

BIBLIOTEKA WARSZTATOWA

OBRÓBKA METALI

ZESZYT II

TOKARKI KŁOWE I PRACA NA NICH

NAPISAŁ E. M. PIETRASZKIEWICZ

INŻYNIER-TECHNOLOG

ODBITKA Z „MECHANIKA” — ROK 1928

WYDANO STARANIEM BIURA POMOCY NAUKOWYCH
PRZY MINISTERSTWIE WYZNAŃ RELIGIJNYCH I OŚWIECENIA PUBLICZNEGO

6716

SPIS TREŚCI

	Str.		Str.
Część I. Tokarka kłowa	5	Część III. Noże tokarskie	15
<i>Głowica</i>	<i>5</i>	Tworzenie się wióra	15
Walek wrzeciona	5	Opór skrawania	15
Łożyska wrzeciona	5	Spółczynnik skrawania	16
Napęd do wałka wrzeciona	6	Składowe oporu skrawania	16
Przekładnia dodatkowa	6	Kształt krawędzi tnącej	16
<i>Konik</i>	<i>7</i>	Położenie krawędzi	17
<i>Suport</i>	<i>7</i>	Wpływ grubości wióra	17
Sanie posuwowe	7	Kąty szlifowania	18
Skręt	7	Kąt rzezowy	18
Prowadnice suportu	8	Kąt skrawania	18
Posuwy robocze	8	Kąt natarcia	18
Trójkąt kół	8	Kąt odsadzenia	19
Gitara	8	Wpływ ustawienia noża	20
Pokrywa	9	Zdzieranie i wykończanie	20
Zamek nakrętki pociągowej	9	Obcinaki	21
Ręczny posuw podłużny	9	Zacinaki	21
Posuwy poprzeczne	9	Noże tangencjalne	22
Obliczenie położenia kół zmianowych	9	Noże kształtowe	23
Gwintowanie na tokarce	10	Zniekształcenie zarysu	23
		Noże do nacinania gwintów	24
		Szlifowanie noży tokarskich	26
Część II. Tokarka szybkobieżna 10			
Łożyska wrzeciona	10	Część IV. Uchwytowe narzędzia	
Napęd do wałka wrzeciona	10	tokarskie.	27
Sprzęgło cierne	11	Mocowanie przedmiotów	27
Przekładnia schodkowa	12	Mocowanie w uchwycie	29
Przekładnia dodatkowa	12	Uchwyt ośmiorubowy	29
Suport	12	Tarcza czteroszczękowa	30
Unieruchomienie sań poprzecznych	12	Samocentrujący uchwyt Cushmana	30
Prowadnice suportu	12	Uchwyt Forkardta	30
Napęd posuwów	12	Uchwyty dwuszcękowe	31
Nawrotnica trybowa	13	Uchwyty reakcyjne	32
Przekładnia Nortona	13	Uchwyty sprężynujące	33
Przekładnia zygzakowa	13	Uchwyty pneumatyczne	33
Pokrywa	14	<i>Trzpienie tokarskie</i>	<i>34</i>
Posuwy od wałka pociągowego	14	Trzpienie stożkowe	34
Posuwy ręczne	14	Trzpienie rozporowe	34
Zamek nakrętki pociągowej	14	Trzpienie nakrętkowe	35
Rygłowanie posuwów	14	Trzpienie wiszące	35
Włączanie ruchu roboczego i posuwów	14	<i>Wykonanie nakłeteków</i>	<i>36</i>
Samoczynne wyłączanie posuwów	14		

Część V. Roboty tokarskie . . . 37

Toczenie na stożek	37
Toczenie kształtowe	39
Toczenie promieniowe	39
Wytaczanie	40

Część VI. Zataczanie 43

Zataczanie	43
Przyrząd do zataczania	43
Przekładnia różnicowa	43
Frezy ślimakowe	45
Zataczanie frezów ślimakowych	46
<i>Obróbka freza ślimakowego</i>	48
Krzywa zataczania	49
Głębokość zataczania	50
Profilowanie tarczek szablonowych	50
Spirala Archimedesza	50
Noże do zataczania	51

Obróbka wału korbowego . . . 52

Tablice w tekście.

Tablica 1. Koła zębate i śruby pociągowe . . .	9
Tablica 2. Koła zębate	12
Tablica 3. Szybkości wrzeciona	13

Tablica 4. Przekładnia zygzakowa	13
Tablica 5. Normalne nakielki wg. PN/N 202. . .	36
Tablica 6. Normalne wiertła nakielkowe wg. PN/N 240	36
Tablica 7. Normalne nawiertaki stożkowe wg. PN/N 243	37
Tablica 8. Normalne nawiertaki wg. PN/N 210 . .	37
Tablica 9, 10, 11, 12. Wałki wiertnicze . . .	41-42
Tablica 13. Koła zębate	44
Tablica 14. Tablica kół zmianowych dla frezów modułowych do zataczarki T. Akc. J. John w Łodzi	47
Tablica 15. Kąty i promienie przy profilowaniu tarczek	50

Tablice technologiczne

(za tekstem)

Tablica I. Tokarka z jednokołowym napędem — Zestawienie.
Tablica II. Tokarka z jednokołowym napędem — Głowica — Napęd śruby i wałka pociągowego — Konik.
Tablica III. Tokarka z jednokołowym napędem — Suport — Luneta stała.
Tablica IV. Szlifierka Gisholt'a.
Tablica V. Uchwytowe narzędzia tokarskie.
Tablica VI. Przyrząd do zataczania.

