*okr.*), палуба, декъ, Deck 458
**Pokładnica** (*okr.*), палубный бимсъ, Deckbalken . . . . . 458
**Pokost** lniany, льняное вареное масло, Leinölfirniss . . . . . 68
**Pokręcarka**, Drehmaschine . . . . 526
**Pokrętło**, ручной маховикъ, Handrad 321, 525
*Pokrycia dachów p. Krycba dachów.*
**Pokrywka**, глухой фланецъ, Blindflansch 602, 927
**Polaryzacya** (*el.*), поляризація, Polarisation. . . . . 792
**Pole** magnetyczne (*el*), магнитное поле, magnetisches Feld . . . . 784, 794
— — przemienne (*el.*), перемѣнное маг. поле, Wechselfeld . . . . . 851
— — wirujące (*el.*), вращающееся маг. поле, Drehfeld . . . . . 851
— momentów przekształcone, измѣненная площадь моментовъ, verzerrte Momentenfläche . . . . . 360

Liczby **tłuste** dotyczą stron **tomu II.**

**Pole naprężeń**, діаграмма напряженій, Spannungsfläche . . . . . 357
— powierzchni figur płaskich, площадь плоскихъ фигуръ, Flächeninhalt ebener Gebilde . . . . . 130 do 133
— przekroju (*kol*), площадь поперечныхъ профилей, Querprofilinhalt. **246**
— wpływowe (*most.*), площадь вліянія, Influenzfläche, Einflussfläche . . **691**
— wytrzymałości, діаграмма сопротивленія матеріала, Widerstandsfläche 358, 401

**Pól zasada**, законъ площадей, Princip der Flächen . . . . . 207
— zawartości (*mier.*), измѣреніе площадей, Flächenermittlung **246**, *p. n.* **148**, *p. r.* **148**

**Polepa** (*bud.*), смазка потолка, Windelboden. . . . . **193**

**Politropiczna** krzywa, политропическая кривая, polytropische Kurve . . 289
— wartość, (*siln. spal.*), политропическія величины, polytropische Werthe 1092

**Polonceau'a** wiązary dachowe, крыша Полонсо, ферма П., Polonceau-Binder **172**, **704** i n.

**Pomiary** elektryczne, измѣреніе электрическихъ величинъ, electrische Messungen . . . . . **798** i n.
— poziome (*mier.*), съемка плановъ, Landesvermessung . . . . **140** i n.
— wysokości (*mier.*), измѣреніе высотъ, Höhenmessung . . . . . **144**

**Pomost** mostu, Fahrbahn **763** i n., **757**
— okrętu, Oberdeck, Komandobrücke **458**
— zasypowy (*kuź.*), платформа колошника, п. для подачи матеріала, Gichtplattform . . . . . **541**, **562**

**Pompa**, насосъ, Pumpe 616, 760 i n., 646, *kol.* **342**, *p. kol. r.* **211**
— bliźniacza, сдвоенный насосъ, Zwillingspumpe . . . . . 770, 665
— chłodząca, циркуляціонный насосъ, Cirkulationspumpe, Umlaufpumpe . **524**
— nurnikowa zdwojona, сдвоенный насосъ съ ныряломъ, Doppelplungerpumpe. . . . . 773
— odnurna, насосъ для откачки воды на судахъ, Lenzpumpe . . **525**, 762
— odśrodkowa, центробѣжный насосъ, Kreiselpumpe, Centrifugalpumpe 763, T. 766
— podnosząca, подымающій насосъ, Hubpumpe . . . . . 774
— pogłębiarska, шахтовый насосъ, Abteufpumpe . . . . . 775
— powietrzna (próżniana), воздушный насосъ, Luftpumpe . . 935 i n., **524**
— różnicowa, дифференціальный насосъ, Differentialpumpe . . . . . 773
— tłocząca, нагнетательный насосъ, Druckpumpe . . . . 721, 776. 773

Pompa tłokowa, поршневой насосъ, Kolbenpumpe . . . . . 766 do 774
— zasilająca, питательный насосъ, Speisepumpe **525**, *p. a.* 1063, *p. n.* 1055, *p. r.* 1050

**Pompownia**, насосная станція, водоподъемное зданіе, Pumpstation **339** i n.,
**Popiołek**. зола, Flugasche . . 961, 958
**Poprzecznica** (*most., kol.*), поперечина, поперечная балка, Querträger **648**, **764** i n., **414**

**Poręczownik**, поручневое желѣзо, Handleisten (Handläufer)-Eisen . . T. **33**
**Porfir**. порфиръ, Porphyr . . **79**, **9**, **334**
**Porowiec**, Kunsttuffstein . . . . . **594**
**Posada**, фундаментъ, Fundament 682, 961, 922
Posadowienie budowli (fundamentowanie), основаніе строеній, Gründung von Bauwerken . . . . . **149** i n., **760**
**Posadzka**, мостовая, полъ, Fussboden **196**, **85**, **435**

**Poskok** uzwojenia (*el.*), шагъ обмотки, Wicklungsschritt. . . . . **812**
**Poszycie** statku (*okr.*), обшивка судна. Aussenhaut des Schiffes . . . . **458**
*Pośredek (śle) p. Przelotnia.*
**Pośrednica**, вспомогательный цилиндръ, Druckübersetzer . . . 666, 664. 732
**Potencyał** (*mat.*), потенціалъ (силовая функція), Potential (Kräftefunktion) 200

**Potęga**, степень, Potenz (*mat.*) 43, T. 1 do 21
**Pothenot'a** zadanie. . . . . **143**
**Powała** (*bud.*), смазка потолка, gestrecker Windelboden. . . . . **193**
**Powierzchnia** bryły (*mat.*), поверхность тѣла, Oberfläche des Körpers 133 do 139
— krzywa (*mat.*), кривая поверхность, krumme Fläche . . . . . 126
— obrotowa (*mat.*), поверхность вращенія, Umdrehungsfläche. . . . . 138
— ogrzewana kotła parowego. поверхность нагрѣва пар. котла, Heizfläche des Dampfkessels 953, 956, **878**, **527**
— ośrodkowa (*mat.*), поверхность имѣющая центръ, Mittelpunktfläche . 128
Powierzchni parowania wydajność, производительность испаряющей поверхности, Dampferzeugung des Wasserspiegels . . . . . 965
**Powierzchnik**, планиметръ, Planimeter **139**, **250**
**Powietrze**. воздухъ, Luft **277**; 279 do 282; 317; **619**; 295, **547**; 300; **578** i n., **614**
— czadujące, первый воздухъ, primäre Luft . . . . . **917**
— dopalające, второй воздухъ, secundäre Luft . . . . . **917**
Powietrza prędkość. скорость истеченія воздуха, Austrittgeschwindigkeit der Luft . . . . . 295, **547**

**Powietrznik** ssawny, всасывающій воздушный колпакъ, Saugwindkessel 767, 771
— tłoczny, напорный воздушный колпакъ, Druckwindkessel . . 769, 771
**Powłoka** (*tw.*), покрытіе, Ueberzug 67 i n.
**Powtórzenia** (*mat.*), повтореніе, Widerholung . . . . . 47
**Poziomnica** okrągła (*mier.*), круглый уровень, Dosenlibelle 127 i n., 135
— podłużna, трубчатый уровень, Röhrenlibelle . . . . . 126 i n., 135
**Poziomnik** (*mier.*), нивеллиръ, ватерпасъ, Niveau, Waage, Nivellirinstrument . . . . . , 134 i n.
— wodny, водяной ватерпасъ, Kanalwaage. . . . . 134
**Poziomowanie** (*mier.*), нивеллировка, Nivellieren . . 136 i n., 145, 241 i n.
— barometrem, барометрическія измѣренія высотъ, barometrische Höhenmessungen . . . . . 242
**Półczadownica** (*gaz.*), печь съ насыпной топкой, Ofen mit Schütrost . 917
**Półjazek** (w kanale spalinowym) (*kł.*), перегородка дымохода, Kulisse im Feuerzuge . . . . . 958, 1035
**Półkole** zwierciadełkowe (*mier.*), Reflexionskreis . . . . . 133
**Półpalik** (*bud.*), полусвая, Halbholzpfahl 151
**Półperspektywa** (aksonometrya), аксонометрическая проекція, Axonometrie, Parallelperspective . . . . 139
**Półprostka** kołnierzowa, прямая фасонная труба съ однимъ фланцемъ, F-Stück . . . . . 583
**Półwozak** (*kol.*), поворотная тележка, Drehgestell . . . . . 418, 405
**Półwręg** okrętu, Wrange . . . . . 458
**Prac** technicznych wynagrodzenie . . 965 (inne języki: *p. Wynagrodzenie i t. d.*).
**Praca**, работа, Arbeit . . . . 193, 1126
— elektryczna, электрическая работа, elektrische Arbeit . . . . 782, 791
— przemagnetyzowywania (*el.*), работа перемагничиванія, Ummagnetisierungsarbeit. . . . . 786
— przysposobiona (*mech.*), возможная работа, virtuelle Arbeit . . . . 170
— rozpędu (energia kinetyczna), живая сила (кинетическая энергія), lebendige Kraft (kinetische Energie) . 195
— tarcia, работа тренія, Reibungsarbeit 221, 490, 1144
— — napędu korbowego, работа тренія въ шатунномъ механизмѣ, Reibungsarbeit des Kurbeltriebes . . . . 557
— użyteczna (*sił.*), получаемая работа, nutzbare Arbeit . . . . . 1128
**Prawdopodobieństwa** rachunek, теорія вѣроятностей, Wahrscheinlichkeitsrechnung . . . . . 87
**Prażak** dmuchowy (*kuź.*), обжигательная печь съ дутьемъ, Gebläse-Gasröstofen 528
— lejowaty, воронкообразная обж. печь, Trichter-Röstofen . . . . . 528
— szybowy, шахтная печь, Schachtröstofen . . . . . 538
Prażenie rud, обжиганіе рудъ, Rösten der Erze. . . . . 538
**Prąd** elektryczny, электрическій токъ, elektrischer Strom . . 787, 796, 802
— *ciągły, stały* (*el.*) *p. Sprąd.*
— *dwufazowy* (*el.*) *p. Dwuprąd.*
— *przemienny* (*el.*) *p. Rozprąd.*
— *trzyfazowy* (*el.*) *p. Trójprąd.*
— wałęsający się (*kol., el.*), блуждающій токъ, vagabondierender Strom. . 908
— wichrzący (*el.*), круговой токъ, Wirbelstrom. . . . . 819, 826 i in.
— *wielofazowy p. Wieloprąd.*
— (*zmienny*) *przemienny p. Rozprąd.*
Prądu kojarzenie dośrodkowe (*el.*), звездообразное включеніе проводовъ, Sternschaltung . . . . . 840
— — poobwodowe (*el.*), включеніе проводовъ, Netzschaltung. . . . . 841
— odbyt (*el.*), расходъ тока, Stromentnahme, Stromabgabe . 882, 886, 905
— wielkość (*el.*), сила тока, Stromstärke 782, 800, 805
— wybór (*el.*), выборъ рода тока, Wahl des el. Stromes . . . . . 877
— zdawanie (*koleje el.*), отведеніе тока, Stromentnahme, Stromabgabe . . 907
**Prądnica** (*el.*), динамомашина, Dynamomaschine. . . . . 807 i n., 619
**Prądnik** (*el.*), электродвигатель, Elektromotor. . . . . 649, 807 i n., 677
— a twornik, якорь электр., Anker des Motors . . . . . 812 i n., 692
— *a nastawianie p. Nastawnica.*
**Prędkość** (*mech.*), скорость, Geschwindigkeit . . . . . 143
— jazdy tramwaju, скорость конки, Fahrgeschwindigkeit d. Strassenbahn 906
— kątowa (*mech.*), угловая скорость, Winkelgeschwindigkeit 150, T. 151
— *kolei p. Pociągu kol. prędkość.*
— obwodowa największa kół żeliwnych (*cz. m.*), наибольшая скорость по окружности колеса, höchste Umfangsgeschwindigkeit der Gussräder 621
— pary wodnej, скорость движенія пара, Dampfgeschwindigkeit 296 i n., 949, 301 i n., 519, 940
— polowa (*mech.*), плоскостная скорость, Flächengeschwindigkeit. . 201
— skrawania (*obr.*), скорость срѣзыванія, Schnittgeschwindigkeit 654 do 659
— tłoka silnika par., скорость поршня пар. маш., Kolbengeschwindigkeit der Dampfmaschine . . . . T. 852, 515
— wody, скорость воды, Wassergeschwindigkeit T. 247 do 251, 257, 273

Prędkość wypływu cieczy, скорость истеченія. Ausflussgeschwindigkeit . 240
— wzajemna (*mech.*), перемѣнная скорость, Wechselgeschwindigkeit . 158
**Pręt** (miara), Ruthe . . . . **948** i n.
— **y dźwigarów** (*most*)), Glied, Stab **648** i in.
**Prężność** pożytkowa (do zużycia) (*silniki par.*), полезное давленіе пара. Nutzspannung . . . . . 848 i n., 1074
— pracy jałowej (*siln. par.*), давленіе для хода машины порожнемъ, Leergangswiderstandsspannung 848. T. 859
— właściwa (*mech.*), удѣльное давленіе, specifische Spannung 276. 325, 1125
— wskazana (*siln. par.*), индикаторное давленіе, indicirte Spannung 848, 872, 856 i n., **513**. 793
— — zastępcza (*siln par.*), отнесенное давленіе, reducirte Spannung 867. 872
**Procenty** składane, сложные проценты, Zinseszinsrechnung . . . . . 56
*Profil p. Bródza, Obrysie, Obrysy.*
**Profile** normalne kształtowników, нормальныя профили прокатного желѣза, Normalprofil . . . . . **26** do **37**
**Promień** hydrauliczny (*wod.*), гидравлическій радіусъ, hydraulischer Radius 247, 254
— rdzenia (*wytrz.*), радіусъ ядра, Kernweite, Kernradius . . . . . 404
**Promieniowanie** ciepła, лученспусканіе теплоты, Wärmestrahlung . **623**, 326
**Prony'ego** hamownica (wędzidło), нажимъ Прони, Pronyscher Zaum . 801
*Propeler p. Pędnik.*
**Prostka** (rura prosta, króciec prosty), прямая труба, gerades Rohr . . 583
**Prostowód** (*cz. m.*), коромысло, Geradführung, Lenker . . . . 569 do 576
**Prowadnica** (*cz. m.*), направляющая полоса, Führung . . . 569, 741, 918
— krzyżulcowa, направляющая для крестовины, Kreuzkopfführung . 920, 928
— rozjazdowa (*kol.*), рамный рельсъ, контръ-рельсъ, Zwangschiene, Radlenker. . . . . **310**
**Prowadnik** (*cz. m.*), ползунъ, Führungsstück, Gleitstück . . . . . 569
**Próbka** (przy odbiorze żelaza, stali itp.), образецъ для испытанія, Probierstab normy wyreburskie **63** i n., przepisy hutników niemieckich **47** i n., przepisy ministeryum ros. **57** i n.
**Próżnia**. вакуумъ, Vakuum . . . . 1069
*Pryzmat do kątów p. Dajkąt pryzmatowy.*
**Pryzmoid** (*mat.*), призмоидъ, Prismoid 137
**Przebieg** kołowy (*mech.*), круговой процессъ, Kreisprocess . 1127, 326, 1086
**Przebijarka** (*obr.*), дыропробивной станокъ, Lochmaschine . . . 490, 653
Przebijnik (stempel), пробивающій штемпель, Stempel . . . . . 653
**Przechwyt** (*bud.*), якорь, Dübel . . **157**
**Przechylarka**, лебедка для опрокидыванія, Kippwindwerk . . . 725, **561**
**Przechył** statku (*okr.*), Krangung des Schiffes . . . . . **470**
**Przecinak**, кузнечное зубило, Schrottmeissel, Kaltmeisel . . . . . **47**
**Przecinarka**, ножницы, Schere . . 653
**Przeciwiuk**, Gegenkurve . . . . . **334**
*Przeciwpożarny mur p. Grodziżar.*
**Przeciwprężność**, противодавленіе. Gegendruck. . . . . 869
*Przeciwwaga p. Odciążek.*
**Przeciwwzbudzenie** twornika (*el.*), обратное дѣйствіе якоря, Anker-Rückwirkung . . . . . 824, **852**
**Przeddrąże** cylindra, Absatz des Cylinders . . . . . **920**
**Przeddziobel** (*okr.*), клифоксель, кливерсель, Klüvfocksegel, Klüversegel **499** i n.
**Przedstopek** (*bud.*), подступенокъ, Futterstufe . . . . . **190**
**Przegłęb** statku (*okr.*), триммъ, погруженіе судна, Trimm . **459**, 476 i n.
**Przegródka** międzyłopatkowa (turbin, kół wodnych i t. p.), пространство между двумя лопатками, ковшъ, Schaufelraum, Zelle . . . . . 759, 806
**Przegrzewacz** pary, перегрѣватель пара, Dampfüberhitzer 954, 1046 i n., **408**
**Przegub** (*cz. m., most.*), шарниръ, Gelenk . . . . 501, 530, 708 i in.
— gałkowy, Kugelgelenk . . . . . **928**
**Przejazd** kolejowy, переѣздъ, Wegeübergang *p. n.* **267**; *p. r.* 208. 215. 266; **330**
**Przejma** (*bud.*), Wechselbalken, Balkenwechsel . . . . . **171**, 194
**Przekątnica** (*kol.*), діагональный брусъ, Diagonale . . . . . **414**
**Przekątnik** (*st. b.*), раскосъ, Strebe, Schräge . . . . . **689** i n., 706, 721
*Przekładnia p. Przełożenie.*
**Przekrój** niebezpieczny (p. rozłamujący się) (*wytrz.*), опасное сѣченіе, сѣченіе излома, gefährlicher Querschnitt (Bruchquerschnitt) . 354, 373 do 379
**Przelew** wody, водосливъ, Wasserüberfall . . . . . 242, 244, 263
Przelewka żużla (wielkopiecowa), фурма для шлаковъ, Schlackenform . . **542**
**Przelewnica** kubełkowa, наливное колесо (водоподъемное колесо), Pumpenrad . . . . . 759
— łopatkowa, водобойное колесо, Wurfrad. . . . . 760
— przedziałkowa, лопастное водоподъемное колесо, Schöpfrad. . . . 760
— ślimakowa, червячный насосъ, Schneckenpumpe . . . . . 759
**Przelot** rzutu (*mech.*), дальность полета, Wurfweite . . . . . 199

Przelot strumienia wodnego. дальность боя водяной струи, Wurfweite des Wasserstrahles . . . . . 268
**Przelotnia** (Receiver) (źle pośredek), промежуточный резервуаръ, ресиверъ, Aufnehmer (Receiver) 793, 850 i n., 925 i n.
**Przelotność** (lep. przepuścistość) kolei, пропускная способность. . . . **205**
**Przeładownia**, перегрузная платформа, Umladeschuppen . . . . . **337**
**Przełącznik** (przewodu wodnego), Umschaltevorrichtung . . . . . **921**
**Przełącze** (*kol., el.*), Gleisverbindung
— rozjazdowe (*kol.*), соединеніе стрѣлками двухъ параллельныхъ путей, Weichenverbindung zwischen Parallelgleisen . . . . . **305, 314**
**Przełącznik** (*el.*), коммутаторъ, Umschalter . . . . . **861**
**Przełęcze** (międzycylindrowe), часть соединяющая цилиндры тандемъ, Verbindungsstück an Tandemmaschine 923 925
**Przełożenie** (stosunek w przekładni) (*ce. m.*), передаточное число, Uebersetzungsverhältniss 450, 459, 462, 676, 472, 672, 476, 488
**Przemiana** (*el.*), перемѣна, Wechsel **833**
Przemiany (permutacye) (*mat.*), перестановка, Permutation. . . . . 47
**Przemianka** (*el.*), перемѣна, Wechsel **833**
**Przenikalność** powietrza (*ogr.*), пропускаемость воздуха, Luftdurchlässigkeit . . . . . **579**
Przenikanie ciepła, передача теплоты, Wärmedurchgang. . **589** i n., **618** i n.
**Przenośnik** drgawkowy, корытчатый транспортеръ, Förderrinne. . . **757**
— taśmowy, ленточный транспортеръ, Fördergurt (Traineur) . . . . . 755
— ślimakowy (ślimak), винтовый транспортеръ, Förderschnecke. . . . 755
**Przepisy** o dźwigach, правила для подъемниковъ, Vorschriften über Aufzüge 734 i n.
— o kotłach parowych, правила о паровыхъ котлахъ, Dampfkessel-Gesetze *p. a.* 1062, *p. n.* 1054, *p. r.* 1049
— o rurach miedzianych, тех. условія для мѣдныхъ трубъ, Vorschriften über Kupferrohren . . *p. n.* 592, *p. r.* 592
— o naprężeniach tworzyw, предписанія о напряженіи матеріаловъ, Vorschriften betref. Materialspannungen *p. a.* 341; **635**, *p. n.* 338; **648**, *p. r.* 340; **655**
**Przepływ** (cieczy), протокъ жидкости, Durchfluss . . . . . 239
**Przepona**, Membrane (Trennfläche) 931 i n., **610**
**Przepust** (szluza) (*wod.*), шлюзъ, Schleuse 259, 266
— kolejowy, бюза, Durchlass . *p. r.* **207**
Przepustnica, дроссельный клапанъ, Drosselklappe. . . . 646, 253, 1132, **739**
— parowozu, регуляторъ, Absperrschieber, Regler. . . . . **391**
**Przerządnia** (*kol.*), сортировочная станція, Verschiebebahnhof, Rangierbahnhof. . . . . **349**
**Przerządnik** (*el.*), коммутаторъ, распредѣлитель, Stromwender, Stromabgeber, Kommutator . . . . . **827, 853**
**Przesiąkanie** wody przez grunt, просачиваніе воды черезъ грунтъ, Durchsickerung . . . . . 266
**Przestawiak**, Umstellvorrichtung . . **309**
**Przestron** (wielk. pieca, gruszki), расширъ (дом. печи. груши), Kohlensack d. Hochofens, Bauchweite d. Birne **541**, **542**, **560**
**Przestrzeń** szkodliwa (lep. niedosuwnia) (*sil.*), вредное пространство, schädlicher Raum . . . . . 849. 870.
**Przesunięcia** (ruchy) przysposobione, (*mech.*), возможное перемѣщеніе, virtuelle Verrückung (Bewegung) . 169
**Przesuwacz** (przesuwnik) pasa, вилка для передвиженія ремня, Riemenausrücker . . . . . 480, 677, 721
**Przesuwek** jarzma, камень въ кулисѣ, Gleitstück der Kulisse, Kulissenstein 909, 916
**Przesuwnica** (*kol.*), передвижная тележка, Eisenbahnschiebebühne **326** i n., 226, 488
— bezdołowa, тележка безъ канала, Schiebebühne ohne Laufgrube . . **327**
**Przesuwnik** tokarki, суппортъ токарнаго станка, Support der Drehbank 655
— zwrotnicy (*kol.*), Lenkstange **302, 309**
**Przesył** pracy elektryczny, эл. передача силы на разстояніе, electrische Kraftübertragung . . . . **851, 877, 880**
**Przesysak** (lewar), сифонъ, Saugheber 761
**Prześwit** (rury, mostu i t. p.), діаметръ, пролетъ, lichte Weite
**Przetapiak** (*kuź.*), плавильная печь, Umschmelzofen . . . . . **559**
**Przetapianie** surówki, переплавка деменнаго чугуна, Umschmelzen d. Roheisens . . . . . **554**
**Przetłoczka** parowa (montejus), монтежю, Dampfdruckwasserheber . . 761
**Przetłocznica**, приборъ для подъема жидкости давленіемъ, Flüssigkeits-Druckhebevorrichtung 650, 761 do 779
**Przetop**, плавка, das Einschmelzen . **556**
**Przetryskacz** parowy, эжекторъ, Ejektor . . . . . 762
**Przetwornica** (*el.*), трансформаторъ постояннаго тока, Umformer. . . **854**
— niedochłonna, Sparschaltungsumformer **854**
**Przetwornik** garnkowaty (*el.*), трансформаторъ перемѣннаго тока, Manteltransformator . . . . . **855**

Liczby **tłuste** dotyczą stron **tomu II.**

Przetwornik jarzmowaty, Kerntransformator 855
**Przetyk** (*bud.*), клинъ, Ankersplint . 193
**Przewał** (jaz zatopiony), подпруда, Grundwehr . . . . . 264
— w kotle, порогъ, Feuerbrücke 955 i n.
**Przewietrzak** (*gaz.*), экгаусторъ, Exhaustor . . . . . 921
**Przewietrzanie**, вентиляція, Lüftung 572 do 588, 483
— pobudzane, искусственная вентиляція, künstliche Lüftung . . . . 579
— samoistne, естественная вентиляція, natürliche Lüftung . . . . . 577
**Przewietrze** (*sił. spal.*), Spülluft 1078 i n.
**Przewietrznik**, вентиляторъ, Ventilator 781 i n., 584
— elektryczny, электрическій вентиляторъ, elektricher Ventilator . . T. 788
— kopalniany, рудничный вентиляторъ, Bergwerksventilator . . . 783, T. 788
— *odśrodkowy* p. *Wietrzak.*
— śrubowaty, винтовой вентиляторъ, Schraubengebläse . . . 788, T. 790
*Przewiewie* (*szczeliny między rusztowinami*) p. *Ruszt przewiewie.*
**Przewięź** (*okr.*), штага, Stag 499 i n.
**Przewięziel** (*okr.*), штаксель форштенги, штакфоксель, Vorstängestagsegel, Stagfocksegel . . . . . 499 i n.
**Przewodniaki**, части машинъ для протока жидкостей, Maschinentheile zur Aufnahme und Fortleitung von Flüssigkeiten . . . . . 576 do 614
**Przewodnictwo** ciepła, теплопроводимость, Wärmeleitung . . . . . 619
**Przewód** dmuchowy (*kuź.*), воздухопроводъ, Windleitung . . . . . 549
— dosyłowy (*el.*), питающій проводникъ, Speiseleitung . . . . . 881
— elektryczny, электрическій проводъ, эл. проводникъ, elektrische Leitung 788, 113, 912*a*
— u — go przekrój (*el.*), сѣченіе эл. провода, Leitungsquerschnitt . 881
Przewód gazowy, газопроводъ. Gasleitung 926, 924 i n., 578, 1123
— kanalizacyjny, канализаціонный трубопроводъ, Kanalisationsrohrleitung 580
— napowietrzny (*el.*), воздушный пров., Freileitung, Oberleitung . . 891, 907
— obojętny (*el.*), нулевой проводникъ, Nulleiter, Ausgleichsleiter . 840, 864
— odziany (*el.*), изолированный проводникъ, isolierter Leiter . . . 879
— ogrzewczy (*ogr.*), трубопроводъ для отопленія, Heizungsrohrleitung 600 i n., 587 i n.
— na oświetlenie (*el.*), проводникъ для освѣщенія, Beleuchtungsleitung . 880
— parowy, паропроводъ. Dampfleitung 301 i n., 600 i n., 578 i n., 392, 530
— — z miedzi, паропроводъ изъ красной мѣди, Kupferne Dampfleitung 592
Przewód parowy odlotowy, пароотводный трубопроводъ, Dampfableitung 927. 940, 519, 392
— podziemny (*el.*), подземный проводникъ, Unterleitung . . . . . 909
— powietrzny, (dmuchowy), воздухопроводъ, Luftleitung, Windleitung 300. 578, 1123
— powrotny (*kol., el.*), обратный проводникъ, Rückleitung . . . . . 908
— przeciekowy (*okr.*), трубопроводъ для откачки, Lenzleitung . . . . . 531
— rozsyłowy, распредѣлительный проводникъ, Verteilungsleitung . . 881
— rurowy, трубопроводъ, Rohrleitung 578 i n.
— u — go najoszczędniejszy prześwit, наивыгоднѣйшій діаметръ трубопровода, vorteilhafteste Rohrweite einer Rohrleitung . . . . . 578, 769
— — wydłużenia, удлиненіе трубопровода, Längenausdehnung einer Rohrleitung . . . . . 578, T. 599
Przewód skrajny (*el.*), крайній проводникъ, Aussenleiter . . . . . 840
— spustowy (*kł.*), спускной и продувной трубопроводъ, Ausblaseleitung 1042
— ssawny, всасывающій трубопроводъ, Saugleitung. . . . . 767, 774
— tłoczniany, трубопроводъ для пресса, Pressen-Wasserleitung. 578, 589, 590
— tłoczny, нагнетательный трубопроводъ, Druckleitung. . . . 721. 769
— wodny, водопроводъ, Wasserleitung 247 i n., 602, 578 i n., 1123, 721. 342, *p. kol. r.* 211
— wydychowy, трубопроводъ для отработавшихъ газовъ или пара, Auspuffleitung . . . . . 927, 1124
— zasilający (*kł.*), трубы для питанія, Speiseleitung 1041, *p. a.* 1063, *p. n.* 1055, 1062, *p. r.* 1050
— zdawny (*kol., el.*), проводникъ отводящій токъ, Fahrleitung. . . 905 i n.
— zlewowy, водосточный проводъ, Ausgussrohrleitung . . . . . 580
**Przewodnictwo** ciepła, теплопроводимость, Wärmeleitung . . . . . 326
**Przewojowy** bęben, фрикціонный барабанъ, Reibungstrommel . . . . 678
**Przewora** (*bud.*), Lattierbaum . . . 200
**Przewozowa** zdolność kolei . . *p. r.* 205
**Przeziernik** (*mier.*), діоптеръ, Diopter 131
**Przęsło** (*most.*) . . . . . 758
**Przodowanie** korby korbie, кривошипъ опережаетъ другой кривошипъ, Voreilen der Kurbel . . . . . 865, 876
Przodowania mimośrodu kąt, уголъ предваренія эксцентрика, Voreilwinkel des Excenters. . . . . 884

**Przyciąg** posadowy, фундаментный болтъ, Fundamentanker (Schraube), Grundanker . . . . . 436, 682, 929
**Przyciągarka** (słupowa), кабестанъ, Spill, Gangspill . . . . . 716, 486
**Przycios** (*bud.*, *kol.*), продольный лежень, обвязочный брусъ, Schwelle, Rahmenholz . . . . . 167, 420
**Przyczółek** mostu, Landpfeiler. . . 760
**Przylga**, заплечикъ, поверхность прилеганія, Türanschlag, Arbeitsleiste, Anschlussfläche 582, 920, 276 i t. p.
**Przyłap** (*bud.*), подъѣздъ, Vorfahrt. 173
**Przyłącze** (*el.*), контактъ, Anschluss 881
— (odnoga przyłączna rury), патрубокъ, Ansatzstutzen . . . . . 771
**Przypora** (*bud.*), контрфорсъ, Stützpfeiler. . . . . 159, 179
**Przyrząd** do mierzenia kątów (*mier.*), угломѣрный приборъ, Winkelmessgerät . . . . . 124
**Przysłonięcie** zewnętrzne (stawidła), наружная перекрышка, aussere Deckung 884
**Przyspieszenie** (*mech.*), ускореніе, Beschleunigung . . . . . 143, 192
— dośrodkowe, центростремительное ускореніе, Centripetalbeschleunigung 149, 150, 198
— kątowe, угловое ускореніе, Winkelbeschleunigung . . . . . 150, 208
— polowe, плоскостное ускореніе, Flächenbeschleunigung. . . . . 201
— po stycznej, касательное ускореніе, Tangentialbeschleunigung 149, 150, 198
**Przystanek** kolejowy, остановочный пунктъ, Halbstation, Haltestelle 331, *p. r.* 206, 214; 905
**Przystawka** napędna suwnic, Triebwerk des Laufkranes . . . . . 696 i n.
— sufitowa, потолочный передаточный приводъ, Deckenvorgelege . 655 i n.
— zębata, зубчатая передача, Radervorgelege . . . . . 676, 949
**Przytłumiak** ruchu (gorzej tłumnik), жидкій катарактъ, Luftflüssigkeitskataraktdampfer . . . . . 630, 704
**Przywięź** (*okr.*), Trosse . . . . . 485
**Przywięziel**, Poller. . . . . 485
**Przyziom**, I-ый этажъ, Erdgeschoss 159
**Pucolana** (*tw.*), пуццоланъ, Puzzolanerde . . . . . 81, 90, 95
**Pudlingowanie**, пудлингованіе, Pudlingofenbetrieb . . . . . 558
**Pudło** wagonowe, вагонный кузовъ, Oberkasten . . . . . 420 i n.
*Pulsometr p. Tętnik.*
*Pumeks p. Gąbczak.*
**Punkt** martwy (jarzma, stawidła) (*b. m.*), нулевая точка, Nullpunkt 909, 850 i n.
— *martwy silnika p. Punkt zwrotu.*
**Punkt** niedobieżny (asymptotyczny) (*mat.*), асимптотическая точка, asymptotischer Punkt . . . . . 116
Punkt odosobniony (*mat.*), изолированная точка, isolierter Punkt . . . . 100
— podwójny (*mat.*), двойная точка, Doppelpunkt . . . . . 100
— rdzenny (*wytr.*), крайняя точка ядра сѣченія, Kernpunkt . . . . . 402
— skojarzony (*mech.*, *wytr.*), сопряженныя точки, zugeordnete Punkte 156. 403
— sprzężony (*mat.*), сопряженная точка, zugeordneter Punkt . . . . 100
— topnienia, температура плавленія, Schmelzpunkt . . . . . T. 319
— wrzenia, температура кипѣнія, Siedepunkt . . . . . T. 320
— zamarzania, температура замерзанія, Gefrierpunkt . . T. 318, 319, T. 722
— zaniku (*mat.*), безконечно удаленная точка, unendlich ferner Punkt 98
— zerowy (*mat.*), нулевая точка, Nullpunkt. . . . . 50
— zwrotny (*mat.*), точка перегиба, Wendepunkt . . . . . 99, 155, 361
— zwrotu silnika (pompy i t. p.), мертвая точка, Todpunkt. . . . . 554
**Pyrometr** (żaromierz), пирометръ, Pyrometer . . . . . 311, 313
*Pyrometryczna wartość paliwa p. Temperatura spalania.*

## R.

**Rabitz'a** ściany i stropy, Rabitzputz 90, 185, 195
*Radiatory p. Organki.*
*Rama* (*bud.*) *p. Nadcieś.*
*Rama* (*b. m.*, *kol.*) *p. Ostoja.*
**Ramsden'a** szkło oczne . . . . . 125
**Rankina** i Szwarz'a wzór (*wytr.*), формула Шварца-Ранкина, Schwarzsche Formel . . . . . 348
*Rapowanie* (*bud.*) *p. Obrzutka.*
**Rdza** (żelaza), ржавчина (ржавленіе желѣза), Rost (Eisenrost) . . . . 67
**Rdzeń** odlewniczy, сердечникъ, Kern 843. 522, 545
— przekroju (*wyt.*), ядро сѣченія, Kern des Querschnittes . . . . . 402
— twornikowy (*el.*), ядро якоря, Ankerkern . . . . . 818, 823
*Reakcya p. Odpór.*
*Regenerator p. Odzysknica ciepła.*
*Regulator odśrodkowy p. Miarkownik.*
**Reja** (przednia, wielka, wyżłowa i t. p.) (*okr.*), рея (фокрея, гротрея, марсрея), Raa (Fockraa, Grossraa, Marsraa) . . . . . 498 i n.
**Rejak** tylny (*okr.*), крюйсъ-мачта, Kreuzmast . . . . . 498 i n.
**Rejel** (*okr.*), рейный парусъ, Raasegel 498 i n.
**Rent** rachunek, исчисленіе рентъ, Rentenrechnung . . . . . 56
**Resor**, рессора, Tragfeder . . 406, 416

*Restarting-injektor p. Smoczek parowy samochwytny.*
*Retorta p. Wygaźnica.*
**Rhumkorf'a** przetwornik (cewka) (*el.*), бобина Румкорфа, Rhumkorf'scher Funkenapparat . . . . . 897
**Richmann'a** prawidło (*cpł.*), правило Рихманна, Richmannsche Regel . 318
**Rider'a** stawidło suwakowe (*sil.*), золотникъ Ридера, Rider Steuerung . 904
**Ritter'a** metoda obliczeń kratownic (*st. b.*) Rittersche Schnittmetode. . . . 684
**Robaczywość** (drzewa), червоточины, Wurmfrass . . . . . 108, 110
**Robnik** (silnica robocza), рабочая машина, Arbeitsmaschine . 649 do 800
**Rogatka** przejazdowa (*kol.*), барьера, Schranke . . . . . 269 i n.
— — rozwieralna (*kol.*), поворотная барьера съ вертикальной осью, Drehschranke. . . . . 269
— — zachylna (*kol.*), барьера съ горизонтальной осью, Schlagschranke 269
— — zasuwna (*kol.*), задвижная барьера, Schiebeschranke, Rollschranke 269
— — zapadowa, versenkte Schranke 270
*Rolszychta p. Cegła na rąb.*
**Rondelet'a** dane o sklepieniach . . 164
*Roof'a wietrzaki p. Wietrzaki o tłokach zębnikowatych.*
**Ropa** naftowa, нефть, Rohnaphta 536, 382
**Rose'go** metal, металлъ Розе, Rose'sches Metall . . . . . 78
*Rotgus p. Bronz i spiż.*
**Rowy** (*kol.*), выемки, Bahngräben 256 i n. *p. r.* 207
**Rozbieganie** się sprądnika (*el.*), Durchgehen des Gleichstrom-Elektromotors 831
**Rozbrzeżność**, ширина, Weite 882, 884
**Rozchód** pary (zużytej) na pracę w silnikach, полезный расходъ пара, Nutzbarer Dampfverbrauch 849, 851, T. 860 i n., 870, 1075
— — całkowity w silnikach, общій расходъ пара, gesammter Dampfverbrauch (Dampfm.) 849, 865 i n., 1072, 1075
— — turbin parowych, расходъ пара паровыхъ турбинъ, Dampfverbrauch der Dampfturbinen. . 946, 950, 1138
**Rozciąganie** mimośrodkowe (*wyt.*), внѣцентренное растяженіе, excentrischer Zug . . . . . 406
Rozciągnięcie jednostkowe, относительное удлиненіе, Dehnung . . 327 i n., 51
— sprężyste, упругое удлиненіе, elastische Ausdehnung (Federung) 329, 342
— trwałe, остающееся удлиненіе, Dehnungsrest . . . . . 329
**Rozczepka** (trójzłączka), T-Stück . . 927
— miedziana, тройникъ изъ красной мѣди, kupfernes T-Stück. . . T. 599
— podwójna, двойной тройникъ, AA, BB, CC-Stück. . . . . 583
— prosta, тройникъ, A- u. B-Stück. 583
Rozczepka skośna, тройникъ, C-Stück 583
**Rozczynnik** (*el.*), растворяющая жидкость, Lösungsflussigkeit. . . . 803
**Rozdział** pracy silnika parowego na cylindry, распредѣленіе работы паровой машины на цилиндры, Arbeitsvertheilung auf die Cylinder 863, 879
**Rozdzielnik** napięcia (*el.*), распредѣлитель напряженія, Spannungsteiler 861
**Rozerwanie** (*wyt.*), разрывъ, Bruch, Zerreisen . . . . . 329
**Rozgałęzienie** prądu, развѣтвленіе тока, Stromverzweigung . . . . . 788
**Rozgroda** (*bud.*), шпунтовая стѣнка, Spundwand. . . . . 151
**Rozjazd** kolejowy, стрѣлка, Weiche 302 i n., 353, *p. r.* 210
— — krzyżny (angielski), двухсторонняя крестовая стрѣлка, beiderseitige Kreuzungsweiche. . . . . 305, 315
— — niedokrzyżny, Weichenverschlingung . . . . . 305
— — w łuki, круговая стрѣлка, Bogenweiche . . . . . 304, 314
— — oddawczy, Trennungsweiche . 355
— — odłączny, Spaltungsweiche . . 355
— — podśpicowy, Spitzenweiche . . 333
— — podwójny, двойная стрѣлка, Doppelweiche . . . . . 304, 314
— — półkrzyżny (półangielski), односторонняя крестовая стрѣлка, einseitige Kreuzungsweiche . . 305, 315
— — przejemczy, Anschlussweiche . 355
— — przeskokowy, Kletterweiche . 310
— — zdwójczy, Teilungsweiche . . 356
— — złączny, Vereinigungsweiche . 355
— — zwykły, нормальная стрѣлка, Normalweiche. . . . 302, 311, 314 i in.
— u — go węzeł, узловая точка стрѣлки, Knotenpunkt der Weiche . . 303
**Rozjezdnia** (*kol.*), Weichenstrasse 300, 306
**Rozkruchowiec** (*tw.*), Trümmergestein 261
**Rozłączka** (*el.*), Trennstück . . . . 870
**Rozoblić** (wytworzyć kołnierz przez wywinięcie rury), отогнуть фланецъ на трубѣ, auskrempen, umbördeln 1025 i n.
**Rozpiętość**, пролетъ, Spannweite 372, 638 i t. p.
**Rozpora** (*bud.*), шпренгель, Spannriegel 192, 724
— przegubowa, Kniehebel . . . . 715
**Rozpornica** (*bud.*), шпренгельная балка, ш. система, Sprengewerk 171, 192, 724
**Rozpór** (łuku, sklepienia) (*st. b.*), распоръ, Horizontalschub 709, 737 i in.
**Rozprza** (*bud., okr.*), Spannbohle 191, 499 i n.
**Rozprąd** (prąd przemienny) (*el.*), перемѣнный токъ, Wechselstrom 787, 833
**Rozprądnica** naprzeciwnobiegunowa, динамо съ одноименными полюсами, Gleichpol-Dynamo . . . . 843, 847

**Rozprądnica naprzemiannobiegunowa**, динамо съ перемѣнными полюсами, Wechselpol-Dynamo. . . . **844, 847**
— **niskonapięta** (*el.*), динамо для тока низкаго напряженія, Niedrigspannungwechselstromdynamo. . . . **842**
— **wysokonapięta** (*el.*), динамо для тока высокаго напряженія, Hochspannungwechselstromdynamo. . . . **843**
**Rozprądnic przyłączanie** (*el.*), включеніе динамо, Schalten der Wechselstromdynamo . . . . . **872**
**Rozprężˊ**, мѣра экспансіи, Mass der Expansion . . . . . 781
**Rozprężający parę przyrząd**, паропастирительный приборъ, Expansionsapparat . . . . . 647
**Rozprężanie**, расширеніе, Expansion 887 i in.
— **a krzywa**, кривая расширенія, Expansionskurve 290, 868 i n., 1077 i n.
**Rozprężenie** (stosunek rozprężenia), степень расширенія, Expansionsgrad 848
— **zastępcze**, общая номинальная степень расширенія, gesammter nomineller Expansionsgrad . . 848. **513**
**Rozpromieniowanie ciepła**, лученспускание теплоты, Ausstrahlung der Wärme . . . . . 952
**Rozpryskiwacz**, разбрызгивающій приборъ, Strendüse . . . . . 941
**Rozprzel** (*okr.*) . . . . . **423**
**Rozpylacz**, пульверизаторъ, форсунка, Zerstauber . . . . . **382**
**Rozruszanie** (ruszanie z miejsca), пускание въ ходъ, Angehen, Anlassen, Inbetriebsetzung 703, 765, **397** i t. p.
**Rozrusznik** (*el.*), включатель, Anlassvorrichtung. . . . . **832, 852**
**Rozrząd** pary (*sil.*), парораспредѣленіе, Dampfvertheilung, Steuerung 881 do 920
— **jednosuwakowy** (zwykły) (*sil. par.*), распредѣленіе обыкновенными золотниками, einfache Schiebersteuerung 882 do 899
— **silników spalinowych**, распредѣленіе Steuerung . . . . . 1119
— **suwakami dwoistymi** (*sil. par.*), распредѣленіе двойными золотниками, Doppelschiebersteuerung . 900 do 908
— **suwakowy nawrotczy** (*sil. par.*), золотникъ хода взадъ и впередъ, Umsteuerung . . . . . 909 do 920
**Rozrządnica** (*el.*), распредѣлительная доска, Schalt-Tafel . . . . . **870**
**Rozstaw** (*kol.*), разстояніе, Abstand. **296**
**Rozstęp osi** (*kol.*), базисъ, Radstand **405, 410, 412, 419**
**Rozsuw fal** (*el.*), передвиженіе фазъ, Phasenverschiebung. . . . . **834**
**Rozszerzalnik** (*ogrz.*), расширительный сосудъ, Ausdehnungsgefäss . . . **604**
**Rozszerzalność pod wpływem ciepła**, расширеніе отъ теплоты, Ausdehnung durch Wärme . . . . . 314
**Roztłaczarka do rur**, трубораскатка, Rohrdichtvorrichtung . . . . . 1026
**Rozwiertak**, развертка, Reibahle . . 438
**Rozwijająca** (*mat.*), развертывающаяся (эвольвента), Evolvente . . . 99, **114**
**Rozwinięta** (rozwita, ewoluta), развертываемая (эволюта), Evolute . . 99
**Rozwora** (*bud., kol.*), поперечный брусъ, Riegel, Querriegel . . . . **168, 420**
**Rój** krzywych (*mat.*), система кривыхъ, Kurvenschar . . . . . 101
**Róg** rei (*okr.*), нокъ, Nock . . **499** i n.
**Równania** (*mat.*), уравненіе, Gleichung 49 i n., 83
— **stanu** (*mech.*), уравненія состоянія, Zustandsgleichung 1125 i n., 276 i n.
**Równia** (powierzchnia równych potencyałów), эквипотенціальная поверхность, Niveaufläche. . . . 200, 236
*Równia pochyła p. Płaszczyzna pochyła.*
**Równiaki** (części maszyn wyrównawcze), регуляторы движенія машины, regelnde Maschinenteile . . . . . 615
**Równoległica** (*mat.*), ферма съ параллельными поясами, Parallelträger **700, 641, 774**
**Równoległobok**, параллелограмъ, Parallelogramm . . . . . 173, 174
— **prędkości**, параллелограмъ скоростей, Parallelogramm der Geschwindigkeiten . . . . . 149
— **sił**, параллелограммъ силъ, Parallelogramm der Kräfte . . . . . 160
— **Watt'a**, параллелограммъ Уатта, Watt-Parallelogramm . . . . . 575
**Równoległościan**, параллелепипедъ, Parallelopipedon . . . . . 190
**Równowaga sił**, равновѣсіе силъ, Gleichgewicht der Kräfte . . . . . 167
— **trwała, chwiejna i obojętna**, устойчивое, неустойчивое и безразличное равновѣсіе, stabiles, labiles und indifferentes Gleichgewicht. . 168, 625
**Równoważnik chemiczny**, химическій эквивалентъ, chemisches Aequivalent **791**
**Różniczkowe równania**, дифференціальное уравненіе, Differentialgleichung 83
— **wzory**, формулы для дифференцированія, Differentialformeln . . . 69
**Różnoczynniki** (fakultety), факультетъ, Fakultät. . . . . 35, 44
**Rtęć**, ртуть, Quecksilber . **4, 11**, 315. 319. 320, **619**, 275
**Ruch ciała sztywnego** (*mech.*), движеніе твердаго тѣла, Bewegung eines starren Körpers . . . . . 207
— **cząstkowy**, элементарное перемѣщеніе, Elementarbewegung . . . . 150
— **geometryczny**, геометрическое движеніе, geometrische Bewegung . 143
— **krępowany**, несвободное движеніе, unfreie Bewegung . . . . . 202

Ruch ośrodkowy, центральное движение, Centralbewegung . . . . . 201
— płaski, движение въ плоскости, ebene Bewegung . . . . . 154
— trwoniony, мертвое движение, toter Gang . . . . . 916
*Ruch (kol.) p. Ozysk kolei.*
**Ruda** żelazna, желѣзная руда, Eisenerz 536 i n.
**Rugowanie** wykreślne niewiadomych, графическое исключение неизвѣстныхъ, zeichnerische Elimination. . . . 50
**Rur** koszta nłożenia, цѣна укладки трубъ, Verlegungskosten der Rohre . . 582
— probowanie, испытание трубъ, Rohrprüfung . . . . . 582, 600
— uszczelnianie, чеканка трубъ, Rohrdichtung. . . . . 582, 602, 722
— wytrzymałość, сопротивление трубъ, Festigkeit der Rohre 421, 722, 1009, T. 579
— żeliwnych normy, нормали чугунныхъ трубъ, Rohrnormalien T. 580; 722
**Rura** barometryczna, барометрическая труба, barometrisches Rohr. . . 939
— z betonu ubijanego (cementowa), труба изъ штампованнаго бетона, Stampfbeton-Rohr . . . . . 97 i n.
— cynkowana, оцинкованная труба, verzinktes Rohr . . . . . 587
— cynowa, оловянная труба, Zinnrohr 591, T. 596
*Rura fasonowa p. Kształki.*
— *gazowa p. Rura spawana.*
— giętka opancerzona, гибкая труба, Seilrohr . . . . . 591
— kamionkowa, гончарная труба, Thonrohr . . . . . 87
— kotłowa, котельная труба, Dampfkessel-Rohr. . . . 589, 1027, T. 588
— lutowana, паяная труба, gelötetes Rohr 587
— Mannesmanu'owska, труба Манесманна, Mannesmannrohr 571, 20, 589 i n.
— miedziana, труба изъ красной мѣди, Kupferrohr 73, 591, 592, T. 597; 1045
— mosiężna, латунная труба, Messingrohr . . . . . 591, T. 598; 1027
— nitowana, клепаная труба, genietetes Rohr . . . . . 587
— odciekowa, Abflussrohr . . . . 257
— odwadniająca, Entwässerungsrohr. 613
— z ołowiu miękkiego, труба изъ мягкаго свинца, Weichbleirohr 591, T. 594, 595
— — twardego, труба изъ твердаго свинца, Hartbleirohr . . 591, T. 593
— ołowiana z wnętrzem cynowem, свинцовая труба покрытая оловомъ, Mantelrohr. . . . . 591, T. 596
— *płomienna p. Płomienica.*
— podnośnicza, элеваторная труба, Steigrohr . . . . . 775
Rura przegubowa, шарнирная труба, Gelenkrohr. . . . . 725, 927
— spawana (lep. zlipiana), труба сваренная, geschweisstes Rohr 571, 587 i n., 601
— śpiżowa, бронзовая труба, Bronzerohr . . . . . 591, T. 597
— *spustowa p. Deszczówka.*
— stalowa, стальная труба, Stahlrohr 571, 589
— studzienna, труба для колодцевъ, Brunnenrohr . . . . . 589
— walcowana, прокатанная труба, gewalztes Rohr . . . . . 571, 591
— wiertnicza, труба для буровыхъ скважинъ, Bohrrohr . . . . . 589
— wyciągana (ciągniona), прокатная труба, gezogenes Rohr . . 571, 591
— wysuwna, телескопная труба, Teleskoprohr . . . . . 725
— wznośna, восходящая труба, Steigrohr 919
— zbiorcza, собирающая труба, Sammelrohr . . . . . 934
— *żebrowa p. Żebrówka.*
— o żebrach podłużnych, труба съ продольными ребрами, langsgeripptes Rohr . . . . . 589
— żelazna (z żel. zlewnego i zlipnego), желѣзная труба, schmiedeeisernes Rohr 587, 601, *norm. wyrob.* 66, 1027
— żeliwna, чугунная труба, gusseisernes Rohr . . 578 i n., 601, *p. n.* 57
— — kielichowa, чугунная труба съ раструбомъ, gusseisernes Muffenrohr 578, T. 580; 722
— — kołnierzowa, чугунная труба съ фланцами, gusseisernes Flanschenrohr 578, T. 580; 603, 722
*Rury jako przewód do pewnego celu p. Przewody.*
**Rury** kielich, раструбъ, Rohrmuffe . 580
— kołnierz, фланцъ трубы, angegossener Flansch . . . . . 580
— kołnierzyk, насаженный фланцъ трубы, festaufgesetzter Flansch 587, 602
— obrączka, бортъ трубы, Bordring des Rohres . . . . . 587, 604, 607
— obroża, свободный фланецъ, loser Flansch . . . . . 587, 602
— szyjka, шейка трубы, Rohrhals 582, 604
— żelaznej długość, длина желѣзной трубы, Lange des schmiedeisernen Rohres . . . . . 588 i n.
— żeliwnej długość użytkowa, полезная длина чугунной трубы, Nutzlänge (Baulänge) des Rohres . . . . 580
**Rurka** Pitot-Darcy'ego, трубка Пито, Pitot-Darcysche Röhre . . . . . 273
**Rurownia**, трубопрокатный заводъ, Röhrenwalzwerk . . . . . 571