CZĘŚĆ I.

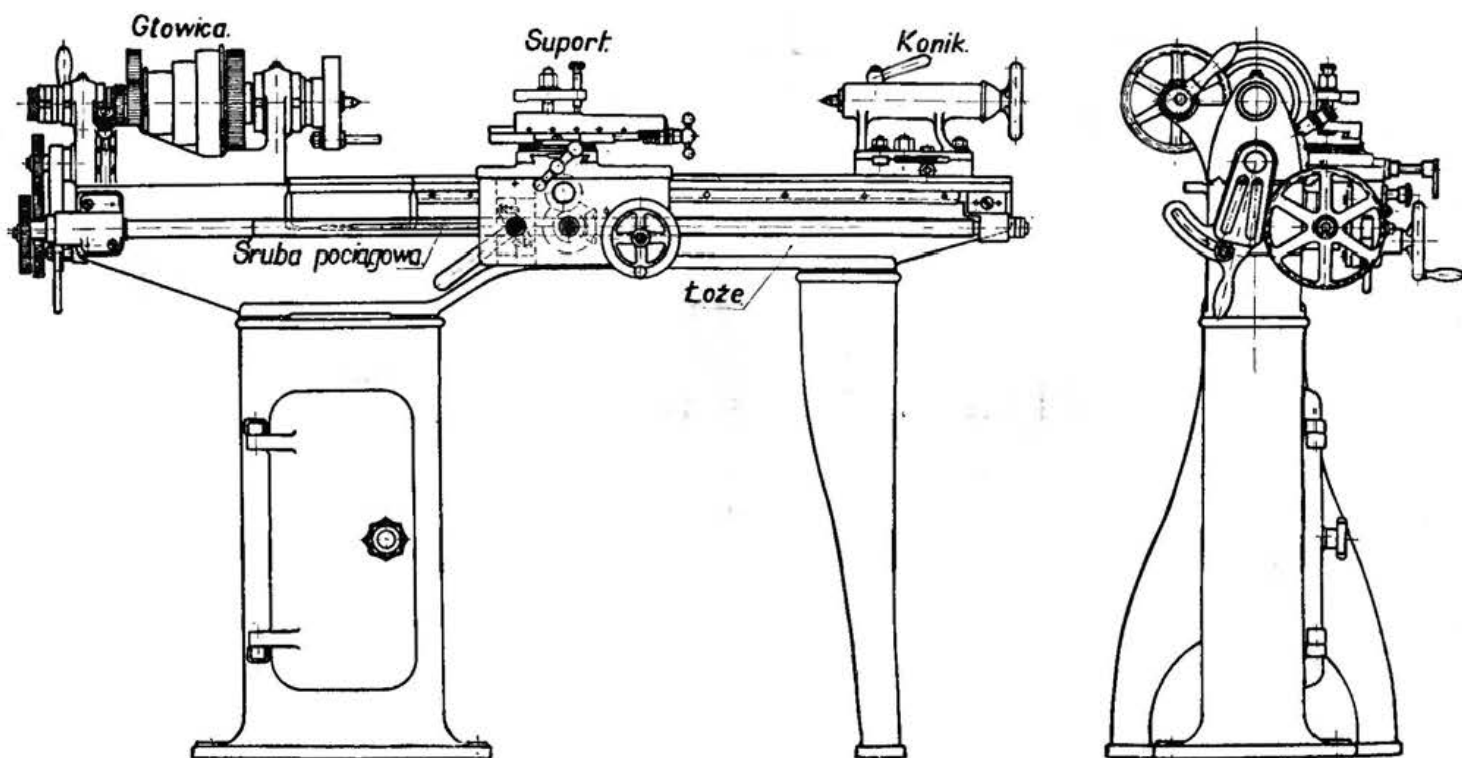
TOKARKA KŁOWA.

Główne części składowe tokarki kłowej stanowią: głowica, konik, suport i łoże (rys. 1). Głowica służy do przenoszenia ruchu roboczego na obrabiany przedmiot, który zostaje umocowany pomiędzy dwoma kłami, mieszczącymi się w wałkach wrzeciona i konika. Konik jest przesuwany i może być umocowany w dowolnym miejscu łoża na takiej odległości od głowicy, jakiej wymaga długość to-

też pod wpływem wagi uchwytu i przedmiotu obrabianego. Wielkość wygięcia określa się wzorem

$$f = \frac{Pl^3}{CE \frac{Td^4}{64}},$$

z którego wynika, że uginanie zmniejsza się w miarę zmniejszenia długości wrzeciona (l), zwiększenia



Rys. 1. Tokarka kłowa. (Stow. Mech. Polskich z Ameryki).

czanego przedmiotu. Suport mieści się pomiędzy głowicą i konikiem. Nadaje on nożowi prostolinię ruchu posuwowe, przesuwając go równomiernie wzdłuż lub w poprzek tokarki. Tokarki posiadają ruch roboczy oddzielony od posuwu, wskutek czego pracują dokładniej, niż te maszyny, w których obydwa ruchy wykonywane są przez tę samą część (np. wiertarki); również zużywają mniej energii, niż obrabiarki o ruchach złączonych.

I. Głowica.

1. *Wałek wrzeciona.* Aby otrzymać dokładną i gładką robotę, wrzeciono musi być sztywne i nie ugiąć się pod naciskiem noża i kół zębatach, ani

jego średnicy (d) i doboru materiału o największym współczynniku sprężystości (E). Jako materiał na wałek wrzeciona używać należy najlepszej stali tyglowej. Wskazane jest wzdłużne przewiercenie wałka, gdyż stwarza ono możliwość większego chłodzenia i daje dostęp do kła.

2. *Łożyska wrzeciona.* Sposób osadzenia wrzeciona w łożyskach winien czynić zadość następującym wymaganiom:

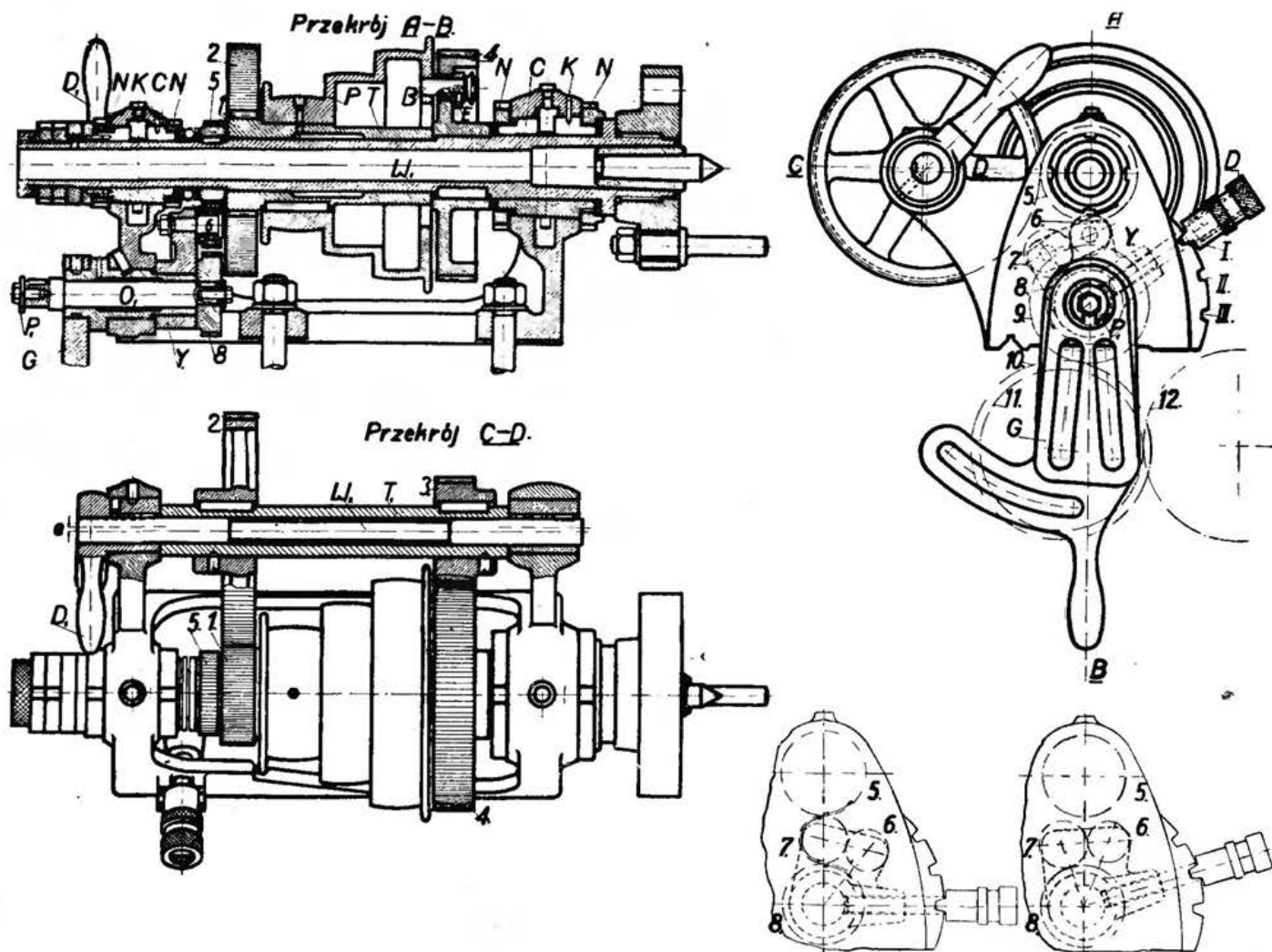
- 1) zapobiegać drganiom wałka podczas pracy;
- 2) zrównoważać wszelkie działające na wał siły w kierunku wzdłuż-osiowym;
- 3) dawać możliwość łatwego nastawiania łożyska w miarę wyrabiania panewek i szyjek wałka.