**Ruszt** (*kół.*), колосниковая рѣшетка, Rost 955 i n., 1038, 382
— bez pali (*bud.*), основаніе на лежняхъ, liegender Rost . . . . . 154
— na palach (*bud.*), лежни на сваяхъ, Pfahlrost . . . . . 154
— u powierzchnia całkowita, общая площадь колосниковой рѣшетки, totale Rostfläche . . . . . 952, 378, 526
— u przewiewie, просвѣты колосниковой рѣшетки, freie Rostfläche 952, 1038
**Rusztowina**, колосникъ, Roststab . 1037
**Rusztownica**, колосниковая балка, Roststabträger . . . . . 1038
**Rydel**, лопата, Spaten . . . . . 261
**Ryjak** (*kuź.*), Düsenrüssel. . . . . 542
**Rynna** (*bud.*), желобъ, Dachrinne. . 189
— zsuwowa, отводный желобъ транспортера, Laufrohr für Förderzwecke, Fallrohr . . . . . 757
**Rys** pochyłych drogi, Gradientenzug . 804
**Rysownicze** narzędzia, чертежные приборы, Zeichnenapparate . . . . 138
**Rzeka**, рѣка, Fluss . . . . . 254
**Rzez** (ostrze nożyc i t. p.), рѣжущее ребро, Schneide. . . . . 653, 839
**Rzut** ciał (*mech.*), движеніе брошеннаго тѣла, Wurfbewegung . . . . . 198
— półperspektywiczny (aksonometrya), параллельная перспектива, Parallelperspektive. . . . . 139
— prostokątny, вертикальная проекція, rechtwinklige Projection . . . . 140
**Rzutnica**, водобойное колесо, Wurfrad 651, 760
*Rzymska śruba, mutra p. Wyprężak śrubowy.*

## S.

**Sala** (*bud.*), залъ, Saal . . . . . 200
*Samodział p. Odwadniacz.*
**Samohamowność**, способность самотормаженія, Selbsthemmungsfähigkeit 221, 229, 537, 673, 675
*Samoindukcya (el.) p. Samowzniecanie.*
**Samowzniecanie** (*el.*), самоиндукція, Selbstinduktion . . 795, 829 i n., 884
**Sanie**, сани, Schlitten . . . . 667, 220
**Santorynowa** ziemia, Santorinerde . 90
**Sączka**, дренажная труба, Drainagerohr, Sickerrohr . . . . . 87, 257
**Scagliola** . . . . . 90
**Schodnia** (*bud.*), лѣстничная клѣтка, Treppenhaus . . . . 161, 190, 734
**Schodnica** (*bud.*), щека лѣстницы, косоуръ, Treppenwange . . . 190, 386
**Schody**, лѣстницы, Treppe 190, 386, 483
**Schownia**, сарай, Schuppen . . . . 204
**Schwedler'a** dźwigar (*most.*), ферма Шведлера, Schwedlerträger . 703, 641
*Schył dachów p. Pochyłości dachów.*
*Scrubber p. Płoczka gazu.*
**Seefehlner'a** tablice o mostach . . 640
**Seger'a** stożek (*cpł.*), конусъ Сегера, Segersche Brennkegel . . . . . 313
**Sellers'a** gwint (*cz. m.*), нарѣзка Селлерса, Sellersches Gewinde . . . 432
*Serpentyn p. Wężowiec.*
**Sextans** (*mier.*), секстантъ, Spiegelsextant . . . . . 133
*Sferosyderyt p. Żelaziak ilasty.*
**Siarka**, сѣра, Schwefel . . . . . 19
**Siatkownica** (*most.*), vielfaches Fachwerk . . . . . 653
**Sieć** przewodów elektrycznych, сѣть электрическихъ проводниковъ, elektrisches Leitungsnetz . . 878 i n., 891
**Siemens'a** czadownica, Generator . . 568
— płomieniak, Flammofen . . . . 563
**Sierpownica** (*most.*), приподнятая параболическая ферма, Sichelträger 704
**Siestrzan** (*bud.*), поддужа, Unterzug . 192
Siestrzaniec (*bud.*), Unterzugständer . 192
**Sikawka** (sikwa pożarna), пожарный насосъ, Feuerspritze 268, 803, 201, 543
**Silnica** do podnoszenia cieczy, машины для подъема жидкихъ тѣлъ, Hebewerke für flüssige Körper 759 do 779
— robocza (robnik), рабочая машина, Arbeitsmaschine . . . . . 653
**Silnicznia**, машинное помѣщеніе, Maschinenraum . . . . . 780
**Silnik**, двигатель, Kraftmaschine, Motor 649, 801 do 1146
— na bezwodnik siarkawy ($SO_2$), двигатель $SO_2$, Kaltdampfmaschine . 941
— Diesel'a, двигатель Дизеля, Dieselmotor . . . . . 1077, 1087
— a biegu niejednostajność, неравномѣрность хода двигателя, Ungleichförmigkeit des Motors 618, 629, 1121
— — spokojność, спокойный ходъ двигателя, ruhiger Gang des Motors. 618
*Silnika moc p. Moc.*
Silnik parowy, паровая машина, Dampfmaschine 848 do 942, 1067 do 1076, 392 i n., 513 i n.
— — bliźniaczy, сдвоенная паровая машина, Zwillingsdampfmaschine 617, 721, 393
— — bystrobieg, быстроходная паровая машина, sehr schnell laufende Dampfmaschine . . . . . 852, 617
— — jednocylindrowy, одноцилиндровая пар. маш., Eincylinderdampfmaschine 851, 853 i n., 868, 615
— — nawrotny, пар. маш. съ переднимъ и заднимъ ходомъ, Umsteuerbare Dampfmaschine 689, 909 do 919, 392
— — okrętowy, корабельная пар. маш., Schiffsdampfmaschine 513 i n., 1146
— — przemysłowy (fabryczny), заводская паровая маш., Betriebsdampfmaschine . . . . . 619, 921, 1146

Silnik parowy skraplaczowy, пар. маш. съ охладителемъ, Condensationsdampfmaschine 851 i n., 869, 930 i n., **524**
— — sprzężony, пар. маш. компаундъ, Compound-, Verbund-Dampfmaschine 617, 854 i n., 862 i n., 871 i n., **393** i n., **513** i n.
— — — spółtłoczyskowy, пар. машина компаундъ тандемъ, Tandem(verbund-dampf)maschine . . . 619, 924, 863
— — — wielotłoczyskowy, пар. машина компаундъ съ многими поршнями, Compound-, Verbund-Dampfmaschine mit mehreren Kolbenstangen 619, 863 i n., 871 i n., **393** i n., **513** i n.
— — szybkobieg. быстроходная паров. маш., schnelllaufende Dampfmaschine 852, **513**, **617**
— — z tłokami przeciwbieżnymi, Dampfmaschine mit gegenläufigen Kolben 863, 874, **395** i n., **516** i n.
— — — różnobieżnymi, Dampfmaschine mit wechselläufigen Kolben 865, 876, **396**, **516**
— — — spółbieżnymi, Dampfmaschine mit gleichsinniger Kolbenbewegung 863, 874, **516**
— — Woolf'a, пар. маш. Вульфа, Woolfsche Maschine . . 863 i n., 874 i n.
— — wydychowy, пар. маш. безъ конденсаціи, Auspuffdampfmaschine 851 i n., 864, 869, **393** i n.
— a — go badanie, испытаніе пар. маш., Untersuchung der Dampfmaschinen 1067, 1071, 1074
— — części, части пар. маш., Theile der Dampfmaschinen . . 920 do 930
— — tęgość budowy, прочность конструкціи пар. маш., Stärke des Baues der Dampfmaschine. . . . . 859
— — zrównoważenie mas, уравновѣшеніе массъ двигателя, Massenausgleich der Dampfmaschine. . . . **402**, **516**
Silnik parowozowy, паровозный двигатель, Lokomotivdampfmaschine . **392** i n.
**Silnik spalinowy**, двигатель дѣйствующій газами горѣнія, Verbrennungsmotor . . . 1077 do 1124
— — bliźniaczy, сдвоенный двигатель дѣйствующій газами горѣнія, Zwillingsmotor . . . . . 1109
— — czworaczy, четверной двигатель дѣйств. газ. гор., Vierlingsmotor 1100
— — jednocylindrowy, одноцилиндровый двиг. дѣйств. газ. гор., Eincylindermotor. . . . . 1100, 1104
— — o łbicach przeciwległych, двухконцевой двиг. дѣйств. газ. гор., End-zu-Endmotor . . . . . 1109, 1110
— — spółtłoczyskowy, двигатель тандемъ, Tandemmotor. . . . . 1109
— — trojaczy, тройной двигатель дѣйств. газ. гор, Drillingsmotor. . . . 1109
Silnik spalinowy wielocylindrowy, многоцилиндровый двигатель, Mehrcylindermotor . . . . . 1102, 1103
— a — go przebieg pracy, рабочій процессъ въ газ. двиг., Arbeitsvorgang in V. M. . . . . 1077, 1086, 1089
Silnik wodny, водяной двигатель, Wassermotor. . . . . 805 do 848
Silnik wzbuchowy, двигатель дѣйствующій взрывомъ газовъ, Verpuffungsmotor. . . . . 1077, 1086
— benzynowy, бензиновый двигатель, Benzinmotor . . . . . 1097, 1099
— gazowy, газовый двигатель, Leuchtgasmotor. . . 1096, 1099, *p. a.* 1067 przewody doń 1123
— na czad wielkopiecowy, двигатель дѣйств. газ. доменныхъ печей. Hochofengasmotor . . . 1097, 1099
— naftowy, керосиновый двигатель, Petroleummotor . . . . 1097, 1099
— spirytusowy, спиртовый двигатель, Spiritusmotor . . . . . 1097, 1099
— wodnoczadowy, двигатель дѣйств. всасываемымъ газомъ, Sauggasmotor 1079, 1096, 1099
Silnik żarowo-powietrzny, калорическій двигатель, Heissluftmaschine . . 1067
Silnik żywy, живой двигатель, belebter Motor. . . . . 802
**Siła** (*mech.*), сила, Kraft . . 160, 192
— bezwładności, сила инерціи, Trägheitskraft . . . . . 206
— dośrodkowa, центростремительная сила. Centripetalkraft . . . 198, 202
— *magnetomotoryczna p. Usił magnetyczny.*
— normalna, нормальная сила, Normalkraft . . . . . 327, 352
— odśrodkowa, центробѣжная сила. Centrifugalkraft . . . . . 211
— poprzeczna, срѣзывающая сила, Querkraft, Transversal-, Schub-, Vertikal-Kraft . . . . . 351
— stracona, потерянная сила, verlorene Kraft. . . . . 206
— styczna, касательная сила, Tangentialkraft. . . . . 198, 202
— tnąca, срѣзывающая сила, Querkraft 349
— zewnętrzna, внѣшняя сила, aussere Kraft. . . . . 351
— *żywa p. Praca rozpędu.*
Sił i pracy stosunki w mechanizmach, соотношеніе работы и силъ въ механизмахъ, Arbeitsverhältniss in Getrieben . . . . . 221
**Simpsona** prawidło, правило Симпсона, Simpsonsche Regel . . . 83, 133, 176
**Siniec** (*tw.*), сіенитъ, Syenit . . . 79, 9
*Skala p. Wymiarka.*
**Skała** (*tw.*), скала, Felsen . . . 79 i n.

**Skał** rozsadzanie, Fels-Sprengarbeit . **260**
**Skały** warstwowe. каменныя породы въ видѣ пластовъ, geschichtete Gesteine 80
*Skarpa p. Stok.*
**Sklepienie**, сводъ, Gewölbe **163** i n., **733**
— *baniaste p. Sklepienie kopulaste*
— *czeskie p. Sklepienie żaglaste.*
— kolebczaste, цилиндрическій сводъ, Tonnengewölbe . . . **164, 166, 137**
— kopankowate (klasztorne), монастырскій сводъ, Klostergewölbe . . . **166**
— kopulaste, купольный сводъ, Kuppelgewölbe . . . . . **167**
— krzyżowe, крестовый сводъ, Kreuzgewölbe . . . . . **167, 137**
— łęczaste, пологій сводъ, flaches Kappengewölbe. . . . . **165, 194**
— *półkoliste p. Sklepienie kolebczaste.*
— wspięte, Gewölbe mit Kämpferüberhöhung . . . . . **164**
— żaglaste, чешскій сводъ, böhmisches Kappengewölbe . . . . . **167**
**Sklistyn** (*tw.*), авгитъ, Augit . . . **79**
**Składy** towarów, склады, Magazine . **204**
**Skos** (rozjazdu) (*kol.*), уклонъ, Neigung **303, 334**

**Skóra**, кожа, Leder **120, 234**, 328, 474
**Skraplacz** obciekowy, Rieselkondensator 934
— otwarty zanurzony, конденсаторъ въ прудѣ, Bassin-Kondensator . . . 933
— przeciwprądowy. холодильникъ съ обратнымъ токомъ, Gegenstromkondensator. . . . . 932
— przeponowy, поверхностный конденсаторъ, Oberflachen-Kondensator 933, **524**
— smoczkowy, струйный холодильникъ, Strahlkondensator . . . . . 934
— spółprądowy, холодильникъ съ параллельнымъ токомъ, Parallelstromkondensator . . . . . 932
**Skraplanie** bezprzeponne, охлажденіе съ вспрыскиваніемъ воды, Mischkondensation . . . . . 931
— naprzeponne, поверхностная конденсація. Oberflachenkondensation **622**, 933, **524**
— samotne, отдѣльная конденсація, Einzelkondensation . . . . . 938
— skupione, центральная конденсація, Centralkondensation. . . . 931, 938
**Skręcenia** kąt, уголъ кручения, Verdrehungswinkel . . . . . 398
**Skrętka** liny, стренга каната, прядь, Litze (Strähne) . . . . . 481, 486
**Skrót** (*el.*), короткое замыканіе тока, Kurzschluss. . . . . **829, 850**
**Skrzydło** okienne (*bud*), двустворчатый оконный переплетъ, Fenster-Flügel **197**
— śruby okrętowej. лопасть гребного винта. Schraubenflügel . . **508** i n.
**Skrzynia** zabijana (*bud.*), опускной ящикъ. Senkkasten . . . . . **153**
**Skrzynka** suwakowa, золотниковая коробка, Schieberkasten . . . 726, 902
**Skrzynkownica**, коробчатая балка, Kastenträger . . . . . **683**
**Skurcz** drzewa, усушка дерева, Schwindmaasse der Holzarten . . . . . **107**
— linijny ciał, линейная усадка, lineares Schwindmass. . . . . 315
— objętościowy odlewów. объемная усадка, körperliches Schwindmass **557**, 315
**Skuteczność** (sprawność) objętościowa (stopień wydajności), объемный коэффиціентъ полезнаго дѣйствія, Lieferungsgrad . . . 760, 770, 791, 799
**Słoma**, солома, Stroh . . . . . 954
**Słup** telegraficzny drewniany, телеграфный столбъ, Telegraphenstange . **113**
— rtęci (sł. rtęciany) (sł. r.), ртутный столбъ, Quecksilbersäule . . . . 275
— żeliwny, чугунная колонна, gusseiserne Säule **19**, *p. n.* **57**; 348, 367, 390
**Słupień**, базальтъ, Basalt **79, 627**, 334 i n.
*Słupownik p. Ćwierciownik.*
**Smary**, смазочные матеріалы, Schmiermittel **114** i n., *p. n.* **119**; 226, 513, **416, 619**
Smarowanie, смазка, Schmierung **114**, 227, 513, **416**, 930
**Smoczek**. инжекторъ, эжекторъ, Injector, Strahlpumpe. . . . . 762, 760
— wodny, водоструйный инжекторъ, Wasserstrahlpumpe . . . . . 762
— parowy, пароструйный насосъ, Dampfstrahlpumpe . . . . . 762
— — niedossawczy, невсасывающій инжекторъ, nichtsaugender Injector **389**
— — samochwytny, рестартингъ инжекторъ, selbsttätig anziehender Injector **389**
— — wssawczy, всасывающій инжекторъ, saugender Injector. . . . **389**
**Smoliste** tworzywa (*bud.*), битумиозный матеріалъ, teeriger Stoff . . **187**
**Smoła** (smoła twarda) (*tw.*), смола. Pech **68**
— płynna (maź) (*tw.*), деготь. Teer. . **68**
— *ziemna p. Asfalt.*
**Snoplec** (*kuź.*), пакетъ, Packet. . . **568**
Snopcowanie żelaza (stali), проварка пакетовъ желѣза, Packetieren (Ausschweissen). . . . . **18, 568**
**Socha** (*okr.*), гаффель, Besahnbaum. Gaffel. . . . . **498** i n.
**Solenoid** (*el.*), катушка, Solenoid. . . 794
**Sosna**, сосна, Kiefer. . **113**, 7, 107, **619**
**Soszak** tylny (*okr.*), бизань-мачта, Besahnmast . . . . . **498**
**Soszel** (*okr.*), гаффельсель, Gaffelsegel **498** i n.
**Spad**. высота паденія, Fallhöhe. Gefallhöhe . . . . . 761, 762, 805

Liczby **tłuste** dotyczą stron **tomu II.**

**Spadanie** w powietrzu, паденіе въ воздухѣ, freier Fall im Raume. . . 196
— w próżni, паденіе въ безвоздушномъ пространствѣ, freier Fall im luftleerem Raume . . . . . 145
**Spadek** (stosunek pochyłości), уклонъ. Gefälle . . . . . 254, 757
**Spadki** wielkiego pieca, заплечикъ доменной печи, Rast des Hochofens 541
**Spalanie**, горѣніе, Verbrennung 299, 321, 956, 1071, 1082
**Spaliny**, продукты горѣнія, Rauchgase, Abgase, Verbrennungsproducte 322, 12, 952 i n., 1046, 545 i n.
— in ciepliki właściwe, удѣльная теплота продуктовъ горѣнія, specifische Wärme der Heizgase 317, 952, 1085
— kotłowych badanie, испытаніе продуктовъ горѣнія, Rauchgas-Untersuchung . . . . . 1071
— *kotłowych lot p. Kotła parowego obmurze.*
— objętość, объемъ продуктовъ гор., Volumen der Rauchgase . . . . 958
— odlotowych ciepła wyzyskanie, использованіе тепла улетающихъ прод. гор., Wärmeausnutzung der Abgase 954, 1046, 1047, 545
— prędkość, скорость прод. гор., Geschwindigkeit der Rauchgase . . 958
**Spalisko**, Verbrennungsraum 1077, 1114 i in.
**Spat** żelazny, желѣзный шпатъ, Spateisenstein . . . . . 536, 538
**Spence'go** metal (*tw.*), Spenzemetall. 104
**Spichrz**, амбаръ, Speicher . . . . 202
**Spirala** (krzywa zwojowa), спираль, Spirale . . . . . 115
**Spirytus**, спиртъ, Spiritus 315 i n., 722, 1082
**Spiż** (bronz), бронза, Rotguss, Bronze 75, 332, 337, 600
**Spodek** (wielk. pieca, żeliwiaka i t. p.), подъ, лещадь. Boden(stein). 541. 554
**Spoina** (*bud.*), стыкъ, шовъ, Stossfuge 184, 733 i n.
**Spółczynnik** bezpieczeństwa, коэффиціентъ прочности, Bruchsicherheit 331
— dławienia cieczy, коэф. сжатія струи, Contractionscoefficient . . . . . 241
— — pary, коэф. подпора пара, Dampfdrosselungscoefficient . . . . . 849
— mocy rozprądów (*el.*), коэф. электрической производительности, Leistungsfactor . . . . . 835
— nieprzewodności (*el.*), коэф. непроводимости, Dielektrizitätszahl. . . 792
— oporu (dla cieczy), коэф. сопротивленія жидкости, Widerstandscoefficient 240
— — (pociągów) (*kol.*), коэф. сопротивленія поѣздовъ, Widerstandscoefficient der Züge . . . . . 233
Spółczynnik poprawczy, Correctionscoefficient . . . . . 548 i t. p.
— przebiegu rozprądu (*el.*), Formfactor des Wechselstromes. . . . . 834
— przenikania ciepła, коэф. теплопроводимости, Wärmedurchgangskoefficient . . . . . 952, 954, 619
— przesuwalności, коэффиц. сдвиженія, Schubcoefficient . . . . . 330
— rozciągliwości, коэффиц. растяженія, Dehnungscoefficient. . . . . 328
— rozszerzalności ciał stałych i cieczy, коэф. расширенія, Ausdehnungscoefficient. . . . . 314 do 316
— — gazów, коэф. расширенія, Ausdehnungscoefficient . . . . . 277, 316
— samowzniętności (*el.*), коэф. самоиндукціи, Selbstinduktionszahl 795, 884
— sprężystości, модуль упругости, Elasticitätsmodul . . 328, 234, T. 331 i n.
— — na przesuwanie, модуль упругости при скольженіи, Gleitmodul 330, T. 331 i n.
— tarcia ciał stałych, коэффиц. тренія, Reibungscoefficient 215 do 226, 1143
— — wody, коэф. тренія, Reibungscoefficient . . . . . 247, 250
— wstrząśnień, ударный коэф., Stosscoefficient . . . . . 344
— wypływu, коэф. расхода жидкости, Ausflusscoefficient. . 241, T. 244, 296
— wytrzymałości, коэф. сопротивленія, Festigkeitzahl, Widerstandscoefficient 341
— uporności magnetycznej, Hysteresis-C. 786
**Spółrzędne** biegunowe, полярная система координатъ, Polarkoordinaten. 95
— ych przekształcanie, преобразованіе координатъ, Umwandlung der Koordinaten . . . . . 95, 123
**Sprawność**, коэффиціентъ полезнаго дѣйствія, Wirkungsgrad 221, 1076, 1138
— hydrauliczna (*sił. wod.*), гидравлическій коэффиціентъ полезнаго дѣйствія, hydraulischer Wirkungsgrad 818
— wskazana (*sił. par.*), индикаторная степень полезнаго дѣйствія, indicierter Wirkungsgrad . . . 848, T. 858
— przetworników (*el.*), полезное дѣйствіе трансформаторовъ, Wirkungsgrad d. Transformatore . . . . 859
— prężności (*sił. spal.*), коэффиціентъ для давленія, Spannungscoefficient 848, T. 853 i n.
**Sprąd** (*el.*), постоянный токъ, Gleichstrom 787, 873, 877
— w bocznicy (*el.*), токъ во внѣшней цѣпи, Teilstrom . . . . . 788
— u napięcie (*el.*), напряженіе постояннаго тока, Spannung des Gleichstroms . . . . . 877

**Sprądnica** (*el.*), динамо съ постояннымъ токомъ, Gleichstrommaschine 807, 829
— bocznikowa, динамо-шунтъ, д. съ параллельнымъ соединеніемъ проводниковъ, Nebenschlussdynamo 807 i n.
— głównikowa, динамо съ послѣдовательнымъ соединеніемъ проводниковъ, Hauptstromdynamo. . 807 i n.
— obcowzbudna, динамо съ отдѣльно возбуждаемыми электромагнитами, Gleichstromdynamo mit Fremderregung . . . . . 808
— przegłówniona, динамо черезмѣрно компаундъ, übercompoundirte Dynamo 812
— sprzężona, динамо-компаундъ, Doppelschlussdynamo, Compounddynamo, Verbunddynamo . . . . . 808 i n.
— wzmożna, добавочная динамо, Zusatzdynamo . . . . . 863
**Sprądnic** miarkowanie, регулированіе динамомашинъ, Regelung d. Gleichstromdynamo . . . . . 867
**Sprądnik** (*el.*), электродвигатель для постояннаго тока, Gleichstrommotor 830
— bocznikowy, электродвигатель съ параллельнымъ соединеніемъ проводниковъ, Nebenschlussmotor. 831, 911
— głównikowy, электродвигатель съ послѣдовательнымъ соед. провод., Hauptstrommotor. . . . . 831, 911
**Sprądowe** układy, система распредѣленія постояннаго тока, Gleichstromschaltungen. . . . . 861 i n.
— — trójprzewodowe, система трехъ проводниковъ, Dreileiterschaltungen 864
**Sprężˊ**, мѣра сжатія, Mass der Compression . . . . . 781
**Sprężanie** (kompressya), сжатіе, Compression . . . . . 887 i in.
— a krzywa, кривая сжатія, Compressionscurve . 294, 869 i n., 1077 i n.
**Sprężarka** (kompresor), компрессоръ, Kompressor . . . . 781 do 799, 1106
**Sprężyna**, рессора (пружина), Feder 412 i n.
— giętna, рессора работающая на изгибъ, Biegungsfeder . . . . . 413
— krętna, пружина работающая на скручиваніе, Drehungsfeder, Torsionsfeder . . . . . 416, 871
— spiralna (zwita na płask), спиральная рессора, Spiralfeder . . . . 415
— wagonowa, рессора, Tragfeder 416, 419
— wiązkowa (uwarstwiona), составная рессора, geschichtete Blattfeder 414, 406
**Sprzęg** kolejniczy, стяжной приборъ, Wagenkupplung . . . . . 365, 406
— — dodatkowy, запасная сцѣпка, Sicherheitskupplung . . . . 367, 406
— — śrubowy, винтовая сцѣпка, Schraubenkupplung . . . . . 367
Sprzęga kolejniczego pałąk, стяжная скоба, Kupplungsbügel, Einhängbügel 368
**Sprzęgło**, соединительная муфта, Kupplung . . . . . 497 do 508
— cierne, фрикціонная соединительная муфта, Reibungskupplung 504, 506, 698
— kłowe, кулачная соед. муфта, Zahnkupplung, Klauenkupplung . 504 i n.
— łubkowe z pierścieniami, створчатая муфта съ кольцами, Hülsenkupplung 497
— — ze śrubami, продольно сворная муфта, Schaalenkupplung. . . . 498
— nasówkowe, обыкновенная соед. муфта, Muffenkupplung. . . . . 497
— przegubowe, шарнирная соед. муфта, Kreuzgelenkkupplung . . . . . 501
— rozłączne, разъединительная муфта, Ausrückkupplung. . . . . 503
— sprężynujące, упругая муфта, elastische Kupplung . . . . . 706, 715
— stałe sztywne, глухая муфта, Feste Kupplung . . . . . 497
— suwliwe (Sharp'a), удлиняющаяся муфта, Ausdehnungskupplung . . . 501
— tarczowe, дисковая муфта, Scheibenkupplung . . . . . 498, 522
— walcarskie, муфта при прокатныхъ станкахъ, Walzwerkkupplung . . 503
— warstwowe, Lamellenreibungskupplung 506
— wechwytowe, храповиковая муфта, Klinkenkupplung. . . . . 504, 505
— zabiercze, Mitnehmer-Kupplung . 502
— zaciskowe Sellers'a, муфта Селлерса, Sellersche Kupplung . . . . . 500
**Sprzęgnik**, выключительный механизмъ, Ausrückmechanismus . . . 503, 507
**Spuszczanie** (cięcie) drzewa, валка дерева, Fällen des Holzes . . . . 106
**Ssawa** (lewar), сифонъ, Saugheber . 760
**Stacya** kolejowa, станція жел. дор., Eisenbahnzugfolgestelle, Eisenbahnstation 329 i n., 352 i n., *p. r.* 206, 209, 214, 356
— — blokowa, Blockstation . . . 331
— — dwupoziomowa, Turmstation, Brückenstation, Treppenstation . . . 330
— — gospodarcza, хозяйственная станція. . . . . 331
— — krańcowa, конечная станція, Endstation . . . . . 329
— — krzyżna, станція для скрещивающихся линій, Kreuzungsstation 329, 334
— — naładowcza, нагрузная станція, Ladestation. . . . . 331
— — oporządcza, промывочная станція, Abstellbahnhof . . . . . 349
— — osobowa, пассажирская станція, Personenstation . . . 331, *p. r.* 210
— — pośrednia, промежуточная станція, Zwischenstation . . . . . 329

Stacya kolejowa przelotowa, промежуточная станція, Durchgangsstation . 330
— — rozjazdowa, станція для примыкающихъ линій, Anschluss-(Trennungs-)station . . . . . 329
— — towarowa, товарная станція, Guterstation . . . . . 331
— — węzłowa, узловая станція, Knotenpunktstation . . . . . 329, 334
— — wodna, станція съ водоснабженіемъ, Wasserstation 331, 339, *p. r.* 211
— — wyładowcza, разгрузная станція, Entladestation. . . . . 331
Stacyi obsługa, станціонная служба, Stationsdienst . . . . . 427
**Stadło** elementów kinematycznych, пара кинематическихъ элементовъ, kinematisches Elementenpaar. . . . 569
— galwaniczne (*el.*), гальваническіе элементы, galwanische Elemente . . 802
— — pierwotne, первичные гальваническіе элементы, primäre galvanische Elemente . . . . . 802
— — wtórne (zasobniki), аккумуляторы, собиратели, sekundäre galvan. Elem. (Sammler, Akkumulatoren) . . . 802
— — wzorcowe, нормальный гальв. элементъ, galv. Normalelement. . . 802
*Stadło kół zębatych p. Koła zębate*
*Stadło ślimacze p. Ślimacznica, Ślimak.*
— zasobnikowe (*el.*), пара аккумуляторныхъ пластинокъ, Akkumulatorzelle 867 i n.

**Stajnia** (*bud.*), конюшня, Pferdestall 200
**Stal** niklowa, никкелевая сталь, Nickelstahl . . . . . 332
— narzędziowa, инструментальная сталь, Werkzeugstahl . . . . . 46
— nawęglana (cementowana), цементная сталь, Zementstahl . . . . . 18, 566
— rafinowana, раффинированная сталь, Raffinierstahl, Gerbstahl . . . . 18
— *spawalna p. Stal ślipia.*
— sprężynowa, рессорная сталь, Federstahl . . . . . 331, 337
— tyglowa, тигельная сталь, Tiegelstahl (Gussstahl) . . . . . 19, 565
— zlewna, литая сталь, Flusstahl 18, 558, 331, 337
— zlipna, сварочная сталь, Schweissstahl . . . . . 18, 558
— i barwy naleciałe, цвѣта отпуска стали, Anlassfarben der Stahl . . 18
**Staliwny** (stalowy) odlew, стальная отливка, Stahlguss. . . 331, 327, 601
**Stałka** (*el.*), неподвижная часть машины, Stator . . . . . 859
**Stan** ustalenia. Beharrungszustand 701 itp.
*Staniol p. Cynfolia.*
**Stateczność**, устойчивость, Stabilität 169. 624, 687, 962, 469 i t. p.
**Statek** pełnożaglony (*okr.*), полнопарусное судно, Vollmastschiff . 500 i n.
Statek o pokładzie całkowitym (*okr.*), палубное судно, Volldeckschiff 487
— — przerwistym (*okr.*), штурмдечное судно, Sturmdeck-Schiff . . . . 487
— ów opór, сопротивленіе движенію судна, Schiffswiderstand . . 272, 505
— waga (*okr.*), вѣсъ судна, Schiffsgewicht . . . . . 487
— rzecznych i kanałowych wymiary i nośność, размѣры и подъемная сила рѣчныхъ судовъ, Abmessungen und Tragfähigkeit der Flussschiffe 272
**Statycznie** oznaczalny układ, статически опредѣленная система, statisch bestimmtes System . . . . . 167
**Statyka** budowlana, строительная механика, Statik der Baukonstruktionen 626 do 781
— ciał sztywnych, статика твердыхъ тѣлъ, Statik starrer Körper 160 do 192
— cieczy, статика жидкихъ тѣлъ, Hydrostatik. . . . . 235 do 238
**Staw** chłodzący, охлаждающій прудъ, Kühlteich . . . . . 940
**Stawidło** (*wod.*), стѣнка съ окномъ, щитъ, Schütze . . . . . 244, 815
— dźwignic hydraulicznych, золотники гидравлическихъ подъемныхъ машинъ, Steuerung der Druckwasserbebemaschine . . . . . 726, 219
— jarzmowe, кулисное парораспредѣленіе, Kulissensteuerung 909 i n., 849 i n., 899
— korlisowskie, парораспредѣленіе Корлисса, Corliss-Steuerung . . 896, 881
— kształtówkowe (z tarczami niekolistemi), клапаны съ некруглыми шайбами, Steuerung mit unrunden Scheiben . . . . . 752, 1118
— nawrotcze, механизмъ для перемѣны хода, Umsteuerung. . . 909 i n., 525
— odwrotcze, перемѣна хода, Umsteuerung . . . . . 909
— parowozowe, парораспредѣленіе паровоза, Lokomotivsteuerung. . . 899
— o suwakach dwoistych, двойное золотниковое парораспредѣленіе, Doppelschiebersteuerung 900 do 909, 854
— *suwakowe w jarzmie p. Stawidło jarzmowe.*
— — zwykłe, золотниковое парораспредѣленіе, einfache Schiebersteuerung 882 i n., 726, 524
— tłoczkowe, парораспр. поршневымъ золотникомъ, Kolbenschiebersteuerung 726, 733, 899, 906, 524
— wodzikowe, коромысловое распредѣленіе, Lenkersteuerung . . . . 890
— wyciągarek, парораспредѣленіе грузоподъемныхъ машинъ, Steuerung der Fördermaschinen . . . . . 751
— z zabrankami, распредѣленіе Фарко, Schleppschiebersteuerung . . . 908

**Stawidło zaworowe**, клапанное распредѣленіе, Ventil-Steuerung . . 870, 614
— zmieniakowe (do rozprężu zmiennego), расширительное паропаспредѣленіе, Expansionssteuerung 850 i n., 900 i n.
*Stempel w przebijarkach p. Przebijnik.*
**Ster** (*okr.*), рулъ, Ruder . . . . . 483
**Stereometrya**, стереометрія, Stereometrie . . . . . 133
**Stępka** (*okr.*), кильъ, Kiel . . . . . 458
**Stępor** (*kuź.*), пестъ, Stempel . . . 538
**Stępy** (*kuź.*), камнедробительныя механическія толчеи, Pochwerk. . . 538
**Stiuk** (*tw.*), Stuck . . . . . 90
**Stoczystość**, крутизна откоса, Böschungsverhältniss . . . 249 i t. p.
**Stojak**, стойка, Ständer, Bock 923, 521 itp.
**Stojec** (*bud., most.*), стойка, стулъ, Stuhlpfosten, Säule, Ständer 170, 688 i in.
**Stoki** (*kol.*), откосъ, Böschung 257 i n., *p. r.* 206
**Stolec** (*bud.*). ферма, Dachstuhl 171, 212
**Stolik** mierniczy, мензула, Messtisch 132, 242
**Stop**, металлическій сплавъ, Legierung 74 i n., 319, 332, 576
**Stopień** bezpieczeństwa przeciw wybo-czeniu, коэффиціентъ прочности на продольный изгибъ, Knicksicherheit 347
— natężenia paleniska, степень напряженія топки, Anstrengungsgrad der Feuerung . . . . . 956
— niejednostajności miarkownika, степень неравномѣрности регулятора, Ungleichförmigkeitsgrad des Regulators . . . . . 626
— — ruchu silników, степень неравномѣрности двигателя, Ungleichförmigkeitsgrad der Maschine . . 619, 629
*Stopnie Baumégo p. Areometr.*
*Stopniówka p. Koło podziałowe* (*mier.*).
**Storc** drzewa, торецъ, Hirnholz 105, 217
**Storczyk** (*bud.*), стойка, Hängesäule 172, 192, 723
**Stożek** (*geom.*), конусъ, Kegel . 129, 135, 177, 178, 190
— nasypowy (*kol.*) . . . . . *p. r.* 208
— *zębaty p. Koło zębate stożkowate.*
— pasowy, конический барабанъ, Kegelscheibe . . . . . 477
**Stożkowa** (przecięcie stożkowe), коническое сѣченіе, Kegelschnitt 101, 104 i n.
**Strata** ciśnienia w przewodach, потеря давленія въ трубопроводѣ, Druckverlust in Rohrleitungen . . 247, 300
— napięcia (*el.*), потеря напряженія, Spannungsverlust. . . . . 819
— pary w silnikach par., потеря пара въ паровыхъ двигателяхъ, Dampfverluste in Dampfmotoren 851, 946 i n., 1136 i n.
Strata pracy w silnikach par., потеря работы въ пар. двиг., Arbeitsverluste (Dampfm.) . . . . . 1074
**Stratność**, удѣльная потеря работы, verhältnissmässiger Arbeitsverlust 452, 1075, 829, 858 i t. p.
**Strażowiec** (*okr.*), судно для защиты береговъ, Revierdampfer 457, 487 i n.
**Strefa** (pas kuli, pas kulisty), паровой поясъ, Kugelzone . . . . 136, 177
**Strop** (*bud.*), потолокъ, Decke . 190 i n.
— ów wagi i obciążenia, вѣсъ и нагрузка потолковъ, Eigengewicht und Nutzlast d. Zwischendecken *p. a.* 633, *p. n.* 628 i n.
**Strugarka** (szeping), поперечно строгальный станокъ, Shapingmaschine 658
**Strugownica**, (heblarka), строгальный станокъ, Hobelmaschine . . . . 658
**Strumiennica**, струйный насосъ, Strahlpumpe . . . . . 762, 800
**Strużak**, суппортъ строгальнаго станка, Stössel . . . . . 658
**Strzałka** łuku koła, стрѣлка дуги круга, Bogenhöhe. . . . . T. 36, 37
**Studnia** odporowa (*bud.*), Widerlagerbrunnen . . . . . 153
— zapuszczana (*bud.*), опускной колодецъ, Senkbrunnen . . . . . 153
**Studzenie** wody skraplającej, искусственное охлажденіе воды, Rückkühlung des Kühlwassers. . . . . 940
**Sturtevant'a** wietrzak, вентиляторъ Стуртеванта, Sturtevant-Ventilator 584
**Styczna** (*mat.*), тангенсъ, Tangens T. 28, 29
**Stycznik** (*el.*), контактъ, Kontakt, K.-Stöpsel . . . . 798, 868 i n., 904
**Styk** (*el.*), контактъ, Kontakt 798, 904 itp.
**Sublimat** (chlorek rtęciowy), сулема, хлористая ртуть, Sublimat, Quecksilberchlorid . . . . . 109
**Surowiec**, сырье, Rohstoff 562, 565, 913 itp.
**Surownik**, полосовое желѣзо, Stabeisen 20, T. 21 i n.
**Surówka**, доменный чугунъ, Roheisen 17, 549 i n.
— biała, бѣлый доменный чугунъ, weisses Roheisen . . . . . 17, 540, 550
— na koksie, чугунъ получаемый на коксѣ, Koksroheisen . . . . . 549
— nakrzemiona, кремнистый чугунъ, Silicium-Roheisen . . . . 540, 549
— namanganiona. . . . . 540
— na węglu drzewnym, древесноугольный чугунъ, Holzkohlenroheisen. 549
— *połyskliwa p. S. zwierciadlista.*
— pstra, половинчатый чугунъ, halbiertes Roheisen . . . . 17, 549, 567
— szara, сѣрый доменный чугунъ, graues Roheisen . . . . 17, 540, 549
— ferromangan, ферромарганецъ, Ferromangan . . . . . 17

Snrówka zwierciadlista, зеркальный чугунъ, Spiegeleisen 17, 562, 550 i n.
**Surzyckiego** płomieniak . . . . . 564
**Suszenie** drzewa, сушка дерева, Trocknen des Holzes . . . . . 106
**Suw** tłoka (*sil. spal.*), рабочій тактъ, Arbeitstakt. . . . . 1078, 1089
— sprężczy, тактъ при компрессіи, Verdichtungshub . . . . . 1091
— ssawczy, тактъ при всасываніи, Saughub . . . . . 1089
— wypychowy, тактъ при удаленіи газовъ, Ausschubhub . . . . . 1094
— wzbuchowy, тактъ при эксплозіи, Verbrennungshub. . . . . 1091
**Suwak** (*silniki i silnice*), золотникъ, Schieber . . 883 do 920, 219, 253, 727
— bezgrzbietny, золотникъ съ впускомъ пара изнутри, offener Schieber . 899
— dwupołówkowy, раздѣленный золотникъ, getheilter Schieber . . . 896
— *ekspanzyjny p. Suw. zmieniak.*
— *muszlowy p. S. nieckowaty.*
— nieckowaty zwykły, обыкновенный коробчатый золотникъ, einfacher Muschelschieber 884, 253, 912 i n., **400**
— nieznian, распредѣлительный золотникъ, Grundschieber (Verteilungsschieber). . . . . 900 i n.
— obrotowy (pokrętny, wahliwy), круглый золотникъ, качающійся зол., Drehschieber, schwingender Schieber 896, 646, 870
— odciążony, разгруженный золотникъ, entlasteter Schieber. . . . 896, 400
— *odcinający p. S. zmieniak.*
— płaski, плоскій коробчатый золотникъ, Flachschieber . . . 870, 881
— z przewodem, золотникъ со щелью, Kanalschieber. . . . 897, 400, 523
— rachunkowy (*mat.*), счетная линейка, Rechnenschieber, Rechnenstab **140, 243**
— *rozdziałowy p. S. nieznian.*
— rusztowaty, золотникъ со щелями, Spaltschieber . . . . . 897
— tłokowy, поршневой золотникъ, Kolbenschieber. . . . 899, 726, 870, 881
— z włóczkiem, золотникъ съ запоздалымъ выходомъ пара, Schieber mit verschleppter Ausströmung . . . 898
— zmieniak (suw. zmieniający rozprężę), расширительный золотникъ, Expansionsschieber . . . . . 900 i n.
Suwaka gładź, зеркало золотника, лицо зол., Schieberspiegel . . . 882 i n.
**Suwarka**, передвигающій механизмъ, Fahrwerk, Schiebewindwerk 699, 715
**Suwnica** bramiasta, мостовой кранъ на передвижныхъ козлахъ, Fahrbarer Bockkran (Rollgerüst) . . . . . 710
— dźwigarkowa, мостовой кранъ, Laufkran . . . . . 691
Suwnica z prądnikiem, мостовой кранъ съ электромоторомъ, elektrischer Laufkran . . . . . 696, 701, 704
— napędzana liną, мостовой кранъ съ канатнымъ приводомъ, Seillaufkran 694, 488
— — wałem, мостовой кранъ съ приводнымъ валомъ, Wellenlaufkran 696
— ręczna, ручной мостовой кранъ, Handlaufkran . . . . . 692
**Suwniczy**, машинистъ мостового крана, Laufkranführer . . . . . 691 i n.
**Sworzeń**, стержень, болтъ, Bolzen 428, 530, 423, 929
— przegubowy, шарнирный болтъ (валикъ), Gelenkbolzen . . . 531 i n.
*Syenit p. Siniec.*
**Syfon** wodny (*ogr.*), Wasserverschluss 611
**Sygnał** kolejowy, сигналъ, Signal 426, *p. r.* 210, 217
*Szaber p. Tłucień.*
*Szalowanie p. Deskowanie.*
*Szamot p. Cegła ogniotrwała.*
**Szatkownica** (wlotnica wielokrotna) (*sil. wod.*), кулисса (к. съ направляющими каналами), Kulisseneinlauf. . 813
**Szczeblina** (*bud.*), оконная планка, Fenstersprosse . . . . . 182
**Szczeliwo**, набивка, Dichtung (D.-material) 542, 550, 582, 602, 720, 722, 796, 798
*Szczotki* (*el.*) *p. Zdawa.*
**Szczyciak** (*okr.*), брамстеньга, Bramstänge . . . . . 498 i n.
**Szczyciel** (*okr.*), (фор)брамзель, (Vor)bramsegel . . . . . 499 i n.
**Szeregi** (*mat.*), ряды, Reihe. . . 57, 70
**Szera** statku (*okr.*), ширина по шпангоутамъ, Schiffsbreite. . . . . 459
**Sześciokątnik** (sześciograunik), шестигранное желѣзо, Sechskanteisen 20, T. 21
*Szew p. Nicenie.*
**Szklina** (szyba), оконное стекло, Fensterglas, F.-scheibe 100 i n., 169, 182, 197
**Szkło**, стекло, Glas 99 i n., 182, 333, 339, 619
— *maryańskie p. Gips.*
— oczne (*mier.*), окуляръ, Okular. . 125
— *powiększające p. Mikroskop.*
— wodne, растворимое стекло, Wasserglas . . . . . 102
**Szkoły** (*bud.*), школы, Schulen . . 198
**Szkuner** (*okr.*), шкуна, Schoner 500 i n.
*Szlaglut p. Lut.*
**Szlak** magnetyczny (*el.*), линія силъ, Kraftlinie . . . . . 784, 796
— u kolejowego pochyłość (stromość), склонъ, Gefälle 332, *p. n.* 229; *p. r.* 205, 213; 904
— — promienie krzywości, кривизна пути, Krümmung der Eisenbahnlinie 270, 313, 332 *p. n.* 229; *p. r.* 206, 213

Szlak swobodny (*okr.*). фарватеръ, freie Strecke . . . . . 259
**Szlifierka**, шлифовальная машина, Schleifmaschine . . . . . 659
**Szmyrglowe** krążki, наждачная шайба, Schmirgelscheibe. . . . . 659, 1143
**Sznur** z blaszką (*mier.*), подвѣсная дуга, Pendelwage . . . . . 134
*Sзopa p. Schownia.*
**Szpital** (*bud.*), больница, Krankenhaus 200
**Szponа** (*bud.*), скоба, Klamme, Klammer 157, 193
*Szprosa p. Szczeblina.*
*Szpuntbalowa ściana p. Rozgroda.*
**Satachety** (*kol.*), Lattenzaun . . . 201
**Sztywność**, жесткость, Steifigkeit . 233
**Szum** przewietrzników, шумъ вентиляторa, Geräusch des Ventilators . 783
**Szwy** spawane, skuwane (zlipiane), заварeнное соединeние, geschweisste Naht 444, 1006
**Szyb** (*kuź.*), шахта, Schacht 538, 541, 554
— linowy (sz. napędu linowego), канатная камера, Seilschacht . . . . 512
*Szyba p. Szklina.*
**Szyna** kolejowa, рельсъ желѣзнодорожный, Eisenbahnschiene 275 i n., *p. n.* 48; *p. r.* 57, 209, 214, 281
Szyny tramwajowe, рельсы для конокъ, Strassenbahn-Schienen 904, *p. n.* 49
— y kolejowej długość, длина рельса, Schienenlänge. . . . . 279
— łeb, головка рельса, Kopf der Schiene 276
— nośność, сопротивленiе рельса, Tragfähigkeit d. Schiene. . 278, *p. r.* 209
— przechylenie, наклонъ рельса, Schienenneigung. . . . . 271, 290
— stopa, подошва рельса, Fuss der Schiene . . . . . 277
**Szyniak** (hak) (*kol.*), костыль, Schienenhacken . . . . . 284, *p. r.* 59, 282

## Ś.

**Ściana** frontowa (licowa), фасадная стѣна, Stirnwand . . . . . 159
— z gliny ubijanej, глинобитная стѣна, Lehmpise-Wand . . . . . 88
— z lepieńca, известково-пескобитная стѣна, Kalksandpise Wand . . . 88
— przedziałowa, раздѣляющая стѣна, Scheidewand . . . . . 161
— rozworowa, фахверковая стѣна, Fachwand, Fachwerkwand . . . 160, 167
— szczytowa, стѣна фронтоновъ, Giebelwand . . . . . 160, 193
— środkowa, средняя (промежуточная) стѣна, Mittelwand . . . . . 161
— y z cegły grubość, толщина стѣнъ, Ziegelmauerstärke . . . . 159 i n.
**Ściąg**, анкерная стяжка, Anker 386, 1008, 1032, 1037, 285 i t. p.
— podniebienny (podniebiennik), потолочный болтъ, Deckenanker 429, 1008
**Ściągnica** (*bud.*), затяжка, Spannbalken 172
**Ściągówka**, анкерная прогарная труба. Ankerrohr . . . . . 1008, 1026, 529
**Ściskanie** mimośrodkowe, внѣцентровое сжатiе, Excentrischer Druck . . 406
**Ściśnięcie** (*wytr.*), укорочeнiе сжатiемъ, Verkürzung. . . . . 342
**Ślimacznica** (koło ślimakowe, k. ślimacze), червячное колесо, Schneckenrad, Schraubenrad 458, 463, 231, 730
**Ślimak** (śruba bez końca), безконечный винтъ, червякъ, Schraube ohne Ende, Schnecke . . . . 458, 463, 231, 730
**Ślizganie** się cięgna, скольженiе гибкаго тѣла, Gleiten des Zugorgans . 234
**Śluzyny** (*okr.*), эллингъ, Stapel, Helling 477
**Śnieg**, снѣгъ, Schnee . 13, 631, 635, 318
**Środek** ciężkości, центръ тяжести, Schwerpunkt . . . . . 170 do 179
— a ciężkości ruch, движенiе центра тяжести, Bewegung des Schwerpunktes. . . . . 206
**Środnik** (teownika, blachownicy, szyny i t. p.), вертикальная стѣнка таврового желѣза, балки, шейка рельса, Steg des T-Eisens itp. 29, 276, 675, 770
**Śruba**, винтъ, винтовой болтъ, Schraube 425, 1007, 227
— dwuzwojna (o podwójnym gwincie), двухходовой винтъ, doppelgängige Schraube . . . . . 426
— *fundamentowa p. Śruba posadowa.*
— kolejowa, желѣзнодорожный винтъ, Eisenbahnschraube . . . . *p. r.* 59
— do kołnierzy, фланцевой болтъ, Flanschenschraube. . . . 581, 601, 436
— *bez końca p. Ślimak.*
— napędna statku (*okr.*), гребной винтъ, Schiffschraube . . . . . 507
— napędowa, винтъ передающiй движенiе, Bewegungsschraube 433, 435
— nastawcza (gorzej: nastawna), установительный винтъ, Nachstellschraube, Stellschraube (może być: odporowa—Abdruckschraube, albo dociągcza—Anzugschraube) 435, 546, 929, 930
— osadcza (gorzej: osadna), установительный винтъ. Stellschraube. . 430
— posadowa (przyciąg posadowy, ś. przyciągcza), фундаментный анкеръ, Fundamentschraube 436, 518, 929 i in.
— przesuwowa (u tokarki), валъ для движенiя суппорта, Zugspindel . . 655
— wodząca (u tokarki), направляющiй валъ, Leitspindel. . . . . 655
— tłoczna, прессовой винтъ, Pressschraube . . . . . 433, 435, 228
— zgrubiona, винтъ съ вижe нормальной нарѣзкой, erweiterte Schraube 426

Śruba złączna, соединительный винтъ, Verbindungsschraube 428, 435 i in.
Śruby łeb, головка, Schraubenkopf 427, T. 431
— rdzeń, ядро нарѣзанной части болта, Schraubenkern . . 428 i n., 1007
— sworzeń, болтъ винта, Schraubenschaft 428 i n., 1007
Śrubowe złącze, винтовыя соединенія, Verschraubung. . . . . 437, 922
Śrubowy kołek, штифтъ, Stiftschraube. 429
— łbiak, головчатый винтъ, Kopfschraube. . . . . 429
**Śrubowiec** (*okr.*), винтовой пароходъ, Schraubendampfer . . . . 547, 561
— a wał, валъ пароходнаго винта, Schraubenschiffswelle . . . 492, 512
**Światło** gazowo-żarowe, газокалильный свѣтъ, Gasglühlicht . . . . . 934
**Światłostka**, единица силы свѣта, Lichteinheit . . . . . 914
**Światłość**, сила свѣта, Lichtstärke 894 i n., 914
**Świder**, сверло, Bohrer. . . . . 47, 669
**Świdrownica**, сверлильный станокъ для дерева, Holzbohrmaschine . . . 669
**Świerk**, пихта, Fichte . . . . . 113, 13
**Świetlnik** (*bud.*), Lichthof . . . . 161

## T.

*Tablica rozdzielcza p. Rozrządnica.*
**Tabor** kolejowy, подвижный составъ ж. дор., Eisenbahn-Betriebsmittel 358 do 426, *p. r.* 211
**Tacheometr** (miernik prędkości), тахометръ, Geschwindigkeitsmesser, Tacheometer . . . . . 138, 635
**Tachymetr** (*mier.*), тахиметръ, Tachymeter. . . . . 138, 147, 242
**Taczki**, тачки, Schubkarre. . . . . 262
**Tak**, тележка, Kippkarren . . . . . 263
**Talbot'a** płomieniak. . . . . 564
*Tamka p. Przepustnica.*
**Tapczan** (*okr.*), койка, Koje. . . . 482
**Taran** wodny, гидравлическій ударный насосъ, hydraulischer Widder, Stossheber. . . . . 762
**Taranek**, ручная баба, Handramme . 156
**Tarcica**, Schnittholz . . . 108, 111 i n.
**Tarcie** czopowe, трение цапфъ, Zapfenreibung . . . . . 223, 226, 1143
— gazów i par, трение газовъ и паровъ, Reibung der Gase und Dämpfe 299 i n.
— międzyzębne, трение зубцовъ, Zahnreibung . . . . . 452, 231
— natłoczek, трение въ сальникахъ, Stulpreibung . . . . . 219, 542
— niejałowe (t. od pracy pożytkowej), добавочное трение, zusätzliche Reibung . . . . . 848, 859
Tarcie przy napędzie korbowym, трение въ кривошипномъ механизмѣ, Reibung der Kurbelgetriebe . . . . 555
— przy ślizganiu, скользящее трение, gleitende Reibung . . . . . 216
— w spokoju (w bezruchu), трение въ покоѣ, Reibung der Ruhe . . . 215
— w szwach nitowanych, сопротивление скольженію склепанныхъ листовъ, Gleitungswiderstand bei Nietungen 440, 441, 1006
— przy toczeniu, трение при каталіи, rollende Reibung. . . 216, 220, 699
— wody w rurach, трение воды въ трубопроводахъ, Reibung des Wassers in Rohrleitung . . . . 247 do 254
— — w strumieniach, трение воды въ рѣкахъ, Wasserwiderstand in Gerinnen . . . . . 254 do 275
**Tarcz** rozrządcza, распредѣлительный дискъ, Steuerscheibe . . . . . 1119
— eliptyczna uzębiona, эллиптическое зубчатое колесо, elliptisches Zahnrad. . . . . 559
**Taśma** hamulcowa, тормазная полоса, Bremsband . . . . . 538
— miernicza, лента, Messband . . . 122
— pasów belki, поясный листъ, Gurtung, Gurtplatte . . . . . 677 i in.
— przenośnika, лента транспортера, Fördergurt . . . . . 756 i n.
**Taśmownik**, ленточное желѣзо, Bandeisen . . . . . 20, T. 22 i n.
**Tchawa** wielkiego pieca, фурма, Windform . . . . . 541
**Teatr** (*bud.*), театръ, Theater . 199, 202
**Technicznych** prac wynagrodzenie (inne języki p. *Wynagrodzenie*) . . . 965
**Tektura** smołowcowa, кровельный толь, Dachpappe 104, 169 i n., 187, 619
**Telefon**, телефонъ, Fernsprecher *p. kol. r.* 211
**Telegraf**, телеграфъ, Telegraph . . *p. kol. r.* 211
**Temperatura**, температура, Temperatur 311
— bezwzględna, абсолютная температура, absolute Temperatur . . . 276
— krytyczna, критическая температура, kritische Temperatur . . . . . 275
— mieszanin, температура смѣсей, Mischungstemperatur . . . . . 318
— mieszkań i t. p., температура помѣщеній, Temperatur der Wohnräume 590
— spalania (pyrometryczna wartość paliwa), пирометрическая теплопроизводительность, pyrometrischer Heizwert (Verbrennungstemperatur) 323, 956, 1079 i n.
**Tender** (*kol.*), тендеръ, Tender 407 i n.
**Tendrzak** (*kol.*), танкъ-паровозъ, Tenderlokomotive. . . . 379, 395, 407
**Teodolit** (*mier.*), теодолитъ, Theodolit 127 i n.