Obydwa końce wałka wrzeciona W_1 (rys. 2) posiadają czopy walcowe, obracające się w panwach stożkowych C , które leżą w gnieździe łożyska i zabezpieczone są od obracania kołkami K . W miarę zrabiania się czopa podciągamy panew, pokręcając naśrubki N . Panew jest rozcięta w jednym miejscu w celu łatwiejszego ochwytywania wałka wrzeciona. Zaletą łożysk stożkowych jest utrzymanie osi wałka na stałej wysokości.

Wadę stożkowych panwi stanowi brak możliwości dokładnego przylegania powierzchni trących, co wynika z potrzeby zmniejszenia średnicy panwi drogą jej uginania.

padku wałek wrzeciona może otrzymać trzy różne szybkości od stopniowego koła pasowego.

Liczba ta może być podwojona dzięki przekładni dodatkowej, która będzie opisana poniżej. Koła schodkowe jakkolwiek bardzo rozpowszechnione w budownictwie obrabiarkowym, mają jednak pewne wady. W położeniach krańcowych pas przenosi największą moc, lub też posiada najmniejszą szybkość, z którą związana jest największa siła przeciągająca. Obydwa te czynniki wymagają większej średnicy koła pasowego, natomiast w skrajnych położeniach pas ochwytuje najmniejsze koło jednego ze stadel, co wywołuje często poślizg. Środkiem zaradczym ku temu jest



Rys. 2. Głowica.

3. *Napęd do wałka wrzeciona.* Wrzeciono tokarki przeznaczone jest do przenoszenia ruchu roboczego. Szybkość tego ruchu zależna jest od materiału obrabianego, rodzaju obróbki, stosowanych narzędzi, grubości wióra i wielu innych czynników. Wrzeciono musi być przystosowane do różnych biegów roboczych, aby w każdym wypadku toczenie mogło się odbywać przy właściwej szybkości.

Tokarka, pokazana na rys. 1, napędzana jest przez stadoło schodkowych kół pasowych P (rys. 2). Takie stadoło kół pędzących mieści się na wałku przystawki stropowej, otrzymującym stałą liczbę obrotów. Chcąc zmienić szybkość obracania przrzucamy pas z jednej pary kół na inną. Warunkiem budowy kół schodkowych jest żądanie, by długość pasa była wielkością stałą dla wszystkich par stopni, jakie ze sobą mogą współpracować. W naszym wy-

stosowanie kół o możliwie dużych średnicach. Zmiana szybkości odbywa się drogą przrzucania pasa z jednego stopnia na drugi. Jest to żmudny i kłopotliwy zabieg. Robotnik nie jest w stanie zmieniać położenia pasa tak często, jak tego wymaga rodzaj roboty i pracuje nieraz przy niewłaściwych szybkościach skrawania, powodując stratę czasu. Uderzenia pasa przechodzą bezpośrednio na wałek wrzeciona i wywołują niespokojną pracę.

4. *Przekładnia dodatkowa.* W skład przekładni dodatkowej wchodzi dwie pary kół zębatach (1) — (2) i (3) — (4) — (rys. 2). Koło (1) stanowi jedną całość z tuleją T , luźno obracającą się na wałku wrzeciona W_1 . Na tej samej tulei naklinowane jest koło schodkowe P .

Gdy przekładnia dodatkowa nie jest włączona do napędu, wtedy koła (1) i (2) nie są ze sobą

w chwycie, i ruch obrotowy przenosi się na wałek wrzeciona, za pośrednictwem koła pasowego i złączonego z nim koła zębatego (4), które jest naklinowane na wałku wrzeciona. Łączenie koła pasowego P z kołem zębatym (4) odbywa się zapomocą sprzęgielki, które składa się z palca B (rys. 2), przesuwanego się w tulei stalowej, wprasowanej w tarczę koła zębatego. Palec zabezpieczony jest od wypadania przy pomocy kołka E , którego koniec zachodzi w odpowiedni żłobek, nacięty na powierzchni palca. Łączenie kół odbywa się drogą wsuwania lub wysuwania palca w otwór, mieszczący się na tarczy koła pasowego P . Włączanie przekładni dodatkowej składa się z dwóch zabiegów: wyłączanie kół P i (4) drogą wysunięcia palca B , a następnie wprowadzenia w chwyt zębatych kół (1) — (2) i (3) — (4). Końce wałka II'_2 są zatoczone mimośrodowo — to jest tak, że podczas obrotu ich w swoich łożyskach, oś tulei głównej T_1 przesuwa się w kierunku prostopadłym do swojej osi, skutkiem czego koła (2) i (3) wchodzą w chwyt z kołami (1) (4). Wtedy obrotowy ruch przenosi się od koła pasowego na tuleję T_1 , luźno obracającą się na wałku II_2 za pomocą trybów (1) (2), a następnie przez tryby (3) i (4) na wałek wrzeciona II'_1 . Włączanie przekładni dodatkowej przy pomocy dwóch zabiegów posiada tę wadę, że naraża na niebezpieczeństwo jednoczesnego wprowadzenia w chwyt kół zębatych (1) (2) i (3) (4) bez uprzedniego rozłączenia koła pasowego P z trybem (4), co może doprowadzić do połamania jakichkolwiek części przekładni. Nowoczesne obrabiarki posiadają specjalne urządzenia, zapobiegające tego rodzaju pomyłkom.