**Teownik**, тавровое желѣзо, T-eisen 20, T. 29
— łebkowy, тавро-бимсовое желѣзо, T-Wulsteisen . . . . . T. 36
**Terakota** (*tw.*), терракотта, Terrakotte 86
*Terasso p. Klepisko.*
**Termit**, Termit. . . . . 905
**Termometr** (ciepłomierz), термометръ, Thermometer . . . . . 311, T. 312
**Termophon** (*cpł.*), термофонъ, Thermophon . . . . . 313
**Tętnik** (pulsometr), пульзометръ, Pulsometer. . . . . 761
**Talpotasimetr** (*cpł.*), тальпотасиметръ, Thalpotasimeter . . . . . 311
**Thornycroft'a** kocioł . . . . . 530
*Tirefond p. Wkręt szynowy.*
**Tlenie** węgla, обугливание, Verkohlung 533
**Tłoczarka**, прессъ, Presse . . . . 603
— hydrauliczna, гидравлическій прессъ, hydraulische Presse, Wasserdruckpresse . . . . . 542, 576, 438, 526
— śrubowa, винтовой прессъ, Schraubenpresse . . . . . 436
*Tłoczenia p. Tłoczarka.*
**Tłoczysko**, поршневой стержень, Kolbenstange . . 547, 520, 424, 399, 925
— jałowe, нерабочая часть сквозного поршневого стержня, Hintertheil der durchgeführten Kolbenstange 548, 791, 795, 924
*Tłok nurnikowy p. Nurnik.*
**Tłok** pompy (tłoczarki i t. p.), поршень, Kolben . . . . . 543, 665
— silnika, поршень двигателя, Kraftmaschinenkolben . . 543, 399, 520, 924, 1115
— tarczowy, дисковый поршень, Scheibenkolben . . . . . 543
— wklęsły (dwuwklęsły), открытый поршень, offener Kolben . . . . . 544
— wydrążony, полый поршень, hohler Kolben . . . . . 544
— z zaworem, поршень съ клапаномъ, Ventilkolben . . . . . 546, 938
**Tłoka dno** (denko), крышка поршня, Kolbendeckel . . . . . 545, 1115
— droga i jej wykresy, путь поршня, Kolbenweg 551 i n., 868 i n., 878, 1118
— drogi uchybienie, погрѣшность пути поршня, Fehlerglied des Kolbenweges 551
— kadłub, тѣло поршня, Kolbenkörper 544
— osadzenie, укрѣпленіе поршня, Kolbenbefestigung . . . . . 546
— pierścień uszczelczy, кольцо поршня, Kolbenring . . . . . 543, 921, 1116
— prędkość, скорость поршня, Kolbengeschwindigkeit 553, 852, 515, 1085, 937
— przyspieszenie, ускореніе поршня, Kolbenbeschleunigung . . . . . 553
**Tłoki** różnicowe, дифференціальные поршни, Differentialkolben . . . . 728
— zrzeszone, группа поршней, Gruppenkolben . . . . . 728
**Tłuczarka**, Pochwerk . . . . 538, 539
**Tłuczeń** (szaber), щебень, Schotter 539, 730, 299, 757, 769
**Tłuszcze**, жиры, Fette. . . 68, 116 i n.
**Toczak**, точильный камень, Schleifstein 659
**Toczydło**, точильная машина, Schleifvorrichtung . . . . . 659, 219
*Tok szynowy p. Toru tok.*
**Tokarka**, токарный станокъ, Drehbank 654
**Tolkmitt'a** wzór o sklepieniach . . 784
**Tomasownia** (*hut.*), Thomaswerk . . 559
**Tombak**, томбакъ, Tombak . . . . 75
**Top**, плавка, флюсъ, плавень, Flussmittel 539, 553
**Topnik**, Flussspat . . . . . 10, 553
**Topograficzne** zdjęcie (*mier.*), топографическая съемка, topographische Anfnahme . . . . . 133
**Tor** bieguna (*mech.*), полюсный путь, Polbahn . . . . . 154
— kolejowy główny, главный жел. дор. путь, Eisenbahn-Hauptgleis 333, 353 i n.
— — odbiorczy, Uebernahmegleis. . 350
— — odjazdowy, Ausfahrgleis . . . 350
— — porządkowy, сортировочный путь, Stationsgleis, Gruppengleis . . . 350
— — postojowy, Haltegleis . . . . 349
— — przebiegowy, сквозной путь, Laufgleis, Lokomotivgleis, Dienstgleis, Durchlaufgleis. . . . . 350
— — przyjazdowy, путь для прибывающихъ поѣздовъ, Einfahrgleis 349, 350
— — rdzenny, главный путь, Stammgleis 306
— — rozbieżny, радіальный путь, Strahlengleis . . . . . 323
— — rozstawczy, распредѣлительный путь, Ordnungsgleis . . . . . 349
— — ślepy, stumpf endigendes Gleis 334
— — stacyjny, станціонный путь, Stationsgleis . . . . . 333, *p. r.* 209
— — węglowniczy, Bekohlungsgleis. 348
— — wyciągowy, вытяжной путь, Ausziehgleis . . . . . 334, 350 i n.
— — zborny, сборный путь, Sammelgleis . . . . . 349, 350
— — zestawczy, сборный путь, Aufstellgleis, Richtungsgleis . . 349, 350
— u kolejowego krzywość, кривизна пути, Gleiskrümmung 313, 270, 332, 353; *p. n.* 229; *p. r.* 206, 213
— — odgałęzienie, развѣтвленіе пути, Abzweigung des Gleises . . 315 i n.
— — odstępy, Gleisentfernung 335, *p. n.* 228; *p. r.* 208, 213
— — poszerzenie, уширеніе пути, Spurerweiterung. . . . . 270, 313

Liczby **tłuste** dotyczą stron **tomu II.**

**Toru** kolejowego prześwit, ширина колеи. Spurweite. . . w różnych krajach **225** w Rosyi **217**
— — tok, Schienenstrang **271** i in., **904**
**Tor** odtoczony (*mech.*), обертываемый путь, Hüllbahn . . . . . 154
— y przystające do siebie (*mech.*), пути вполнѣ совпадающіе, congruente Bahnkurven. . . . . 149, 150
— tramwajowe, Strassenbahngleise . **904**
**Torf**, торфъ, Torf . . . **532**, 823, 954
**Torpedowiec** (*okr.*), торпедная лодка, Torpedoboot . . . . **457**, 487 i in.
**Torowisko** (*kol.*), земляное полотно, Planum . . . **255** i n., *p. r.* **206** i n.
**Towarowiec** (*okr.*), Frachtdampfer **457**, **461**
**Towarownia**, пакгаузъ, товарный складъ, Güterschuppen. . . . . **336**
**Trachyt** (*tw.*), трахитъ, Trachyt **79**, 339
**Trajektorya** (*mat.*), траэкторія, Trajektorie . . . . . 101
**Trak** całopienny, лѣсопильная рама для цѣлыхъ колодъ, Vollgatter. . . 666
— tartaczny, лѣсопильная рама, Gattersäge . . . . . 666
— wielopiłakowy, рама со многими пилами, Bundgatter . . . . . 666
**Tramwaj** ciągnicowy, дороги съ канатной тягой, Taubahn . . . . . **445**
— elektryczny, электрическая дорога, elektrische Strassenbahn . . **904** i n.
— — o stykach rozstawuych, Kontaktknopfbahn, Teilleiterbahn . . . **909**
— — zasobnikowy, Akkumulatorbahn **909**
— konny, конно-желѣзная дорога, конка, Pferdebahn . . . . . **451** i n.
— parowy, паровая желѣзная дорога, Dampfbahn. . . . . **454**
— powietrzny, пневматическая конка, Luftdruck-Strassenbahn . . . . **455**
— o silniku spalinowym, Gasstrassenbahn **455**

*Transmisya p. Pędnia.*
**Trapez**, трапеція, Trapez . . . 131, 174
**Trapeźnica**, Trapezträger . . . . . **774**
**Tras** (*tw.*), трасъ, Trass . . . . **81**, **90**
*Trempel p. Podstrzesze.*
**Trochoida** (*mat., okr.*), трохонда, Trochoide . . . . . **488**
**Trocinowiec** (*tw.*), ксилолитъ, Xylolith **84**
**Trójka** walcarska (*kuź.*), тріо-валки, Triowalzwerk . . . . . **570**
**Trójkąt** kulisty (*mat.*), сферическій треугольникъ, Kugeldreieck 177, 66, 136
— płaski, плоскій треугольникъ, ebenes Dreieck . . . 64, 130, 173, 187
**Trójkątowanie** (*mier.*), триангуляція, Dreieckmessung . . . . . **140**
**Trójnóg** (*mier.*), штативъ, Stativ **127**, **132**
**Trójprąd** (*el.*), трехфазный токъ, вращающій токъ, Drehstrom, Dreiphasenstrom . . **788**, **840**, **875** i n., **877**
— u napięcie (*el.*), напряженіе трехфазнаго тока, Spannung d. Drehstromes **877**
**Trójprądnica** (*el.*), трехфазная динамо, Drehstromdynamo . . . . **833** i n.
— y miarkowanie (*el.*), регулированіе трехфазной динамо, Regelung der Drehstromdynamo . . . . . **872**
**Trójprądnik** (*el.*), трехфазный электродвигатель, Drehstrommotor **851** i n., 696
— nadążny, Synchron-Motor . . . **851**
— nienadążny, Asynchron-Motor, Induktions-Motor . . . . . **852**
— zespolony, Drehstrommotor mit Kaskaden-Schaltung . . . . . **876**
**Trójprądowe** układy (*el.*), системы распредѣленія трехфазнаго тока, Drehstromanlagen . . . . . **870**, **884**
**Trzon** kuchenny (*ogr.*), Kochherd . . **597**
— pieca (*kuź.*), подъ, Herd . . . . **558**
— narzędzia, рукоятка, Stiel . . . **113**
*Tuf p. Martwica.*
**Tuleja**, гильза, втулка, Hülse, Büchse 530, 1027 i t. p.
**Tunel**, тунель, Tunnel **261**, **226**; *p. r.* 208 i in.
**Turbina** całkowista, полная турбина, Vollturbine . . . . . 821, 836, 838
— częstkowa, партіальная турбина, Partialturbine . . . . . 821, 836
— dośrodkowa, внѣшняя радіальная турбина, äussere Radialturbine 819, 827
— odśrodkowa, внутренняя рад. турб., innere Radialturbine 819, 828, 836 i n.
— osna, аксіальная турбина, Achsialturbine 821, 828, 832, 838, 943, 1144
— promiennicza, радіальная турбина, Radialturbine . . 819, 831, 943, 1145
— y stałka (kierownicza), направляющее колесо турбины, Leitrad der Turbine . . . . . 818
— y wirnik, рабочее колесо турбины, Laufrad der Turbine . . . . . 818
Turbina **parowa**, паровая турбина, Dampfturbine 943 do 951, 1136 do 1147
— — naporowa (reakcyjna), реактивная пар. турбина, Reactionsdampfturbine, Ueberdruckdampfturbine . . 943, 1144
— — odrzutna (rozpędowa), активная паровая турбина, Strahldampfturbine, Actionsdampfturbine . . 943, 1144
Turbina **wodna**, водяная турбина, Turbine . . . . . 817 do 848
— — naporowa (reakcyjna), реактивная турбина, Reaktionsturbine, Ueberdruckturbine . . . . . 819, 822
— — o nastawianym ciśnieniu w szczelinie, турбина съ регуляціей давленія въ зазорахъ, Turbine mit Spaltdruckregulierung. . . 821, 823, 824
— — o nastawianym obszarze wlotu, турб. съ регуляціей сѣченія притока, Turbine mit Zellenregulierung 821, 823, 827, 836
— — odrzutna (rozpędowa), активная турбина, Strahlturbine, Actionsturbine, Freistrahlturbine . . . 819, 833

Liczby **chude** dotyczą stron **tomu I.**

Turbina wodna o przelocie postożkowym, конусовая турбина, Kegelturbine 821
— — o strumieniu ujętym, предѣльная активная турбина, Grenzturbine. 819
— — wysokospadna, турбина высокаго давленія, Hochdruckwasserturbine 826
**Twardości** skala mineralogiczna, минералогическая скала твердости, mineralogische Hartescala . . . . 78
— — żelaza i stali, таблица твердости желѣза, Härtescala von Eisen und Stahl . . . . . 69
**Twardziec** (*tw.*) (gorzej kwarzec, źle kwarc), кварцъ, Quarz 8, 78, 619, 537
**Twornik** (*el.*), якорь, Anker 812 i n., 692 704
— bębnowaty (*el.*), цилиндрическій якорь, Trommelanker . . . . . 821
— pierścieniasty, кольцеобразный якорь, Ringanker . . . . . 821
— uzwojony dwoiście, якорь съ двойной обмоткой, Stufenanker. . . 853
**Twornika** nawój, обмотка якоря, Ankerwicklung. . . . . 819, 846
— nawskrosie, прорѣзъ якоря, Ankernut. . . . . 816, 813, 845
— zwójka, шпуля якоря, Ankerabteilung, Ankerspule. . . . . 817
*Tybel p. Wsadka.*
**Tygiel** (*kuś*), тигель, Tiegel. . . . 505
**Tylnica** (*okr.*), ахтерштевень, рулевой штевень, Rudersteven. . . . . 458
*Tynk p. Wyprawa.*

U.

**Ucho**, ушко, Oese. . . . . 535
— przyburtowe statku (*okr.*), Klampe 485
**Uchybienie** odsuwu suwaka, погрѣшность отсѣчки золотника, Abweichung des Schieberweges. . . . . 892. 917
**Uczepka** (*bud.*), клямера, планка, Heft 183 i n.
**Uchwytka**, ручка, Handgriff. . . . 367
**Uderz** wodny, ударъ скопляющейся воды, Wasserschlag . . . . . 926
**Uderzenie** ciał sprężystych, ударъ, упругихъ тѣлъ, Stoss elastischer Körper. . . . . 213
— w cylindrach silników parowych, ударъ въ паровомъ цилиндрѣ, Schlag im Dampfcylinder . . 546, 870, 926
— strumienia wody, ударъ воды, Stoss des Wassers . . . . . 269
**Ugięcie**, прогибъ, Durchbiegung 373 do 410
**Układanka** kamienna, кладка изъ необдѣланныхъ камней, Steinpackung 259. 904
**Ukośnik** (*mat.*), ромбъ, Rhombus. . 131
**Ukres** (rozjazdowy) (*kol.*), контрольный столбикъ, Sperrzeichen, Merkzeichen 303, 314
**Ulatniak**, газообразователь, газовикъ, Vergaser (*sil. spal.*). 1081, 1091 i in.
**Ułamek** (*mat.*), дробь, Bruch 41, 73, T. 1 do 21
**Unur** śruby okrętowej, Tauchung der Schiffschraube. . . . . 510
**Uporność** magnetyczna (*el.*), гистерезисъ, Hysteresis . . . . . 785, 819 i n.
**Upust** (*wod.*), шлюзъ, Grundschleuse 265
**Urojona** wielkość (*mat.*), мнимая величина, imaginäre Grösse . . . . 45
**Usił** magnetyczny, магнитодвигательная сила, magnetomotorische Kraft. . 784
**Uskok** prężności pary, пониженіе давленія, Spannungsabfall 850, 863, 876 itp.
**Ustęp**, отхожее мѣсто, Abort 336; *p. r.* 210
**Uszczelka**, прокладка, Dichtungsplatte, Dichtungsring . . . 602, 582, 722
**Uszczelnienie**, уплотненіе, Abdichten 542 i n., 219, 722, 938
**Uszczerzak** (*kuś.*), Frischofen . . . 537
**Uszczerzanie** surówki (*kuś.*), Frischprocess . . . . . 558 i n.
**Usztywniak** narożny kotła, угловое скрѣпленіе котла, Eckversteifung des Kessels . . . . . 1032
**Ußlizg** śruby (*okr.*), слипъ, Slip . . 511
**Utłok** w tłoczarce (*kuś.*) (miara stłoczenia), величина сжатія, Zusammenpressungsmaas . . . . . 664, 666
**Uwięź** (masztu, komina), укрѣпленіе, Stag, Spannseil, Spanndraht 449 i n., 964
**Uwięzieł** (*okr.*), Poller . . . . . 486
*Uzbrojenie p. Osprzęt.*
**Uzębienie** cykloidalne, циклоидальное зацѣпленіе, Cykloidenverzahnung. 450
— ewolwentowe, эвольвентное зацѣпленіе, Evolventenverzahnung . . 455
— palczaste, цѣвочное зацѣпленіе, Triebstockverzahnung . . . . . 455
— prostoboczne, прямобочное зацѣпленіе, Geradflankenverzahnung . . 454
**Uzwojenie** twornika (lub magneśnicy) (*el.*), обмотка якоря, Ankerwicklung 812, 845
— dwuwskrośne, Einlochankerwicklung 845
— nabębenne, цилиндрическая обмотка, Trommelwicklung . . . . . 813
— papierścienne, кольцевая обмотка, Ringwicklung . . . . . 812
— oboczno posobne, параллельная обмотка рядомъ, Reihenparallelschaltung 814
— pętlicowe, петлевая обмотка, Schleifenwicklung . . . . . 813
— przełączne, Gegenschaltung . . . 853
— samomiarkujące, Selbstregelung durch d. Wicklung . . . . . 867
— wielokrotne oboczne, многократная параллельная обмотка, mehrfache Parallelschaltung. . . . . 813


Liczby **tłuste** dotyczą stron **tomu II.**

## V.

*Vernier p. Drobnomiar.*
**Vignole'a** szyny kolejowe . . . . 275
*Volty łuk (el.) p. Łuk prądny.*

## W.

**Waga** pomostowa, вѣсы, Bruckenwage 339
— ciał sypkich i układanych w warstwy, вѣсъ сыпучихъ тѣлъ, Gewicht geschichteter Körper . . . . . 12
— pary, вѣсъ пара, Dampfgewicht 301, T. 302
— własna tworzyw budowlanych, собственный вѣсъ строительныхъ матеріаловъ, Eigengewichte der Baustoffe . . . . . *p. a.* 628; *p. n.* 627
Wagi jednostki w różnych krajach, вѣса различныхъ странъ, Gewichte verschiedener Länder . . . . . 943
**Wagon** doprzęgny (*kol.*, *el.*), Anhängewagen, Anhänger. . . . . 905
— elektryczny, elektrischer Wagen 905, 910
— kolejowy, вагонъ, Wagen 409 do 426; 427
— niekryty, открытый вагонъ, полувагонъ, offener Wagen . . . . 425
— pomocny, вспомогательный вагонъ, Hilfswagen . . . . . 426
— pomostowy, платформа, Plattformwagen . . . . . 425
— roboczy, балластная платформа, Bauwagen. . . . . 426
— silnikowy, Motorwagen. . . . . 905
— tłomokowy (brankard), багажный вагонъ, Gepäckwagen. . . . . 423
Wagonu elektrycznego hamowanie, торможеніе вагона, Bremsung des elektrischen Wagens . . . . . 911
— podścienie, площадка вагона, Wagenplattform . . . . . 911
— towarowego zawartość, объемистость вагона, Inhalt der Wagenladung . 13
Wagonów oświetlenie, освѣщеніе вагоновъ, Wagenbeleuchtung. . . . 937
**Wagoniarnia**, вагонная сборная, Wagenreparaturwerkstatt . . . . . 435
**Wagonownia**, вагонный сарай, Wagenschuppen . . . . . 347, *p. r.* 210
**Wahacz**, балансиръ, Balancier . . . 874
**Wahadło** fizyczne, физическій маятникъ, physisches Pendel . . . . . 211
— kołowe, круговой маятникъ, Kreispendel . . . . . 203
— cykloidalne, циклоидальный маятникъ, Cykloidenpendel . . . . 204
— odśrodkowe (stożkowe), центробѣжный (коническій) маятникъ, Kegelpendel, Centrifugalpendel. . . . 205
— sekundowe, секундный маятникъ, Sekundenpendel . . . . . 203
**Wahak**, подвѣска, балансиръ, Schwinge 777, 918
— miarkownika, маятникъ регулятора, Regulatorpendel . . . . . 623 i n.
**Waka** szara (*tw.*), грауваккa, Grauwacke 81
**Wakumetr** (wskaźnik próżni), вакуумметръ, Vakuummeter . . . 771, 933
**Walcarka** czterostronna (*kuź.*), универсальный прокатный станъ, Universalwalzwerk . . . . . 570
— przygotowawcza, болваночный станъ, Vorwalzwerk . . . . . 569
— wykończająca, отдѣлочный станъ, Fertigwalzwerk . . . . . 570
Walcarski zespół, прокатные станы, Walzenstrasse . . . . . 569
**Walce** (*kuź.*), валки, Walze . . . . 569
**Walcowania** przebieg, процессъ прокатки, Walzprocess . . . . . 222
**Walcowiny** (zędra walcownicza) (*kuź.*), окалина, Zunder, Hammerschlag 537, 540, 447
**Walcownia** blach, прокатная для листовъ, Blechwalzwerk . . . . . 570
— drobnowalcująca, прокатные станы для желѣза мелкихъ сортовъ, Feineisenwalzwerk. . . . . 569
— drutu, проволокопрокатная, Drathwalzwerk . . . . . 569
**Walcownictwo**, прокатное дѣло, Walzwerkbetrieb . . . . . 569 do 571
**Walczak**, цилиндрическій корпусъ котла, cylindrischer Kesselkörper 967 i n., 385
**Walec** (*mat.*), цилиндръ, Cylinder 129, 134, 177, 190
Walec szosowy, машина для укатыванія mocce, Strassenwalze . . . . . 640
— a wydrążonego wytrzymałość, сопротивленіе полаго цилиндра, Festigkeit des Hohlcylinders . . . . 420, 1009
**Wał** koła wodnego, валъ водяного колеса, Wasserradwelle . . . . . 494
— korbowy, валъ кривошипа, Kurbelwelle . . . 557 i n., 520 i n., 1116
— napędny, приводной валъ, Transmissionswelle, Triebwerkwelle 494 do 496
— — główny, коренной валъ, Haupt-(antriebs)Welle . . 493 i n., 512, 522
— odporowy, Druckwelle . . . . . 523
— pusty (wydrążony), полый валъ, hohle Welle. . . . . 494, 496, 842
— stłaczany, компримированный валъ, komprimierte Welle . . . . . 496
— śruby okrętowej, валъ гребного винта, Schiffsschraubenwelle. . . . 523
— turbiny, валъ турбины, Turbinenwelle 494, 842, 948
— twornika (*el.*), ось якоря, Achse des Ankers . . . . . 828
— wykorbiony, колѣнчатый валъ, gekröpfte Welle. . . . . 559, 520
Wałów kąt skręcenia, уголъ кручения вала, Verdrehungswinkel der Welle. 495