II. Konik.

Przeznaczeniem konika (rys. 3) jest podparcie toczonego przedmiotu na końcu przeciwnym do główicy. Dla tego celu posiada on kiel F , osadzony w przesuwnej wałku wydrążonym L .

Wałek wraz z kłem może być dosuwany zapomocą śruby S_1 , pokręcanej kółkiem ręcznym K_1 . Nakrętka N_1 do tej śruby jest umocowana wewnątrz wałka, który, będąc zabezpieczony od obracania wpustem ślizgowym M_1 , otrzymuje ruch posuwowy dzięki pokręcaniu śruby S_1 .

Aby podczas pracy wałek nie został odepchnięty pod naciskiem noża, musi on być mocno dociśnięty do korpusu.

Ścianka korpusu jest w jednym miejscu przekrojona i posiada nadlew, przez który przechodzi śruba S_2 , zakończona dużym łbem, przyciskającym wałek. Dociskanie odbywa się drogą pokręcania dźwigni D_2 . Opisany sposób unieruchomienia posiada tę wadę, że niezawsze jest w stanie utrzymać na stałej wysokości oś wałka konika, która powinna leżeć na jednej linii z osią wałka wrzeciona.

Na rys. 12 i 14*) tabl. II pokazany jest sposób dociskania wałka drogą pokręcania dźwigni D_1 , niosącej wałek, zakończony śrubą U i zaopatrzony w tuleję T . Śruba U w miarę pokręcania dociska

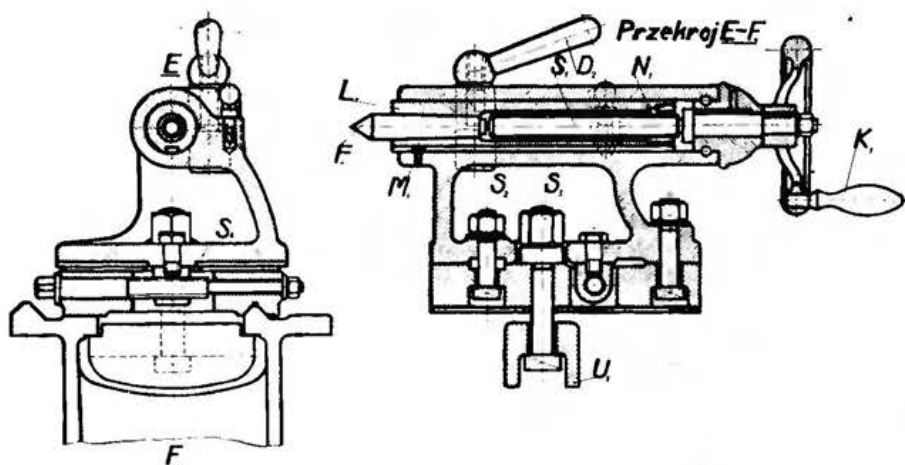
tuleję T do wałka L , czyniąc go nieruchomym. Zaletą tego mocowania jest utrzymanie na stałym miejscu geometrycznej osi wałka konika.

Stosownie do długości obrabianego przedmiotu konik może być umocowany w dowolnym miejscu łoża. Aby zabezpieczyć należyte położenie osi, konik przesuwa się na prowadnicach, które nie dopuszczają bocznego odchylenia lub skośnego ustawienia. Dla umocowania korpusu służy płytka U_1 , dociskana śrubą S_3 . Oś konika schodzi często z linii kłków wskutek zrabiania łożysk wrzeciona. Aby przywrócić współosiowość, korpus konika posiada niewielki przesuw boczny. Śruba S_4 służy do przesuwania go w kierunku poprzecznym. Zwrócić należy uwagę, że przesuwanie to ma zastosowanie przy toczeniu stożków o niewielkim kącie wierzchołkowym, gdy osie konika i wrzeciona muszą być cokolwiek zsunięte względem siebie.

III. Suport.

Suport tokarki (rys. 4), służy do umocowania noża i nadania mu posuwów. Nóż osadza się w trzymaku który składa się z płytki U_2 , śruby zaciskowej S_5 i śruby nastawnej S_6 . Aby płytka dobrze dociskała nóż, będąc ustawiona skośnie, jest ona zaopatrzona w talerzyk $()$, którego kulista powierzchnia zabezpiecza prawidłowe jej przyciskanie przez śrubę S_5 .

5. *Sanie posuwowe.* Umocowany na górnych saniach nóż otrzymuje ruchy posuwowe w kierunku równoległym lub prostopadłym do osi kłków. Pierwszy z tych ruchów nadaje się drogą przesuwania całego zespołu na saniach podłużnych Z_1 wzdłuż prowadnic, mieszczących się na łożu L tokarki. Dla nadania ruchu w kierunku prostopadłym służą sanie poprzeczne Z_2 (rys. 4), których prowadnice mieszczą się na saniach podłużnych. Górne sanie służą dla dosuwania noża i ręcznego toczenia krótkich przedmiotów.



Rys. 3. Konik.

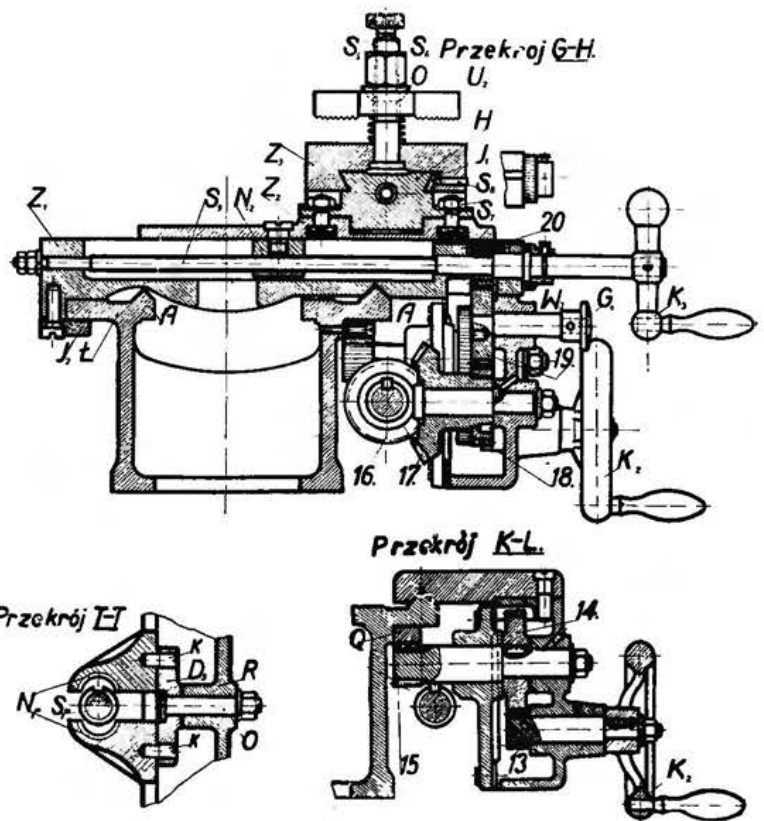
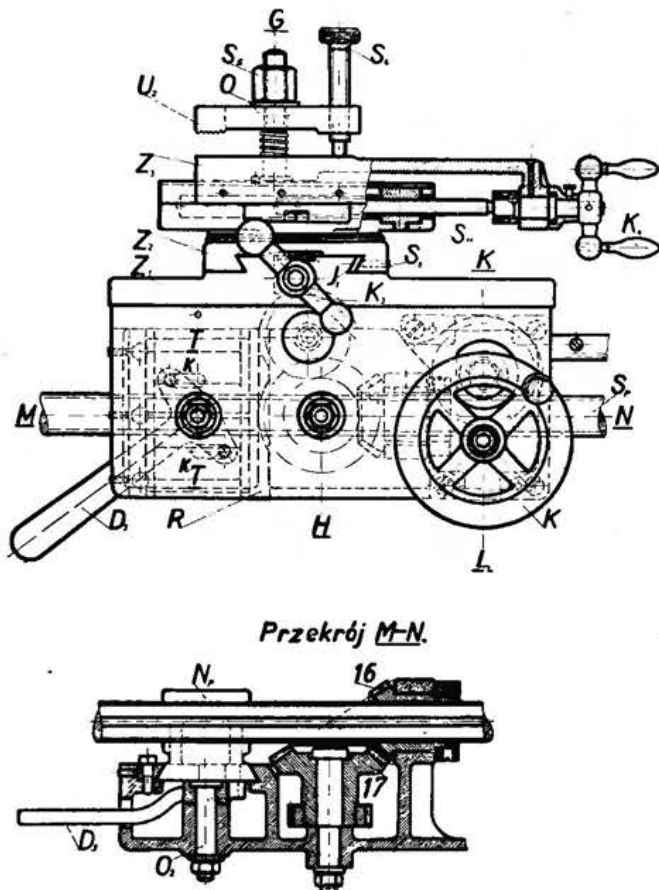
6. *Skreś.* Toczenie na stożek wymaga, aby kierunek posuwu podłużnego tworzył pewien kąt z osią kłków tokarki. Tego rodzaju posuw uzyskuje się zapomocą górnych sań Z_3 (rys. 4), których prowadnice mieszczą się na tarczy obrotowej H , zwanej skreśem. Obracając tarczę, możemy nastawić prowadnice górnych sań pod pewnym kątem do osi kłków, a następnie zamocować ją nieruchomo śrubami S_7 , które przesuwały się w odpowiednich żłobkach. W ten sposób górne sanie otrzymują po-

*) Dla łatwiejszej orientacji numery rysunków umieszczonych na oddzielnych tablicach podane są w tekście kursywą.

suw ukośny, a wielkość odchylenia, jakiej wymaga kąt toczonego stożka, może być odmierzona na podziałce kątowej, jaka się znajduje na tarczy obrotowej.