**Wałów przegięcie**, прогибъ валовъ, Durchbiegung der Wellen. . . . 495, 548
— wydłużanie pod wpływem ciepła, удлиненіе валовъ отъ тепла, Wellenausdehnung durch die Wärme . . . 496
**Wałek**, роликъ, Rolle . . . . . 681
— wyprężający, натяжной роликъ, Spannrolle . . . . . 756
**Wanna**, ванна, Badewanne . . . . 199
**Wapień** (wapniak), известнякъ, Kalkstein 80, 537, 10, 13, 482, 334, 339, 540, 553
**Wapiennik**, известковая печь, Kalkofen 560
**Wapno**. известь, Kalk. . 88, 10, 18, 482
— wodotrwałe, гидравлическая известь, hydraulischer Kalk . . . . . 91
**Warstwa** przeciwwilgociowa (*bud.*), изоляціонный слой, Trockenschicht . 168
— obojętna (*wytr.*), нейтральный слой, neutrale Faserschicht . . . . . 352
**Warstwica** (*mier.*), горизонталь, Höhenkurve . . . . . 148
**Warstwiec** (*bud.*), деревянно-картонная крыша, Holzcement. . . . 179, 189
*Warsztat p. Wyrobnia.*
**Wat** (*el.*), уаттъ, Watt . . . . 194, 782
— ta równoległobok. . . . . 575
**Watnik** (*el.*), уаттометръ, Wattmesser 801, 835, 861
**Warunki** dostawy zeskładów (ustrojów) żelaznych, условія поставки желѣзныхъ конструкцій, Eisenkonstruktion-Lieferungsbedingungen . . . . 446
— — maszyn, условія поставки машинъ, Lieferungsbedingungen für Maschinen 1076
**Waryacye** (*mat.*), размѣщеніе, Variation 47
**Wchłon** (żarówek, łukówek) (*ośw.*), Energieverbrauch . . . . . 896 i n.
**Wciąg** bierny zwykły, полиспастъ съ ведомыми блоками, Lastrollenzug, umgekehrter Flaschenzug . 672, 726, 728
— czynny zwykły, обыкновенный полиспастъ, gewöhnlicher Triebrollenzug 672
— różnicowy, дифференціальный полиспастъ. Differentialflaschenzug . . 672
— ślimakowy, полиспастъ съ червякомъ, Schraubenflaschenzug . . . 673, 538
**Wciągniki**, грузоподъемные механизмы, Maschinentheile zum Lastheben . 519
**Wcinarka**, шпунтовый станокъ, Schlitzmaschine . . . . . 669
**Wechwyt** (*cz. m.*), останова, Sperrwerk 536
— zębaty, зубчатый останова, Zahngesperre. . . . . 536
— zakleszczający, зажимающій останова, Klemmgesperre . . . . . 537
**Wedmuch** (*kuź.*), дутье, Wind(einströmung). . . . . 561
**Weisbach'a** wzór oporów . . . . . 602
*Weksel p. Przejma* (*bud.*), *Rozjazd* (*kol.*).
*Wentylator p. Nawietrznik, Przewietrznik, Wietrznik i Wywietrznik.*
**Westmann'a** prażak, Westmannscher Röstofen . . . . . 538
**Węzgłowie** (sklepienia, łuku), (*bud., st. bud.*), пята свода, арки, Widerlager, Kämpfer. . . . . 167, 709, 733 i n.
**Węzgłownik** (sklepienia), опорный камень, Kämpferstein, Wiederlagerstein 733
**Węgiel**, уголь, Kohle 532 i n., 10, 13, 482, 789, 551, 913 i n.
— antracytawy, уголь антрацитъ, Antracitkohle . . . . . 533
— brunatny, бурый уголь, Braunkohle 532, 10, 323, 953 i n., 13, 482
— drzewny, деревесный уголь, Holzkohle. . . . . 533, 10, 323, 13
— gazowny, уголь богатый содержаніемъ газовъ, Gasreiche Kohle 533, 730, 913 i n.
— kamienny, каменный уголь, Steinkohle 532, 10, 322 i n., 953 i n., 13, 482, 619
— rozsypny, рухлый уголь, Sandkohle 533
— spiekalny, спекающійся уголь, Backkohle . . . . . 533
— zeskwarny, спекающійся уголь, Sinterkohle . . . . . 533
— urdzeniony (*ośw.*), Dochtkohle . . 899
**Węglownia**, угольная камера, сарай, Kohlenbanse, Kohlenlagerplatz, Kohlenbunker . . . . . 848, 482
**Węzeł** (*okr.*), узелъ, Knoten . . . . 490
**Wężowiec**, серпентинъ, Serpentin. 79, 10
**Wężownica** (*ogr.*), змѣевикъ, Rohrschlange 592, 605
**Wheatstone'a** mostek (*el.*), Уитстоновъ мостикъ, Wheatstonesche Brücke 798
**Whitwell'a** nagrzewnica (*kuź.*). . . 544
**Whitworth'a** gwint, нарѣзка Витворта, Whitworthsches Gewinde T. 427 i n., 1007
**Wiadukty**, віадуки. Thalbrücken *p. r.* 207
**Wiatrownica** (*bud.*), діагональ, Windstrebe . . . . . 178
**Wiatr** parcie, давленіе вѣтра, Winddruck 307, 475, 631, 647; *p. r.* 340
**Wiąz**, вязъ, Ulme. . . . . 114, 7
**Wiązar** (*bud., st. bud.*), стропильная ферма, Dachbinder 172, 175, 704 i n.
— trójkątnikowy, треугольная ферма, Dreieckbinder . . 172, 176, 705 i n.
**Wiązło** parowozu (gorzej: drąg sprzęgający osie par.) (*cz. m.*), сцѣпной шкворнъ у паровозовъ, Lokomotivkuppelstange . . . . . 399 i in., 564
**Widły** maźnicowe (*kol.*), буксовая рама, буксовая вилка. Achshalter. Achsgabeln . . . . . 415
**Wielki** piec, доменная печь, домна, Hochofen . . . . . 539 i n.
— — bezoporowy, д. п. со свободно стоящей шахтой, Hochofen mit freistehendem Schacht. . . . . 541

Liczby **tłuste** dotyczą stron **tomu II.**

**Wielkość** rozpędu (*mech.*), количество движенія, Bewegungsgrösse . . . 195
— zespolona (*mat.*), комплектная величина, komplexe Grösse . . . . 45
**Wielobok** przyspieszeń (*mech.*), многоугольникъ ускореній, Polygon der Beschleunigungen . . . . . 149
— sił (*mech.*), многоугольникъ силъ, Kräfteplan, Kräftepolygon . 161, 163
— sznurowy (*mech.*), веревочный многоугольникъ, Seilpolygon (Seilplan) 163, 361
**Wielokąt**, многоугольникъ, Vieleck 131, 175, 188
— foremny, правильный многоугольникъ, regelmässiges Vieleck . . . . T. 35
**Wielokątowanie** (*mier.*), съемка многоугольниками, Vieleckmessung . 142
*Wielokrążek p. Wciąg.*
**Wielopręd** (*el.*), многофазный токъ, Mehrphasenstrom . . . . 788, 838
**Wieniec** koła (*ca. m.*), ободъ колеса, Radkranz, Scheibenkranz 618, 464, 478, 842
— podporowy, podstawowy (*kol., st bud.*), поддерживающее кольцо, Tragring, Mauerring . . . . . 541, 722
**Wiertak**, сверло, Bohr . . . . . 656
**Wiertarka**, сверлильный станокъ, Bohrmaschine. . . . . 653
— żórawiowa, радіально-сверлильный станокъ, Radialbohrmaschine . . 656
**Wiertło**, спиральное сверло, Spiralbohr 656, 47
**Wieszar** (*bud.*), подвѣсная система, Hängewerk . . . . . 192, 723
**Wietrzak** (przewietrznik odśrodkowy, bąk), лопастной вентиляторъ, Centrifugalventilator, Schleudergebläse 781 do 788, 584
— o tłokach zębnikowatych, цилиндрическій вентиляторъ, Kapselgebläse 781, 799
**Wieża** chłodnicza, самоохлаждающаяся ptmetka, Popperturm . . . . . 941
**Więźba**, станина, кузовъ, кожухъ, Gerüst, Gestell, Gerippe 663, 674, 688, 420 i t. p.
**Więzienie** (*bud.*), тюрьма, Gefängniss 200
**Wilgotność** powietrza, влажность воздуха, Feuchtigkeitsgrad der Luft 573
*Winda p. Dźwigarka.*
*— osobowa p. Dźwig osobowy.*
**Winkler'a** obciążenia zastępcze mostów 637
**Wiórarka** kołowrociasta, дерево-строгальный станокъ съ вертикальною осью, Holzsternhobelmaschine, Flügelhobelmaschine . . . . . 668
— zwykła (walcowa), деревострогальный станокъ съ горизонтальною осью, Walzenholzhobelmaschine . 668
**Wirnik**, вращающееся колесо, вращающаяся часть, Laufrad, Läufer, Rotor 763, 781, 818, 843, 859 i t. p.
**Wirowanie** ciała (*mech.*), движеніе тѣла около оси, Rotation . . . . . 208
**Wirszak** (*okr.*), брамстенга, Bramstänge 498 i n.
**Wirszel** (*okr.*), бромбрамсель, Oberbramsegel . . . . . 499 i n.
**Wisność** (ciągliwość), тягучесть матеріала, Zähigkeit . . . . . 329, 51 i n.
**Witryol** niebieski (siarczan miedziowy), мѣдный купоросъ, Kupfervitriol . 109
**Wkręt** (szynowy) (*kol.*), шурупъ (рельсовый), рельсовый винтъ, Tirefond, Schwellenschraube 437, 284; *p. r.* 59, 209, 282
**Wkrętka**, шурупъ, Holzschraube . . 437
**Wlot** (pary, cieczy), впускъ, Einströmung 781, 805, 726, 887
— pozwrotowy (*sil.*), Nacheinströmung 752, 794
— przedzwrotowy (*sil.*), предвареніе впуска, Voreinströmung 752, 849, 870, 888
**Wlotka** (okienko wlotowe) (*sil.*), впускное окно, Einlassöffnung. . 881 i n.
**Wlotnica** (*sil. wod.*), направляющій приборъ, Einlaufvorrichtung 811; 821, 836
**Właz** (kotła, studzienki), лазъ, Mannloch 717, 1033; *p. n.* 1060; *p. r.* 1051
**Włącznik** (*el.*), включитель, Einschalter 852, 861
**Włóki** (płozy), полозья, Kufe . . . 220
**Wobllć** (wykonać obłuczynę ku wnętrzu), выгнуть бортикъ во внутрь, einhalsen, einkrempen . . . . . 1025
*Woda hygroskopijna p. Woda nawilżająca.*
**Woda** nawilżająca, гигроскопическая вода, hygroskopisches Wasser 532 i n., 321, 1073
— pogazowa (*gaz.*), амміачная вода, Ammoniakwasser . . . . . 913
— uniesiona w parze, вода увлекаемая паромъ, durch Dampf mitgerissenes Wasser . . . . . 954
Wody jakość, качество воды, Wasserbeschaffenheit . . . . . 340
— rzecznej pomiary, объемъ воды, Wassermessung . . . . . 272
— zasilającej pomiary, объемъ питательной воды, Speisewassermessung 1070
— rozszerzalność, Ausdehnung des Wassers . . . . . 602
— studzenie (*sil. par.*), охлажденіе воды, Rückkühlung. . . 940 i n., 1122
**Wodociągi** kolejowe, водоснабженіе, Wasserversorgung . . . . 339 i n., 435
**Wodnica** statku (*okr.*), ватерлинія, Wasserlinie . . . . . 459, 464 i n.
— zasadnicza statku (*okr.*), строевая (грузовая) ватерлинія, Konstruktionswasserlinie . . . . . 459
*Wodoskaz p. Kotła parowego wodoskaz.*

**Wodownia**, водоподъемное зданіе, Wasserstation . . 339 i n., *p. kol. r.* 211
**Wodzidło** (*cz. m.*), коромысло, Führung 569
— wtórne, добавочное коромысло, abgeleitete Geradführung . . 575, 919
**Wodzik** (*cz. m.*), главное коромысло, Hauptlenker . . . . . 571
**Wöhler'a** doświadczenia (*wyt.*), опыты Велера, Wöhlersche Versuche . . 343
**Wojłok**, войлокъ, Filz. . . . 594, 620
**Wolt** (*el.*), вольтъ, Volt . . . . . 782
**Woltamper** (*el.*), вольтамперъ, Voltamper 782, 801
**Woltnik** (*el.*), вольтметръ, измѣритель напряженія, Voltmesser . . 799, 861
**Wood'a** metal, металлъ Вуда, Woodsches Metall . . . . . 78
**Wozak** (*kol.*), тележка, Untergestell 405, 412
**Wozów** opory tarcia, треніе при движеніи телегъ, Wagenreibung . . . 219
**Wozownia**, экипажный сарай, Wagenschuppen . . . . . 201
**Wózek** dróżniczy (*kol.*), вагонетка для дорожныхъ мастеровъ, Bahnmeisterwagen . . . . . 426
**Wpływowa** (linia) (*most.*), линія вліянія, Einflusslinie, Influenzlinie 665 i n., 690
**Wprzęgło** (*kol.*), ухватъ, сцѣпной приборъ, Seilkupplung, Greifer. 441, 449
**Wpuściarka** do desek i bali, шпунтовый станокъ, Spundmaschine. . . . 668
— świdrowa, шпунторѣзный станокъ, Lan lochbohrmaschine . . . . 669
**Wpust**, выступъ, Feder 587, 603, 607, 722
**Wpustka**, углубленіе, Nut 587, 603, 607, 722
**Wpustówka** (*bud.*), фальцованная черепица, Falzziegel. . . 87, 170, 180
**Wręg** (*okr.*), шпангоутъ, Spante 458, 468
**Wrzeciono** śrubowe tłoczarki, винтъ винтоваго пресса, Spindel einer Schraubenpresse . . . . . 436
**Wsad** (*kuź.*), посадка, закладка, Einsatz 554 i n.
**Wsadka** (*bud.*), Dübel. . . . 163, 198
**Wsiad** stacyjny (*kol.*), перронъ, Bahnsteig . . . 330 i n., *p. r.* 210, 265
— — międzytorowy, промежуточный перронъ, Zwischenbahnsteig 330, 335, *p. r.* 210
**Wskaza** (*sil.*), индикаторная діаграмма, Indicatordiagramm . 868, 848, 1120, 703
— przekształcona, преобразованная діаграмма, rankinisiertes Diagramm . 871
Wskazy pełnota (spółczynnik pełnotliwości), коэффиціентъ полноты діаграммы, Völligkeit des Diagrammes 872, 1083, 1089
**Wskaziec** (*sil.*), индикаторъ, Indicator 848, 926, 1072
**Wskaźcowanie**, снимка діаграммъ, das Indicieren . . . . . 869, 1072, 1095
**Wskaźnica**, указательный дискъ, Zifferblatt . . . . . 754, 1050
**Wskaźnik** drogowy (*kol.*), путевой знакъ, *p. r.* 209
— głębizny (*gór.*), указатель глубины копи, Teufenzeiger . . . . . 754
— *mocy p. Watnik.*
— rozsuwu fal (*el.*), указатель передвиженія фазъ, Phasenmesser . . . 836
**Wspion** statku (*okr.*), Aufkimmung des Schiffes . . . . . 460
**Wspora** (*bud.*), перила, Geländer 190, 198
**Wspornik**, кронштейнъ, Konsole 518, 672 i t. p.
**Wstawa** (sin) (*mat.*), синусъ, Sinus T. 26, 27
**Wstawka** (rozjazdu) (*kol.*), Schaltstück . . . . . 316, 332 i n.
**Wstrzymnik** (*cz. m.*), механизмъ для остановки, Sperr- und Bremswerke 536, 673, 678
*Wtryskacz p. Smoczek*
**Wyciąg** (kopalniany), подъемная машина, Fördermaschine . . . . . 738
**Wyciąggarka** (*gór.*), подъемный механизмъ, Fördertriebwerk . . 748, 749
*Wyciągnięcie p. Rozciągnięcie trwałe.*
**Wycinek** koła (*mat.*), круговой секторъ, Kreisausschnitt . . . 132, 175, 189
— kuli (*mat.*), шаровой секторъ, Kugelausschnit . . . . 136, 178, 191
**Wyczystka**, отверстіе для чистки, промывательный люкъ, Reinigungsöffnung 391, 924 i t. p.
*Wydłużalność linijna p. rozszerzalność.*
**Wydłużenie** (*wytr.*), удлиненіе, Dehnung 329
**Wydłużka** (rura), компенсаторъ, Kompensationsrohr, Federrohr 578, 927, T. 599
— dławnicowa, сальникъ въ трубопроводѣ, Stopfbüchsenrohr 578, 722, 927
**Wydłużnik** szynowy (*kol.*), Schienenauszug. . . . . 293
*Wydmuch p. Palenisko wydmuchowe.*
**Wydych** (*sil.*), уходъ отработавшихъ паровъ и газовъ, Auspuff . . 869, 1093
**Wydyszak** (exhaustor) (dyszak wysysający), высасывающій пароструйный вентиляторъ, Saugdampfstrahlgebläse 781
**Wydyszyny** (*sil. spal.*), отработавшіе газы, Abgase . . . 1094, 1117, 1124
**Wygazowanie**, дестилляція, перегонка, trockene Destillation . . . 913 i n.
**Wygaźnia**, зданіе для ретортъ, Retortenhaus . . . . . 919
**Wygaźnica** (*gaz.*), реторта, Retorte 533, 918
**Wykięs** pokładu (*okr.*), Balkenbucht. 460
**Wykładnik** (*mat.*), основное число, Exponent . . . . . 44
**Wykładzina**, футеровка, Futter 961 i t. p.
**Wykraplarka** smaru, смазывающій капаньемъ приборъ, Schmiertropfapparat 926, 930

Liczby **tłuste** dotyczą stron **tomu II.**

**Wykratowanie**, обрѣшетка, раскосы, Verband, Gitterwand . . . 707, 736
**Wykres** (rysowany ręcznie), діаграмма, Diagramm . . . . . 848
— ciepła, діаграмма теплоты, Wärmediagramm . . . . . 1129
— cieplika całkowitego, діаграмма полной теплоты, I. S.-Diagramm . . 1131
— objętości, діаграмма объемовъ, Raumdiagramm . . . . . 874 i n.
— pracy, діаграмма работы, Arbeitsdiagramm . . . . . 1129, 326
— przekrojowy (*mier.*), масштабъ профилей, Profilmassstab . . . . 247
— suwakowy, золотниковая діаграмма, Schieberdiagramm . . . . 885 i n.
— zjednoczony (rankinizowany), сопряженная діаграмма, Gesammtdiagramm 871
**Wykresowa** drogi tłoka, кривая хода поршня, Kolbenweglinie . . . . 876
**Wykrzyżniak** (*bud.*), крестъ, Kreuzstake 191
**Wylot** (lepiej: wytrysk), наконечникъ, Mundstuck . . . . . 245, 268, 838
— przedzwrotowy (*sil.*), предварение выпуска, Vorausströmung . 849, 869, 888
— rurowy, насадка, Ansatzrohr . . 245
— stawideł (rozrządczych), выходъ, Ausströmung . . . 781, 805, 726, 887
— (lepiej: wytrysk) węża przeciwpożarnego, наконечникъ пожарнаго рукава, Feuerschlauchmundstück . . 269
— (lepiej: wypływ) żłobowy (żłobkowy), желобъ, Ansatzgerinne . . 245, 246
**Wylotka** (okienko wylotowe), выходное окно, Ausströmöffnung. . . 881 i n.
**Wylotnia**, дифузоръ, Auslaufraum (Diffuser) . . . . . 783, 784, 884
**Wyłącznik** (*el.*), выключатель, Ausschalter . . . . . 861
— niedomiarowy (*el.*), Minimal-Ausschalter . . . . . 861
**Wymiana** powietrza (*ogr.*), обмѣнъ воздуха, Luftwechsel . . . . 572 i n.
**Wymiarka**, маштабъ, Massstab 212, 231, 240, 252
**Wymijanka** (*kol.*), разъѣздъ, Ausweichstelle . . . . . 331, 452, p. r. 206
**Wymykadło**, расцѣпляющее приспособление, Auslösevorrichtung. . . . 755
**Wynagrodzenie** za prace techniczne, вознагражденія за технические работы, Gebühren für technische Arbeiten. . . . . 965
**Wynalazki**, изобрѣтенія, Erfindungen 970
**Wynios** burty (*okr.*), Freibord . . . 460
**Wyoblić** (wykonać obłuczynę na zewnątrz), выгнуть бортикъ наружу, ausbalsen, auskrempen . . . . . 1025
**Wypęczenie** (*wyt.*), выпираніе сѣченія, Querdehnung, Querausbauchung 329, 1027, 47 i t. p.
**Wypływ** (cieczy), истеченіе жидкости, Ausfluss . . . . . 239
**Wyporność** (*okr.*), водоизмѣщеніе, Wasserverdrangung, Deplacement 238, 460
**Wypór** (wody, cieczy) (*mech.*), давленіе снизу вверхъ, Auftrieb, Deplacementskraft . . . . . 237, 460
**Wyprawa** (*bud.*), штукатурка, Putz 87 i n., 158
— (*kuś.*), обмазка, футеровка, Futter 560 i t. p.
**Wyprąduianie** zasobnika (*el.*), разряженіе аккумулятора, Entladen des Sammlers . . . . . 806
**Wyprężak** śrubowy, натяжный приборъ, Schraubenschluss. . . 172, 178 i in.
**Wyprzeń** (objętość) (*okr.*), водоизмѣщеніе, Deplacement. . . . . 460, 463
*Wypręgnik p. Sprzęgnik.*
**Wyrcburgskie** normy o próbach tworzyw kotłowych, вирцбургскія нормы, Würzburger Normen . . . . 63
**Wyrobnia**, мастерская, Werkstatt 204 itp.
**Wyrówniarka**, строгальный плахтопальный станокъ, Abricht(hobel)maschine . . . . . 668
**Wyróżnik** (*mat.*), инваріантъ уравненія, Diskriminante . . . . . 102
**Wyrzynarka**, фигурная пила, Decoupirsäge, Schweifsäge . . . . . 668
**Wysięg** (łożyska, żórawia i t. p.), вылетъ, Ausladung . . . . . 518, 679
*Wysięgnica, wysięgnik p. Żórawia wys.*
**Wysiłl** (siła pociągowa), усиліе тяги, Zugfähigkeit . . . . . 803
**Wysokość** ciśnienia, высота давленія, напоръ, Druckhöhe 239, T. 248; 272
— prędkości, скоростной напоръ, Geschwindigkeitshöhe . . . 239, T. 146
— tarcia (oporu w przewodach), высота потери напора, Druckhöhenverlust 240, T. 248
**Wysypnik**, воронка, Ablaufschurre . 756
**Wysuwanie** tłoka, ходъ поршня впередъ, Kolbenweg für den Hingang 883
**Wyśrodkować** (wyosiować), центрировать, centrieren, ausbalancieren 713, 949
**Wytaczadło**, приборъ для расточки, Bohrspindel, Bohrvorrichtung . . 920
**Wytaczarka** (do cylindrów), станокъ для расточки, Cylinderbohrmaschine . 657
*Wytężenie największe p. Naprężenia główne.*
**Wytrysk** (*hydr.*), наконечникъ, Mündung 245, 268, 838
**Wytrzymałość** na ciągnienie, сопротивленіе растяженію, Zugfestigkeit 328, 331 i n., 342 i n., 47 i in.
— na ciśnienie, сопротивленіе сжатію, Druckfestigkeit 329, 331 i n., 342 i n., 47 i in.
— na cięcie (przesuwanie), сопротивленіе сдвиженію, Schubfestigkeit 330, 349

Wytrzymałość na gięcie (przeginanie), сопротивление изгибу, Biegungsfestigkeit . . . . . 330, 351, 53 i in.
— prętów prostych, сопротивление прямыхъ брусьевъ, Festigkeit gerader Stäbe . . . . . 342
— na skręcanie, сопротивление скручиванію, Drehungsfestigkeit 330, 396
— na wyboczenie, сопротивление продольному изгибу, Knickfestigkeit 345
— złożona, сложное сопротивление, zusammengesetzte Festigkeit . . . 399
Wytrzymałości równej (jednostajnej) ciało, тѣло равнаго сопротивленія, Körper gleicher Festigkeit . . . . . 342
**Wywadniarka** (kopalniana), водоподъемная машина, Wasserhaltungsmaschine . . . . . 762, 773, 774
— bezżerdzinowa (w. podziemna), водоподъемная машина безъ штангъ, Wasserhaltungsmaschine ohne Gestänge . . . . . 779
**Wywietrznik** (przewietrznik wysysający), всасывающій вентиляторъ, saugender Ventilator. . . . 781 i n., 584
**Wywiewnik** (lep. wywiewka), вытяжное отверстіе, Luft-Abzugöffnung 346, 587
**Wywłaszczenie** gruntu, отчужденіе земли, Enteignung der Grundstücke *p. n.* 224, *p. r.* 206
**Wyznacznik** (*mat.*), опредѣлитель, Determinante . . . . . 47
**Wyż** boczna statku (*okr.*). Seitenhöhe des Schiffes . . . . . 460
— prześwitna statku (*okr.*), Raumtiefe 460
**Wyżak** (*okr.*), марсстенга, Marsstänge 498 i n.
**Wyżarzanie**, отжариваніе. Ausglühen 437 56 i t p.
**Wyżarzak** (*kuź.*), калильная печь, Glühofen . . . . . 567
**Wyżel** (*okr.*), марсель, Marssegel 499 i n.
**Wzbuch** (*sil. spal.*), взрывъ газовъ, Verpuffung. . . . . 1091 i n.
**Wzbuchliwość** gazu, способность взрыванія газа, Verpuffbarkeit des Gases . . . . . 914
**Wzbudzanie** magnetyzmu, магнитная индукція. magnetische Induktion . 785 818, 831, 873 i in.
**Wzlot** swobodnego strumienia wody, высота подъема свободной водяной струи, Steighöhe des freien Wasserstrahles . . . . . 268
**Wzniecenie** (*el.*), электрическая индукція, elektrische Induktion . . . 794
**Wznios** burty (*okr.*), высота верхней палубы надъ ватерлиніею, Freibord 479

## Y.

**Yarrow'a** kocioł, Yarrowscher Kessel 530

## Z.

**Zabier**, захватъ, Mitnehmer. . . . 540
**Zabiernica** przedmuchowa, продувной элеваторъ, Duckhamscher Elevator 651, 759, 762
**Zacisk** ochwytczy (*kol.*), обжимное кольцо, Klammerring . . . . . 360
— wpustowy (*kol.*), зажимное кольцо, Sprengring . . . . . 360
**Zacistka** (*kol.*), Klemmplatte . 290, 309
**Zadzior**, заусеница, Grat. . . . . 447
**Zagiętka** (*bud.*), фальцъ, Wulst, Falz 185 i n.
**Zagłęb** statku, осадка судна, Tiefgang 459
**Zagrzewanie** się magneśnicy (*el.*), нагрѣвъ корпуса динамо, Erwärmung des Magnetgestells . . . . . 825
— — przetworników (*el.*), нагрѣвъ трансформаторовъ, Erwärmung der Transformatoren . . . . . 859
— — przewodów sieci (*el.*), нагрѣвъ проводовъ, Erw. der Leitungen 837, 879
— — rozprądnicy (*el.*), нагрѣвъ динамо для перемѣннаго тока. Erwärmung der Wechselstrommaschine . 886
— — twornika (*el.*), нагрѣвъ якоря, Erwärmung des Ankers . . 819 i n.
**Załomka** (rura), scharfes Knie-Stück. 827
— palnikowa (*ośw.*), Brennerknie . . 928
**Zamek** do lin, связь для соединенія канатовъ, Seilschloss. . . . 481, 486
— obrotnicy (*kol.*), остановъ, Feststellvorrichtung. . . . . 321
**Zamiana** miar, перемѣна мѣръ, Verwandlung der Masse . . . . . 952
— wag, переводъ вѣсовъ, Verwandlung der Gewichte . . . . . 960
**Zanur** (*sil. wod.*), мѣра погруженія, Eintauchtiefe . . . . . 811, 819
**Zanurzenie** koła wodnego, погруженіе колеса, das Waten . . . . . 806
**Zaoblenie** (wypukła zaokrąglona krawędź lub wygięcie na rurze, dnie, szynie i t. p.), закругленіе, кривая часть между отогнутыми частями трубъ, Abrundung, Kröpfung, Krempung, Umbördelung. . 276, 1025, 1026
**Zapad** teatralny (zapadanka), сценическій опускной механизмъ, Versenkvorrichtung im Teater. . . . . 784
**Zapadka** (obrotnicy i t. p.), защелка, Klinkhaken . . . . . 321
**Zapłon** (*sil. spal.*), воспламененіе, Zündung . . . . . 1091 i in.
**Zapłonka** (*sil. spal.*), калильная трубка, Glühzünder, Zündrohr. . 1080, 1081
**Zapłonnik** odrywkowy (*sil. spal.*), электрическій воспламенитель, Abreisszünder . . . . . 1103, 1107 i n.
**Zapobieżnik** (bezpiecznik zapobiegający), предохранительный приборъ, Sicherheitsvorrichtung 678, 706, 715, 754

**Zapór** torowy (*kol.*), Gleissperre, Vorlegeklotz . . . . . 334
**Zaprawa** (*kuś.*), обмазка, футеровка, Futter . . . . . 560
— (*bud.*), растворъ, Mörtel 87 i n., 157 i n., 169, 197
— cementowa, цементный растворъ, Cementmörtel. . 169, 90 i n., 334, 339
— gliniana, глиняной растворъ, Lehmmörtel . . . . . 87, 1035
— napowietrzna, воздушный растворъ, Luftmörtel . . . . . 87
— podwodna, гидравлическій растворъ, Wassermörtel, hydraulischer Mörtel . . . . . 90, 94
— wapienna, известковый растворъ, Kalkmörtel. . . . 88, 197, 334, 339
**Zasadnik** (*gaz., ogr.*), Krampe . . . 928
**Zasiek** węglowy, Kohlenbanse . . . 348
**Zasilanie** kotłów parowych, питаніе паровыхъ котловъ, Speisung der D.-Kessel 1041, 1070, *p. a.* 1063; *p. n.* 1055, 1060, 1062; *p r.* 1050
**Zasobnia** (*el.*), помѣщеніе аккумуляторовъ, Akkumulatorraum . . . . 806
**Zasobnik** (energii elektrycznej), аккумуляторъ, elektrischer Akkumulator. elektrischer Sammler . . . . . 802
— ów nastawianie, регулированіе аккумуляторовъ, Regelung der Akkumulatoren . . . . . 867
— rzesza, батарея аккумуляторовъ, Akkumulatorenbatterie. . 802, 868 i n.
— — wyrównawcza, уравнительная батерея аккумуляторовъ, Pufferbatterie 869, 906
**Zaspy** (zawiowy) śnieżne, снѣжный заносъ, Schneeverwehung 206, *p. r.* 207
**Zassawanie** wody, начатіе всасыванія, Ansaugen . . . . . 934
**Zastrzał** (*bud.*), раскосъ, укосина, Strebe 168, 192, 679, 924
**Zasuwa**, задвижка, заслонка, Absperrschieber. . . . 253, 584, 612, 1039
**Zasyp** (wielkiego pieca, żeliwiaka), засыпка, Beschickung. . 539, 542, 552
**Zawartości** pól (*mier.*), опредѣленіе площадей . . *p n.* 148, *p. r.* 148
**Zawieradło**, запорный приборъ, Absperrvorrichtung . . . . . 253
— ciągu w kanałach spalinowych, заслонка для дымоходовъ, Zugabspervorrichtung . . . . . 1039
**Zawitka** (*bud.*), Wulst. . . . . 186
**Zawór**, клапанъ, Ventil 605, 608, 795, 926, 1041, 1117
— bezpieczeństwa, предохранительный клапанъ, Sicherheitsventil 1040, 298, 890, 926, 519, *p. a.* 1063; *p. n.* 1056; *p. r.* 1050, 215
— dmuchaw, клапанъ воздуходувокъ, Ventil der Gebläsemaschinen . . 795
Zawór dolotowy (*sil. spal.*), впускной клапанъ, Anlassventil . . . . . 926
— dopowietrzający, воздуховпускной клапанъ, Luftzulassventil. . . . . 771
— dozorczy (gorzej: próbny), пробный кранъ, Probierventil . . . 771, 1044
— dzwonowy, колачный клапанъ, Glockenventil, Doppelsitzventil. . . 613
— z grzybkiem płaskim, тарелчатый клапанъ, Tellerventil . . . 253, 608
— — stożkowatym, коническій клапанъ, Kegelventil. . . . . 253, 611
— kątowy, угловой клапанъ, Eckventil 254, 612
— z klapką, клапанъ съ заслонкой, Klappenventil. . . 253, 546, 608, 937
— o kuli, паровой клапанъ, Kugelventil 253, 608
— mieszankowy (*sil. spal.*), смѣшивающій клапанъ, Mischventil . 1080 i n.
— nastawny, запоръ, запорный клапанъ, Absperrventil . . . . . 253, 612
— odciążony, уравновѣшенный клапанъ, entlastetes Ventil . . 665, 726, 795
— odpowietrzający, воздуховыпускной клапанъ, Entlüftungsventil . . . 722
— pierścieniowy, кольцевой клапанъ, Ringventil . . . . . 612
— piętrowy, многоэтажный клапанъ, Etagenringventil, Stufenringventil 612, 797
— przelotowy, обыкновенный запорный клапанъ, Durchgangsabsperrventil 612
— rozruszny, клапанъ для пуска въ ходъ, Anlassventil . . . . 870, 926
— o ruchu spętanym, клапанъ несвободнаго хода, zwangläufiges Ventil 798, 796
— samoczynny (wsteczny, zwrotny), самодѣйствующій клапанъ, selbsttätiges Ventil 691, 720, 733, 1041, 1050, 1063
— samodziałający, самозакрывающійся клапанъ, selbstschliessendes Ventil, Rohrbruchventil . . . . . 613
— ssawny, всасывающій клапанъ, Saugventil . . . . . 795, 936
— smoka, сосунный клапанъ, Fussventil 767
— tłoczkowy, поршнеобразный клапанъ, Kolbenventil . . . . . 798
— tłoczny, нагнетательный клапанъ, Druckventil. . . . . 795
— wlotowy (*sil.*), впускной клапанъ, Einlassventill . . . . . 945, 613
— wodzony, направляемый клапанъ, Lenkerventil . . . . . 796
— *wsteczny p. Zawór samoczynny.*
— wydychowy, клапанъ для выпуска отработанныхъ газовъ, Auspuffventil 1091, 1094, 1119 i in.
— *zwrotny p. Zawór samodziałający.*

**Zaworów** naciąż, нагрузка клапановъ, Ventilbelastung . . . . . 795
**Zawrat** (*bud.*), площадка, Podest . . 190
**Zazębienie**, зубчатое зацѣпленіе, Verzahnung . . . . . 448
**Ząb** daszkowy (lep. daszkowaty) (*cz. m.*), угловые зубья, Pfeilrad . . . . . 463
— drewniany (*cz. m.*), деревянный зубецъ, Holzzahn . . . 460, 462, 466
— podtaczany (*obr.*), подрѣзанный зубецъ, hinterdrehte (h. fräste) Zähne 657
— skórzany (*cz. m.*), кожаный зубецъ, Rohhautzahn . . . . . 466, 707
— twornika (*el.*), выступы якоря, Zähne des Ankers . . . . . 817
— wechwytu (*cz. m.*), зубецъ останова, Sperradzahn . . . . . 536
Zęba grubość, толщина зубца, Zahnstärke 450, 462
— szerokość (źle: długość), ширина зубца, Zahnbreite (wadliwie: Zahnlänge) 459, 460, 461
— kształt (obrys, zarys), очертаніе зубца, Zahnprofil, Zahnform 230, 450, 657
— pień, основаніе зубца, Zahnfuss . 452
— wierzchołek, головка (выступъ) зубца, Zahnkopf . . . . . 452
— wysokość, высота зубца, Zahnhöhe (wadliwie: Zahnlänge) . . . . . 452
Zębów linia przyporu, линія зацѣпленія зубцовъ, Eingriffslinie der Zähne. 450
— łuk przyporu, Eingriffstrecke . . 452
— — wchwytu (zazębienia), дуга зацѣпленія, Eingriffsbogen. . . . . 452
— okres wchwytu, продолжительность зацѣпленія, Eingriffsdauer . . . 452
— wrąb, промежутокъ между зубцами, Zahnlücke . . . . . 450, 453
**Zbieralnik** (dzwon parowy parowozu), паровой колпакъ, Dampfdom . . 385
**Zbieżność**, уклонъ, Neigung, Anzug 424, 446, 466
**Zbiornik** *gazu główny p. Gazieniec.*
— tłokowy (akumulator), аккумуляторъ, Druckwassercylinder (Akkumulator) 719
— wody, водоемный бакъ, Wasserbehälter 340, 718
— — chłodzącej (*sil. spal.*), бакъ для охлаждающей воды, Kühlwassergefäss 1122
**Zbożownia** (silo), силосъ, элеваторъ, Silospeicher . . . . . 787
**Zczepik** (*bud.*), якорь, Dübel . . . 157
**Zdawa** (*el.*), щетка, Bürste . . . . 827
**Zderzak** (*kol.*), ударный приборъ, буферъ, Stossvorrichtung, Puffer . 367
— a pochwa, буферный стаканъ, Pufferkorb . . . . . 367
— tarcza, буферная тарелка, Pufferteller 367
— tłuczek, буферный стержень, Pufferkopf . . . . . 367
**Zderzenie** się (uderz) wody z ciałami stałemi, ударъ воды о твердыя тѣла, Stoss des Wassers gegen feste Körper . . . . . 269
**Zdjęcie** miernicze, съемка, Aufnahme 241 i n.
**Zdrój** stacyjny (*kol.*), Trinkbrunnen . 336
**Zdzierak** (narzędzie do zdzierania grubego wióra), рѣзецъ для грубой обработки, Schruppstahl. . . 654, 657
**Zendra**, окалина, Hammerschlag 537, 540, 447
**Zespora**, жесткая связь, steifer Zuganker 1107, 285, 303 i t. p.
**Zespórka**, распорный болтъ, Stehbolzen 420, 1011, 1008, 1032, 428, 381
**Zestaw** kół (*kol.*), колесный скатъ, Radsatz . . . . . 362, 400
— ów parowozowych wiązanie, сцѣпленіе осей паровоза, Kuppeln der Radsätze . . . . . 401, 376
**Zesuwnia** na węgiel (*kol.*), свалочный помостъ, Kohlenrutsche . . 348, 338
**Zetknia**, стыкъ, Stoss . . . . 720, 1028
**Zetownik**, желѣзо Z, Z-eisen . T. 30, 36
**Zeunera** tablica dla pary wodnej, таблица Цейкера для водянаго пара, Zeunersche Dampftafel. . . . . 288
**Zębnica** (drąg zębaty), зубчатая рейка, Zahnstange. . . . . 454, 456
**Zębnik** (*cz. m.*), Triebling . . 454. 674
*Zędra p. Zendra.*
**Zęza** окрѣту, Bilge . . . . . 458
**Zgar** (*kuź., ośw.*), угаръ, Abbrand 554 i n., 899
**Zgorzyny**, Abbrand . . . . . 537, 540
*Zieleniec p. Dyabaz.*
**Ziemia** (kula ziemska), земной шаръ, Erde, Erdball . . . . . 6, 146
— nasypowa, насыпная земля, Schüttboden . . . . . 730
Ziemi dobywanie, добыча земли, Erdgewinnung. . . . . 260
— przewóz, перевозка земли (перемѣщеніе земли), Erdförderung. . . 262
— rodzaje, породы земли, Erdarten . 82, 730
Ziemne roboty, земляныя работы, Erdarbeiten. . . . . 259 i n.
Ziemnych mas obliczenia (*mier.*), опредѣленіе объемовъ массъ грунта, Massenermitlung . . . . . 250
— — rozmieszczenie, распредѣленіе земляныхъ работъ, Massenverteilung 251
*Zleiwo p. Żelazo zlewne.*
**Zlepieniec**, конгломератъ, Konglomerat 81
**Zlewnik** (*kuź.*), Mischer . . . . . 559
**Zliplak**, сварочная печь, Schweissofen 568
**Zlipianie** elektryczne, электрическое свариваніе, elektrisches Schweiss-Verfahren . . . . . 790

**Zład**, инсталяція, устройство, Installation, Anlage . . 594, 583, 799 i t. p.
**Złamanie** (*wytr.*), изломъ, Bruch . . 330
**Złącze**, соединеніе, Verbindung 623, 1012, 292, 549 i t. p.
**Złączka** (do rur), Gasrohrmuffe, Doppelt-Muffe . . . . . 583, 927
— (*cz. m.*), соединительная тяга, Koppel 573, 916
**Złączniak**, часть для соединенія, Verbindungsstück . . 424 do 447, 621, 929
**Złącznik** gazowy, газовая фасонная часть, Gas-Fitting . . . . 587, 927
**Zmiany** stanu skupienia ciał, измѣненіе состоянія тѣлъ, Aenderung des Aggregatzustands . . . . . 319
— stanów (pary i gazów), измѣненіе состоянія, Zustandsänderung 285, 1127, 326
*Zmieniak p. Suwaki.*
**Znamienna** biegu jałowego (*el.*), характеристика хода порожнемъ, Leerlaufcharakteristik . . . . . 848
— sprądnicy (*el.*), характеристика динамо, Charakteristik der Gleichstromdynamo . . . . . 810
— skrótowa (*el.*), характеристика короткаго замыканія, Kurzschlusscharakteristik . . . . . 849
**Zosobnienie** (*el.*), изолированіе, уединеніе, Isolation, Isolierung . . . . 829
**Zrównanie** wagi liny, уравновѣшеніе каната, Seilausgleichung an Fördermaschinen . . . . . 748
**Zrzutnica**, приспособленіе для сбрасыванія, Abwurfvorrichtung . . . 756
**Zwężenie** jednostkowe (*wytr.*), поперечное сжатіе, Querzusammenziehung 327
**Zwężka**, переходная труба, редукціонная труба, R-stück, verjüngte Muffe, Reduktionsmuffe . . . . . 583, 927
**Związki** chemiczne, химическія соединенія, chemische Verbindungen . 1
**Zwierciadełko** *dajkątne* (*mier.*) *p. Dajkąt dwuzwierciadełkowy.*
— wiszące (*mier.*), зеркало, Pendelspiegel . . . . . 134
**Zwis** przewodu elektrycznego, провѣсъ проводниковъ, Durchhang . . . 891
**Zwolnienie** ruchu (*mech.*), замѣдленіе, Verzögerung . . . . . 143
**Zwora** (ściąg), стяжка, Spannstange . 924
**Zwójka** (*el.*), шпуля, Spule 841, 845 i in.
— odstajna (*el.*), übergreifende Spule 846
— przyleżna (*el.*), короткая шпуля, kurze Spule . . . . . 845
**Zwojnica** (*el.*), катушка, Solenoid des Maguetes . . . . . 901
**Zwornik** (sklepienia, łuku) (*bud.*), ключъ, Schlussstein . . . 167, 718, 733 i n.
**Zwrot** tłoka, мертвая точка, Todlage, Todpunkt . . . . . 794, 795, 884
**Zwrotnica** (*kol.*), стрѣлка, Weiche 303, 308
**Zwrotnik** (*kol.*), рычагъ на стрѣлкѣ, Weichenlenker, Weichenbock 302, 308
**Zwrotny** punkt (*mat.*), точка перегиба, Wendepunkt . . . . . 99
**Zwrotówka** (*kol.*), рельсъ стрѣлки, Weichenschiene . . . . . 302 i in.
**Zwyżka** przyburcia (*okr.*), Sprung des Schiffes . . . . . 460

## Ż.

**Żagiel**, парусъ, Segel . . . . 498, 502
**Żaglak** (*okr.*), Segelbaum . . . 498 i n.
**Żaglowiec** (*okr.*), парусное судно, Segelschiff . . . . . 457, 461
*Żaromierz p. Pyrometr.*
**Żarowisko** (*kuź.*), площадь пода, камера, Herd(fläche) . . . 554, 556 i in.
**Żarówka** (*ośw.*), калильная лампа, лампа накаливанія, Glühlampe . . 895 i n.
— bezpróżniowa, offene Glühlampe 895, 897
**Żarzywo**, Glühstoff . . . . . 895
**Żeberko** (odnoga poczekalna) (*kol.*) . 345
**Żebernik** (*ogr.*), ребристый элементъ, Rippenelement . . . . . 592
[natomiast: żebrówka = Rippenrohr].
**Żelazniak** brunatny, бурый желѣзнякъ, Brauneisenstein . . . . . 536
— czerwony, красный желѣзнякъ, Roteisenerz . . . . . 536, 538
— ilasty, глинистый желѣзнякъ, Thoneisenstein . . . . . 537
— łąkowy, болотная руда, Rasoneisenstein . . . . . 921
— magnetyczny, магнитная руда, Magneteisenerz . . . . . 536, 538
— węglowy, блекбандъ, Kohleneisenstein, Blackband . . . . . 537
**Żelazo**, желѣзо, Eisen 17, 533 i n., 8 i n., 482, 627, 314 i n., 331 i n., 620, 789
— a i stali dostawy przepisy, техническія условія на поставку..., Lieferungsbedingungen für Eisen und Stahl
prz związku hutników niem. 47 i n.,
prz. ministeryalne rosyjskie 57 i n.,
normy wyrcburskie 63 i n.
— ochrona od rdzy, предохраненіе желѣза отъ ржавленія, Rostschutz des Eisens . . . . . 66
— i stali skala twardości, шкала твердости желѣза и стали, Härtescala des Stahl und Eisens . . . . . 69
— zanieczyszczenia, примѣси желѣза, Beimischungen des Eisens . . . 19
**Żelazo** handlowe, желѣзо сортовое, Handelseisen . . . . . *p. n.* 55
— galwanizowane, гальванизированное желѣзо, galvanisirtes Eisen . . . 67
— kowalne, ковкое желѣзо, Schmiedeeisen . . . . . 18, 10, 620, 555
— *lane p Żeliwo.*

**Żelazo mostowe**, железо для мостовыхъ сооруженій, Bauwerkeisen **761**, *p. n.* **51**, *p. r.* **60**
— zlewne, lepiej: zleiwo, литое желѣзо. Flusseisen **18**, **558** i n., **10**, **627**, **314** i n., **331** i n., **620**, *p. n.* **52**, **601**; *p. r.* **60**; normy wyreburskie **64**
— spawalne (skowalne), lepiej: zlipne, сварочное желѣзо, Schweisseisen **17**, **558** i n., **10**, **627**, **314** i n., **331** i n., **620**, *p. n.* **51**, **601**; *p. r.* **61**; normy wyreburskie **63**
— — drobnoziarniste, мелкозернистое св. жел., Feinkorneisen . . . . **17**
— z zlipnego nawęglanie (nastalanie), закаливание, цементированіе желѣза, Verstählen (Cementieren) des Schweisseisens . . . . . **18**, **566**
**Żelaznobetonowe ustroje**, желѣзно-бетонныя сооруженія, Eisenbeton . **98**, **755**
**Żeliwiak**, вагранка, Kupolofen **554** i n., **562**, **787**, **800**
**Żeliwiarnia**, чугунолитейная, Eisengiesserei . . . . . **554** i n., **723**
**Żeliwnia**, чугунолитейная, Eisengiesshalle **43**
**Żeliwnictwo**, чугунолитейное дѣло, Giessereiwesen . . . . . **550** do **557**
**Żeliwo**, литейный чугунъ, Gusseisen **17**, **551** i n., **10**, **482**, **627**, **314** i n., **331** i n., **620**, *p. n.* **57**, **600**; *p. r.* **60**
— odwęglone (kowalne), ковкій чугунъ, schmiedbarer Guss . . . . . **567**
— utwardzone, твердый чугунъ, Hartguss . . . . . **1037**, **699**
**Żerdziny**, штанга, Gestänge . . . **776**
**Żłobownik** spłaszczony, желѣзо Зоре, Belag-Eisen (Zores-Eisen) . . **T. 30**
**Żóraw** bramiasty, портальный кранъ. Portalkran . . . . . **712**
— hydrauliczny, гидравлическій кранъ, Druckwasserkran . . . . . **723**
— kolejowy, желѣзнодорожный кранъ, Eisenbahnkran . . . . . **687**, **337**
— *lejnicowy p. Żóraw rozlewniczy.*
— *mostowy p. Suwnica dźwigarkowa.*
— nadbrzeżny, набережный кранъ, Uferkran . . . . . **681**, **685**
— obrotny na wózku, передвижной поворотный кранъ, fahrbarer Drehkran **686** do **691**
— — z łożyskiem podziemnem, кранъ въ шахтѣ (сист. Ферберна), Fairbairnkran, Schachtkran . . . . **679**
**Żóraw obrotny parowy przesuwny**, паровой передвижной кранъ, fahrbarer Dampfdrehkran . . . . . **688**
— — ręczny, ручной поворотный кранъ, Handdrehkran . . . . . **680**
— — stały, неподвижной поворотный кранъ, feststehender Drehkran **679** do **684**
— — na wózku jednotokowym z prowadnicą górną, велосипедный кранъ, Velocipedkran . . . . . **687**
— odlewniczy, чугунолитейный кранъ. Giessereikran . . . . . **723** i n.
**Żóraw-parowóz**, локомобильный желѣзнодорожный кранъ, Lokomotiv-Kran **689**
— pływający, плавающій кранъ, Schwimmkran . . . . . **685**
— z półbramiem, полупортальный кранъ, Winkelportalkran. . . . . **712**
— przymasztowy (*okr.*), Ladebaum . **502**
— przyścienny, стѣнной кранъ, Wandkran . . . . . **725**
**Żóraw-rozkraka**, Scherenkran . . . . **685**
— rozlewniczy, ковшевой кранъ, Giesskran . . . . . **561**, **725**
— samostój, одиночный кранъ, freistehender Kran. . . . . **725**
— szkocki (z wysięgnikiem chylnym). кранъ-Деррикъ, Derrickkran . . **684**
— do towarowni, магазинный кранъ, Magazinkran . . . **680** rys. № **520**
— wodny, гидравлическій кранъ, Wasserkran . . . . **343**, *p. kol. r.* **211**
**Żórawia wysięgnica**, поперечина крана, Ausleger des Drehkranes. . **679** i n.
— wysięgnik, укосина крана, Strebe des Kranes . . . . . **680** i n.
**Żórawik** obrotny (*okr.*), Boot-Davit . **486**
**Żórawniczy**, машинистъ при кранѣ, Kranführer. . . . . **691**, **713**
**Żużel** pieców pudlingarskich, шлаки пудлинговыхъ печей, Puddelschlacke **537**, **540**
— tomasowniany, Tomasschlacke . . **563**
— wielkopiecowy, шлаки доменной печи, Hochofenschlacke **550**, **10**, **334**, **91**, **94**, **299**
**Żużlowiec**, известково-шлаковый камень, Kalk-Schlackenstein . . . . . **84**
**Żwir**, гравій, Kies **257**, **758**, **730**, **150**, **299**
**Żywica**, Harz . . . . . **10**, **103**, **119**


Liczby tłuste dotyczą stron tomu II.

Wykonano w drukarni Rubieszewskiego i Wrotnowskiego w Warszawie.
Składał zecer J. Radke.
Papier z fabryki „Jeziorna".
Rysunki wykonane w zakładach Towarzystwa Wydawniczo-Artystycznego,
oraz B. Wierzbicki i S-ka w Warszawie.

# „ARCHITEKT"

MIESIĘCZNIK POŚWIĘCONY ARCHITEKTURZE, BUDOWNICTWU I PRZEMYSŁOWI ARTYSTYCZNEMU

przedstawia w 12 zeszytach, 70 tablicach rocznie współczesny ruch na polu architektury we wszystkich częściach naszego kraju, podaje najnowsze badania nad poszczególnemi konstrukcyami budowlanemi, wyniki badań nad naszą architektoniczną przeszłością, wreszcie podaje okazy przemysłu artystycznego współczesnego i minionych wieków.

KRAKÓW

***Redakcya, 40 Wolska ❖ Administracya, 14 Czysta***

Warunki prenumeraty:

Rocznie 20 koron, 10 rubli, 20 marek, 30 franków.
Zeszyt 2 korony, 1 rubla, 2 marki, 3 franki.
Cena rocznika I 20 koron, II 16 koron, III i IV 20 koron.

Ogłoszenie wielkości 7 . 10 cm:
jednorazowo 4 korony, 2 ruble, 4 marki, 4 franki
rocznie 30 koron, 12 rubli, 30 marek, 40 franków.

*Członkowie Stow. Techników w Warszawie mogą najdogodniej prenumerować w kancelaryi Stowarzyszenia, Włodzimierska 3/5.*

# CHEMIK POLSKI

Czasopismo poświęcone wszystkim gałęziom chemii teoretycznej i stosowanej.