7. *Prowadnice suportu.* Dokładność pracy na tokarce wymaga mocnego prowadzenia ruchomych części suportu, które nie dopuszczałyby jakichkolwiek odchylen lub drgań. Sanie górne i poprzeczne posiadają prowadnice trójkątne, doszczelniane zapomocą listew J_1 . W miarę zrabiania powierzchni trących dociskamy listwy przy pomocy śrub S_8 . Aby listwy nie mogły się wysunąć z prowadnic w trakcie przesuwania sań, przytrzymywane są one końcami śrub S_8 , które zachodzą w otwory na listwach.

Sanie podłużne posiadają prowadnice dachowe A . Zaletą tych prowadnic jest przede wszystkim samodoszczelnianie, a następnie łatwe usuwanie wiórów dzięki pochylonym powierzchniom.



Rys. 4. Suport i zamek.

Jednak prowadnice te nie zabezpieczają dostatecznie suportu od przewrócenia pod naciskiem oporu skrawania i wymagają listwy zabezpieczającej J_2 . Pochyle powierzchnie prowadnic dachowych nie trzymają tak dobrze smaru, jak płaskie powierzchnie prowadnic trójkątnych. Ponadto prowadnice dachowe zużywają się wcześniej, gdyż posiadają mniejsze powierzchnie trące.

8. *Posuw roboczy* otrzymuje suport od wałka wrzeciona, który zapomocą szeregu przekładni trybowych wprawia w ruch obrotowy śrubę pociągową S_p (rys. 4). Nakrętka N_p do tej śruby umocowana jest w pokrywie R , dzięki czemu sanie otrzymują ruch posuwowy od obracającej się śruby pociągowej. Różnorodność rodzajów pracy na tokarce oraz właściwości materiałów obrabianych jak również stosowanych narzędzi, wymagają szerokich zmian

szybkości posuwów, możliwości nadania im kierunku powrotnego, lub też całkowitego ich wyłączania. Od koła zębatego (5), mocno osadzonego na wałku wrzeciona W_1 (rys. 2), ruch przenosi się przez koła (6) i (8), wchodzące w skład nawrotnicy trybowej, a następnie przez szereg kół zębatych (9), (10), (11), (rys. 2), osadzonych na gitarze, na koło (12), wprawiające w ruch śrubę pociągową.

9. *Trójkąt kół* stanowi jedną z odmian tak zw. nawrotnic, które służą dla zmiany kierunku obrotu. Tryby (6) i (7) obracają się luźno na ośkach, osadzonych w ruchomej oprawce Y , która posiada niewielki obrót naokoło osi O_1 (rys. 2), na której siedzi koło (8). Oprawka niosąca tryby (6) i (7) może być unieruchomiona przy pomocy dźwigni zatraskowej D w trzech różnych położeniach I, II lub III. Gdy oprawka znajduje się w położeniu I, ruch obrotowy przenosi się od tryba (5) na tryb

(8) przez 2 koła pośredniczące (6) i (7). Tryb (8) otrzymuje ruch obrotowy w kierunku oznaczonym strzałką. W położeniu II (rys. 2) obydwie koła (6) i (7) są wyłączone z chwytu. Napęd do posuwu jest wyłączony. W położeniu dźwigni III ruch obrotowy przenosi się do koła (5) przez jedno koło pośredniczące (7), skutkiem czego koło (8) otrzymuje obrót w kierunku przeciwnym od tego, jakie miało miejsce przy położeniu dźwigni I.

10. *Gitara.* Wobec tego, że szybkość posuwu musi być dostosowana do rodzaju pracy, przełożenie trybów pomiędzy wałkiem wrzeciona i śrubą pociągową musi być zmienne, co uzyskuje się drogą umieszczenia różnych przekładni trybowych o takiej ilości zębów, jakiej wymaga ten lub inny rodzaj pracy na tokarce. Z natury rzeczy wynika, że tryby zmianowe nie mogą być mocowane w pewnym sta-

łem miejscu na łożu tokarki, gdyż, posiadając różne średnice, nie zawsze mogłyby zazębiać się ze sobą. Przyrząd G (rys. 2), zwany gitarą, umożliwia mocowanie pośredniczących kół zębatach w żądanym miejscu. Gitara G podwieszona jest na osi O_1 , osadzonej w korpusie łoża. Na tej samej osi osadza się mocno jedno z kół zmianowych (9). Pozostałe koła (10), (11) osadza się w ośkach, które mogą być przesuwane w wykrojach gitary i umocowane w dowolnym miejscu. Zmiana wielkości posuwów przy zastosowaniu kół zmianowych, osadzonych na gitarze, jest kłopotliwa i wymaga dużo czasu. Pewne ułatwienie daje podkładka P_1 pod łeb śrubowy (rys. 2). Obróciwszy dwa, trzy razy śrubę, jesteśmy już w stanie wyjąć przez wycięcie podkładkę, zdjąć koła, osadzić nowe, włożyć podkładkę i dwoma obrotami zabezpieczyć ją od wypadnięcia, zamocowując jednocześnie koła. Unikamy w ten sposób całkowitego wykręcania śrub, co zabiera dużo czasu.