Przy współpracownictwie wszystkich najwybitniejszych chemików polskich wychodzi w Warszawie. Prenumerata wraz z przesyłką pocztową wynosi rb. **10** rocznie, rb. **5** półrocznie i rb. **2** kop. **50** kwartalnie. Zamieszcza ogłoszenia reklamowe po cenach bardzo umiarkowanych z odpowiedniem ustępstwem w razie ich powtarzania.

Adres Redakcyi:

Warszawa, Bracka 18, tel. 77 60.

# CZASOPISMO TECHNICZNE

ORGAN TOWARZYSTWA POLITECHNICZNEGO WE LWOWIE

wychodzi 10 i 25 każdego miesiąca.

**Czasopismo techniczne** poświęcone jest nauce i praktyce technicznej i przemysłowej, tudzież kwestyom naszego kraju.

TREŚĆ **Czasopisma technicznego** składa się z artykułów naukowych, ogólnie interesujących, z rozpraw technicznozawodowych, przemysłowych i społecznych. Oprócz tego przynosi **Czasopismo techniczne** opisy wykonanych dzieł technicznych, streszczenia ważniejszych projektów, artykuły dające pogląd na rozwój pewnych działów przemysłu, ich postęp i poczynione ulepszenia, opisy wynalazków krajowych i ważniejszych obcych, osobny dział poświęcony górnictwu, kronikę techniczną i przemysłową, krytykę literacko-techniczną, bibliografię dzieł technicznych, mianowania, przeniesienia i odznaczenia w zakresie krajowej i państwowej służby technicznej, wreszcie dział rozmaitości, złożony z krótszych notatek ogólnie interesujących, szczególnie co do koncesyi, patentów, dostaw, ciekawych wypadków i t. d.

**Czasopismo techniczne** zawiera liczne tablice i rysunki w tekscie, wykonywane przez pierwszorzędne zakłady krajowe.

**W dziale ogłoszeń Czasopisma technicznego** znajduje się zawsze szereg ogłoszeń poważnych firm krajowych z zakresu przemysłu budowlanego, maszynowego, materyałów konstrukcyjnych, warsztatów i t. d., ogłoszenia dotyczące opróżnionych posad w przemyśle tudzież ubiegających się o posady. Władze państwowe i krajowe ogłaszają w **Czasopiśmie technicznem** konkursy, licytacye ofertowe, dostawy i inne ważne wiadomości. Wskutek tego jest **Czasopismo techniczne także doskonałym organem informacyjnym.**

PRZEDPŁATA z przesyłką pocztową wynosi rocznie:

| | |
|---|---|
| w Austryi . . | 18 Koron |
| dla Niemiec . | 15 Marek |
| „ Rosyi . . | 7 Rub. |

ADMINISTRACYA CZASOPISMA TECHNICZNEGO:

**Lwów, Chorążczyzna l. 17 I p.**

# GAZETA CUKROWNICZA

TYGODNIK

poświęcony sprawom przemysłu cukrowniczego

i pokrewnej gałęzi rolnictwa.

Adres: **Warszawa, Włodzimierska 5,** gmach Stowarzyszenia Techników. — Telefonu № 57 07.

**Przedpłata** na Gazetę Cukrowniczą wynosi rocznie rubli 12 wraz z przesyłką, półrocznie rubli 6, kwartalnie rubli 3.

**Cena ogłoszeń:** Za całą stronę jednorazowo rubli 7, za pół strony rubli 4, za $^1/_4$ strony rubli 2 kop. 50. Przy ogłoszeniach powtarzanych odstępuje się odpowiedni znaczny rabat. Ogłoszenia drobne z zaofiarowaniem pracy jednorazowo kop. 50.



## Administracya Gazety Cukrowniczej

poleca wydawnictwa:

**Dr. H. Claassen.** Fabrykacya cukru ze szczególnem uwzględnieniem przerobu. Przekład St. Grzybowskiego. Cena w oprawie z przesyłką rub. 3 kop. 60.

**L. Szyfer.** Podręcznik rozbiorów chemicznych do użytku cukrowników. Wydanie drugie. Cena rub. 5. W oprawie rub. 5 kop. 40.

**Dr. H. Liciński.** O kalorymetrze Kroeker'a i oznaczaniu wartości opałowej węgla. Cena kop. 25.

**K. Cybulski.** Stacya elektryczna w cukrowni. Cena kop. 50.

**F. Bogatko.** Pieco wapienne i pompy gazowe w cukrowniach. Cena kop. 50.

**J. Woźnicki.** Obsługa i kontrola kotłowni w cukrowniach. Cena kop. 50

**M. Pawłowski.** Woda i jej zastosowanie w przemyśle. Cena kop. 75.

**Dr. L. Nowakowski** Analiza smarów fabrycznych. Cena kop. 50.

**J. Zagleniczny.** Stan obecny kwestyi robotniczej na Zachodzie. Cena rub. 1.

# Gazeta Przemysłowo-Handlowa

PISMO TYGODNIOWE.

Organ Koła Przemysłowców

Redakcya i Administracya:

**Warszawa, Boduena 5.**

**Telefon 62-59. Skrzynka pocztowa 397.**

**PRENUMERATA:** rocznie **12 rb.**, półrocznie **6 rb.**, kwartalnie **3 rb.**, miesięcznie **1 rb.**, z przesyłką lub odnoszeniem.



# PRZEGLĄD TECHNICZNY

TYGODNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU.

**Redaktor JAKÓB HEILPERN, inż.**

ADRES REDAKCYI I ADMINISTRACYI:

**Warszawa, ul. Włodzimierska № 3**

(Gmach Stowarzyszenia Techników).

**Przedpłata:**

| | | |
|---|---|---|
| *W Warszawie:* | rocznie | 10 rub. |
| | półrocznie | 5 „ |
| *Z przesyłką:* | rocznie | 12 „ |
| | półrocznie | 6 „ |

Cena jednego zeszytu: 30 kop.

**Cena ogłoszeń:**

Ogłoszenie jednorazowe kosztuje: za całą stronicę **13** rub., za $^1/_2$ strony **7** rub., za $^1/_4$ strony **4** rub., za $^1/_8$ strony **2** rub. **50** kop., za $^1/_{16}$ strony **1** rub. **50** kop.

Przy powtórzeniu 3- 6- 12- 26- 52-krotnem odstępuje się 10, 15, 20, 25, 35% od powyższych cen ogłoszeń.

# Krzysztof Brun i Syn

w Warszawie, Plac Teatralny № 2

**istnieje od roku 1794, zaopatruje stale skład swój w towary krajowe i zagraniczne z najlepszych źródeł, i reprezentuje firmy.**

SANDERSON BROTHERS & NEWBOLD, Scheffield. — Pilniki i stal narzędziowa.
WARD & PAYNE, Scheffield. — Żelazka do wiórników, świdry do drzewa i t. p.
THE L. S. STARETT & Co, Athol-Mass. — Narzędzia precyzyjne do mierzenia.
THE OSTER MANUFG Co, Cleveland. — Gwintownice.
THE CLEVELAND TWIST DRILL Co, Cleveland. — Wiertła amerykańskie.
JOHN OAKEY & SON, London.—Szmyrgel, Szmyrglak i szklak.
DOULTON & Co, London. — Tygle grafitowe i grafit.

Ma zawsze na składzie:

**Przyrządy pomocnicze dla przemysłu:** Wciągi (bloki) do lin, różnicowe patent Tangy'ego, cierne (frykcyjne) Lüders'a. — Dźwigniki (lewary). — Kuźnie polowe. — Roztłaczarki do rur (dychtmaszyny). — Piły taśmowe, tarczowe (cyrkularne) i ręczne i t. d. i t. d.

**Narzędzia do mierzenia i wyznaczania** (trasowania): Cyrkle. — Liniały. — Kątówki (winkle) — Piony i ołowianki (grundwagi) — Poziomnice (libelle). — Łokcie. — Miarki taśmowe — Liczydła obrotów. — Leniwki (mikrometry). — Przepustki (lerki). — Macki dosuwne (szublery). — Znaczniki (strajchmasy) i t. d.

**Narzędzia robocze ślusarskie, kowalskie, kotlarskie, odlewnicze i t. p:** Grzechotki (borknary). — Klucze do naśrubków (muter). — Dłuta i przecinaki (majsle i szruble). - Pilniki i stal narzędziowa. — Wiertła amerykańskie (spiralbory) — Gwintownice (sznajdkluby). — Gwintniki (świderki do gwintowania). — Imadła (śrubstaki) i imadełka (fajlkluby). — Imaki (cęgi do rur gazowych). — Kleszcze kowalskie. — Cęgi i cążki. — Kowadła. — Krążki szmyrglowe. — Tygle grafitowe i t. d. i t. d.

**Narzędzia ciesielskie, stolarskie, tokarskie i t. p:** Dłuta. — Wiórniki (heble). — Korby. — Świdry, świderki. — Wierciki (drylbory). — Piłki i piłaki (szwanczegi) — Nazębniki (szrenkajzy). — Ośniki. — Tarniki (raszple). — Topory. — Pacholiki (sztelknechty) i t. d. i t. d.

**Wszelkie narzędzia blacharskie, rymarskie, rzeźbiarskie, introligatorskie, jubilerskie i t. p.**

**Materyały surowe i przedmioty pomocnicze:** Cyna, ołów, miedź, cynk, biały metal i t. p — Grafit. — Stal. — Nity, śruby, gwoździe, wkrętki (holzszruby). — Drut żelazny, stalowy, miedziany i t. p. — Szklak (glaspapier). — Rury żelazne, miedziane, ołowiane i t. p. — Sprzączki do pasów. — Łańcuchy. — Lampki fabryczne. — Trzonki do młotków. — Rękojeści do pilników. — Kłódki. — zamki i t. d. i t. d.

**Przybory dla cukrowni.**

**Cenniki wysyłają się na każde żądanie.**

# Bracia Geisler

Warszawa, ul. Leszno № 114 ☆ Telefon № 198.

## Odlewnia Żelaza i Fabryka Maszyn.

**Wszelkie odlewy żelazne.**

**Maszyny pomocnicze** (Obrabiarki) do metali i drzewa (tokarki, heblarki, wiertarki, nożyce, tłocznie, młoty parowe, wentylatory, oraz różne specyalne).

**Turbiny wodne.** — **Walce szosowe** parowe i konne, **Zrywacze szosowe, Kamieniodrobiarki, Zgarniacze błota, Zamiatacze drogowe** oraz wszelkie inne maszyny i przyrządy do potrzeb drogowych.

BIURO INSTALACYJNO-TECHNICZNE

# T. Godlewski i S-ka

INŻYNIEROWIE.

Warszawa, ul. Leszno Nr. 27.

**Kanalizacya i Wodociągi** oddzielnych posesyj i miast.

**Urządzenia kąpielowe.**

**Ogrzewanie centralne i wentylacya** domów mieszkalnych, gmachów publicznych i fabryk.

**Pralnie mechaniczne. Suszarnie. Instalacye parowe.**

Projekty i kosztorysy.

# PĘDNIE.

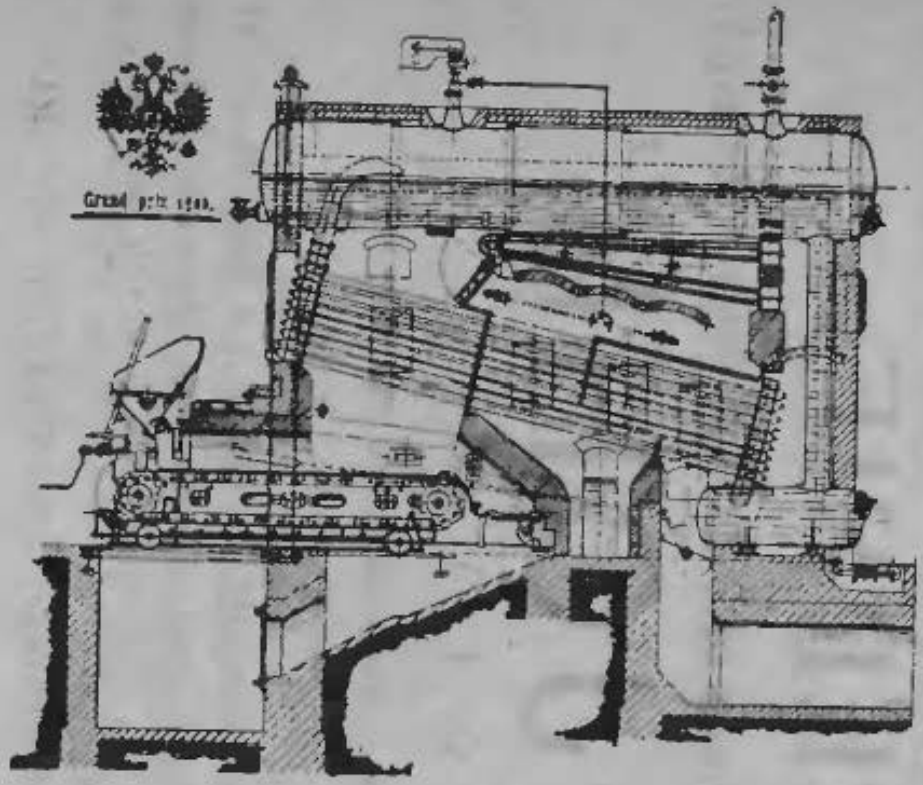
Tow. Akc. Fabryki Transmissyi, Maszyn i Odlewów Żelaznych

# „J. JOHN"

W ŁODZI.

**Biura:** w **Warszawie** — Marszałkowska 148, tel. 12 24.
w **Kijowie** — Prorieznaja 21.
w **Petersburgu** — Jankowski, Wasil. Ost. 8 linia, 33.
w **Charkowie** — Schildhauer, Mikołajewskaja Płoszcz. 8.
**Przedstawiciele:** w Baku, Ekaterynosławiu, Moskwie, Odesie, Rostowie n. D., Tyflisie, Wilnie i innych miastach.

*p. Ogłoszenie w Tomie I-ym Technika, str. 22.*



**Odlewnia Żelaza i Warsztaty Mechaniczne**
w **Dąbrowie Górniczej**, gub. Piotrk.

**Kotły parowe** wszelkich systemów. **Przegrzewacze pary**, zagrzewacze wody, **przyrządy do oczyszczania wody**, pompy i przyrządy zasilające; przewody rurowe do wody, pary i gazów na wszelkie ciśnienia. Zbiorniki do wody, spirytusu, nafty i t. p. Kominy żelazne. Roboty **spawalne i kot-**

**Grand-Prix** na wystawie Wszechświatowej 1900 r. w Paryżu.

**Towarzystwo Akcyjne**

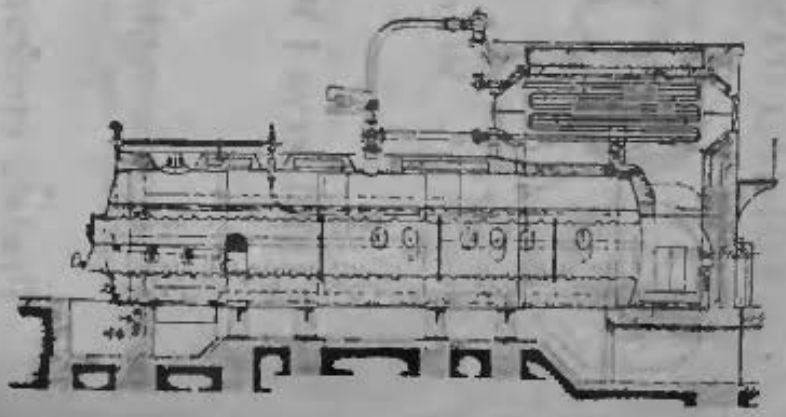
ZAKŁADÓW KOTLARSKICH I MECHANICZNYCH

# „W. FITZNER i K. GAMPER"

**w Sosnowicach gub. Piotrkowskiej.**

Fabryka Kotłów, Konstrukcye Żelazne,
Warsztaty Mechaniczne i Tłocznia Hydrauliczna

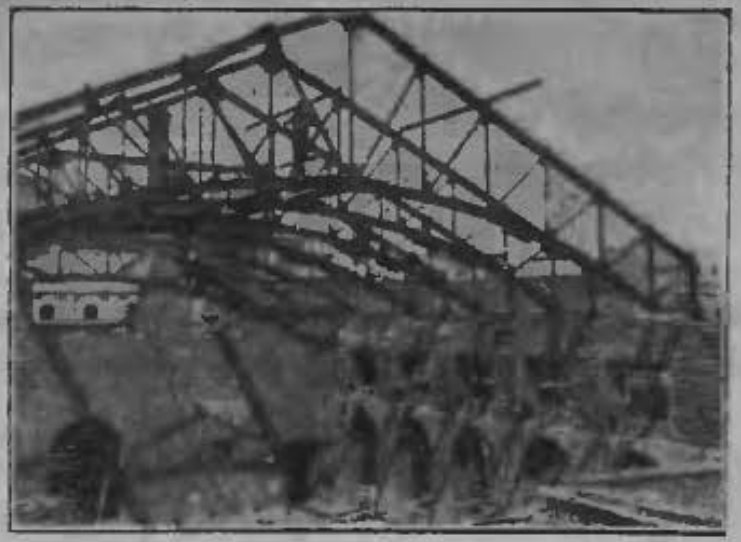
w Sosnowicach.



**farskie** w najobszerniejszym zakresie. Rury piomienne gładkie i falowane. Rury świdrowe.

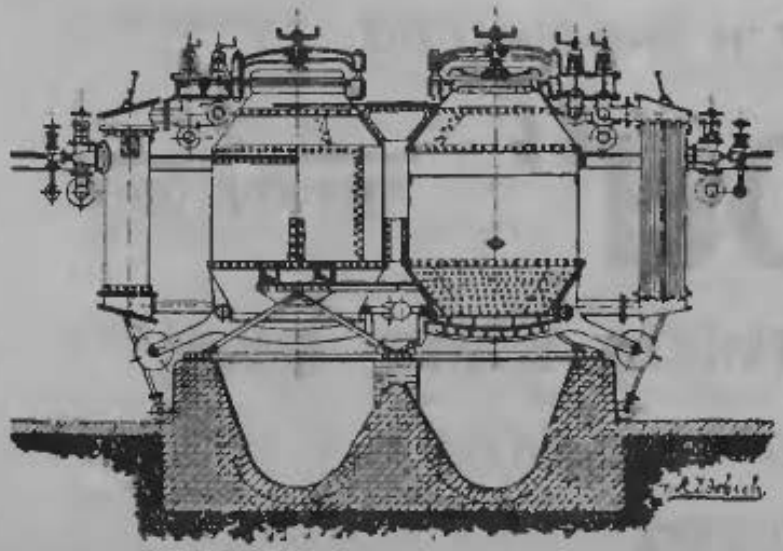
Zupełne urządzenia **cukrowni**, aparaty i maszyny do przemysłu chemicznego.

**Konstrukcye żelazne** w najobszerniejszym zakresie: mosty, dachy, budynki żelazne, wieże, dźwigary, słupy, budowle z blachy falistej. **Windy i żórawie**, poruszane ręcznie lub elektrycznie, podnośniki, przesuwnice, tarcze obrotowe. **Kolejki mechaniczne** poruszane zapomocą lin, lub łańcuchów. **Wagoniki i wózki** żelazne.



**Wyroby tłoczone hydraulicznie:** dna kotłowe, włazy, części wagonowe, ramy parowozowe, materyał artyleryjski i t. p.

**Odlewy żelazne.** Transmisye. Kokile i walce. **Ruszty. Koła zamachowe.**



WŁASNE BIURA TECHNICZNE:

**w Warszawie, Łodzi, Petersburgu, Moskwie, Kijowie, Odesie, Charkowie, Rydze, Baku i Ekaterynburgu.**

Adres telegraficzny: FITZGAM.

Zakłady istnieją od roku 1797.

Towarzystwo Akcyjne Górnicze

Odlewów Żelaznych, Emaljowanych, Warsztatów Mechanicznych i Kopalń Węgla

Medal złoty 1893. **„PORĘBA"** Medal złoty 1893.

**pod Zawierciem, st. dr. żel. Warsz.-Wied. gub. Piotrkowskiej.**

Adres dla listów: Tow. Akc. „Poręba" przez Zawiercie st. dr. żel. W.-W.
„ „ depesz: Poręba Zawiercie.
**Biuro w Warszawie:** Mokotowska 63, telefon 66-90.
**Przedstawicielstwo w Kijowie:** Sobiesław Terpiłowski, inżynier, Włodzimierska 43 m. 7.

## wyrabia:

1) **Odlewy stalowe** wszelkiego rodzaju do 150 pud. wagi w jednej sztuce, części maszyn, **kółka** oraz inne części wagonikowe i wagonowe, **koła zębate, płyty pancerne dla cementowni, kowadła, kołnierze i fasony** dla wysokich ciśnień.

2) **Odlewy żelazne** do 1500 pud. wagi w jednej sztuce, wszelkie odlewy maszynowe, budowlane (kolumny, schody, okna), kanalizacyjne, wodociągowe i kotłowe, **ruszty z żelaza specyalnego**, piece żelazne, **kaloryfery** żebrowe i **amerykańskie, rury** wodociągowe, kanalizacyjne i zlewowe, stojąco lane, od $1^3/_{16}$" do 48" $\phi$, oraz wszelkie fasony do nich.

3) **Transmisye, kompletne instalacye w jaknajwiększych rozmiarach, koła zamachowe** do 8500 mm $\phi$ i do 22 lin dwucalowych w jednej szerokości, skręcane w szerokościach nieograniczonych, patentowane.

4) **Sprzęgła cierne systemu Benn'a,** stosowane do najwyższych sił (2000 K. P.) i do najszybszych obrotów, szczelnie zamknięte, bez części wystających, prostej konstrukcyi i najmniejszych rozmiarów, bez klocków drewnianych trących, bez szarpania przy włączaniu, z dźwignią włączającą obciążoną i powierzchniami trącemi zanurzonemi w oliwie. Sprzęgieł tych wykonano w r. 1901 dla 2528 K. P., a w r. 1907 — dla 60591 K. P.

5) **Maszyny parowe, budowane wspólnie z fabryką maszyn R. Raupach w Zgorzelicach (Görlitz).**

6) **Maszyny pomocnicze (obrabiarki) wielkiego kalibru budowane wspólnie z fabryką maszyn Haegenscheidt w Raciborzu.**

Pozatem: mniejsze wiertarki, nożyce i tłocznie, **piły do żelaza,** prasy hydrauliczne i śrubowe, **kieraty,** tartaki, części maszyn rolniczych i ceglarskich, kolergangi, młyny do farb, wentylatory, **pompy turbinowe, centryfugalne,** zasilające, studzienne, kanalizacyjne, hydranty, szluzy, wentyle, **odtłuszczacze do pary,** podgrzewacze do wody zasilającej, **ekonomajzery, generatory syst. Kerpely, zagrzewacze szybkoprądowe z komorami stalowemi,** przyrządy dla szklarni, maszyny walcownicze, **całe walcownie żelaza.**

7) **Konstrukcye żelazne,** wiązania dachowe, wieże, słupy, dźwigary, budynki żelazne, **żórawie,** windy, przesuwnice i tarcze obrotowe, poruszane ręcznie i elektrycznie.

8) **Zbiorniki,** cysterny, kominy żelazne, **kotły parowe i wodne do ogrzewań centralnych, aparaty cukrownicze** i dla przemysłu chemicznego.

9) **Wagony i wagoniki wąskotorowe** wszelkich typów do wszelkich celów, rozjazdy, zwrotnice i krzyżownice.

10) **Odlewy emaljowane kuchenne i sanitarne w najszerszym zakresie,** aparaty chemiczne i rury emaljowane, emalje zwyczajne i specyalne odporne na działanie kwasów lub alkalji oraz **porcelanowe.**

11) Węgiel.

12) Produkty gospodarstwa rolnego.

# Kazimierz Ossowski

**INŻYNIER i OBROŃCA PATENTOWY.**

## BIURA PATENTOWE.

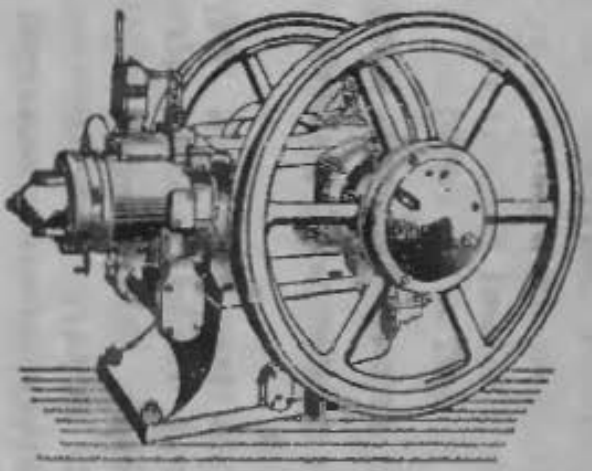
PETERSBURG—Wozniesienskij Prospekt Nr. 3.
BERLIN—Potsdamerstr. Nr. 3.

---

**Towarzystwo Fabryki Motorów**

## „PERKUN"

**w Warszawie.**



Najnowszego udoskonalonego ustroju:
MOTORY DWUTAKTOWE

## „PERKUN"

stałe: od 3 do 60 koni pożytkowych.
przewoźne: od 7 do 20 koni pożytkowych.
**do płynnego paliwa:** ropy naft., nafty, spirytusu i t. p.
**Motory do gazu ssanego** z antracytu lub koksu i do gazu miejskiego.

# RURY

## Miedziane i Mosiężne

ciągnione bez szwu

patentowanym systemem Nicholsona
(udoskonalony system Mannesmann'a)

Towarzystwo Akcyjne Fabryk Metalowych

## NORBLIN, Br. BUCH i T. WERNER

*Warszawa, Żelazna 51.*

---

Tow. Akc.

**Zakładów Elektrotechnicznych**

# SIEMENS & HALSKE

ODDZIAŁ WARSZAWSKI

**Foksal Nr. 18, róg Nowego-Światu — Tel. 29-16, Tel. dyr. 60-40.**

**Przedstawicielstwo Zakładów Siemens-Schuckert.**

WŁASNE FABRYKI:

Petersburg, Berlin, Norymberga, Wiedeń, Londyn.

Wykonywa wszelkie roboty i dostawy w zakres elektrotechniki wchodzące. Posiada wielkie składy artykułów elektrotechnicznych.

Żarówki tantalowe. — Wodomiary.

**W Sosnowcu własne biuro techniczne.**

**Reprezentacje:** w Łodzi pp. Hordliczka & Stamirowski.
w Lublinie inż. Czesław Rakowski.