TABLICA 1.
Koła zębata i śruby pociągowe.

Koło	Moduł	Il. zęb.	Szer.	Koło	Moduł	Il. zęb.	Szer.
1	2	36	24	13	1,5	14	16
2	2	84	24	14	1,5	48	14
3	2,5	30	30	15	2	13	20
4	2,5	66	30	16	2,5	22	16
5	1,5	40	14	17	2,5	33	16
6	1,5	20	14	18	1,5	36	14
7	1,5	24	14	19	1,5	38	14
8	1,5	40	14	20	1,5	18	14
Zębata				Q	1,5	18	20
Koła zmianowe o module $m = 1,5$ i ilości zębów							
$Z = 20 - 25 - 30 - 35 - 40 - 45 - 50 - 55 - 60 - 65 -$							
$- 70 - 75 - 80 - 90 - 95 - 100 - 125 - 127$							
Śruba pociągowa . .	S_p	skok 4 nit/cal	gwint prawy				
" " . .	S_g	" 3 mm.	" lewy				
" " . .	S_{10}	" 3 mm.	" prawy				

11. *Pokrywa*. Mechanizmy, służące dla rozrządu poszczególnych posuwów, mieszczą się wewnątrz skrzynki R (rys. 4), przymocowanej do podłużnych sań suportu i zwanej pokrywą. Na zewnętrznej powierzchni pokrywy rozmieszczone są dźwignie i kółka ręczne, które posiłkuje się tokarz podczas pracy. Poręczność i bezpieczeństwo obsługi wymagają, aby dźwignie i kółka były łatwo dostępne, a mechanizm rozdzielczy wyłączał możliwość mylnych połączeń, które mogłyby spowodować uszkodzenie jakiegokolwiek części maszyny.

12. *Zamek nakrętki pociągowej*. Mechanizm, służący do włączania śruby pociągowej, zwany zamkiem, posiada następujące urządzenie. Nakrętka pociągowa (rys. 4) składa się z dwóch połówek N_p , które przesuwają się mogą pionowo w kierunkach do siebie przeciwnych wzdłuż trójkątnych prowadnic, mieszczących się na korpusie pokrywy. Przesuwanie odbywa się przez pokręcanie dźwigni D_3 , mającej niewielki obrót naokoło osi O_2 , osadzonej w korpusie pokrywy. Piasta dźwigni D_3 posiada dwa ramiona, w których siedzą kołki K , zachodzące swymi końcami w rowki, wyłobione w prowadniczych częściach nakrętki. Przy pokręcaniu dźwigni D_3 , kołki, naciskając na korpus, przesuwają obydwie połówki, zbliżając lub oddalając je od siebie.

13. *Ręczny posuw podłużny*. Samoczynne posuwy podłużne przez śrubę i nakrętkę pociągową bywają zwykle bardzo powolne. Przy posuwach jałowych, gdy chodzi o szybkie dosunięcie noża do żądanego miejsca, tokarz posiłkuje się napędem ręcznym. Obracając kółko K , przenosimy ruch przez parę mocno osadzonych kół zębatach (13) i (14) na koło (15), które toczy się po zębatce Q , przymocowanej do łoża tokarki, wprawiając suport w szybki ruch posuwowy. Przy ręcznym przesuwaniu musimy uprzednio wyłączyć nakrętkę pociągową.

14. *Posuwy poprzeczne*. Poprzednim saniom suportu możemy nadać samoczynny posuw od obracającej się śruby pociągowej S_p . Śruba pracuje wtedy jak zwykły wałek, na którym jest przesuwne naklinowane stożkowe koło (16), skojarzone z kołem (17). Od tej przekładni przenosi się ruch na parę kół zębatach (18) i (19), a następnie przez koło (20) na śrubę pociągową S_g , obracającą się w nakrętce N_2 , przymocowanej do korpusu sań poprzecznych. Śruba pociągowa wprawia sanie w ruch posuwowy. Włączanie posuwu odbywa się drogą wprowadzania w chwyt kół zębatach (18) i (19), co skutecznia się wzdłużosiowym przesuwaniem wałka W_3 , trzymając go za guzik G_1 . Poprzeczne sanie mogą być odręcznie wprawione w ruch posuwowy przez pokręcanie śruby pociągowej bezpośrednio od korbki K_3 . Tryby (13) i (15) wyprowadza się wtedy z chwytu.

Sanie górne mogą otrzymać tylko ręczny posuw w sposób identyczny, jaki był podany dla ręcznego przesuwania sań poprzecznych.

15. *Obliczenie położenia kół zmianowych* przy nacinaniu gwintów. Przy nacinaniu gwintów ruchy tokarki winny być ustosunkowane w ten sposób, by na każdy obrót wałka wrzeciona nóż przesunął się na długość skoku nacinanego gwintu. Jeżeli skok śruby pociągowej oznaczmy przez S , zaś skok nacinanego gwintu przez S_1 to przełożenie trybów φ pomiędzy wałkiem wrzeciona i śrubą pociągową wyniesie:

$$\varphi = \frac{S_1}{S} \dots \dots \dots (I)$$

czyli przełożenie kół zmianowych

$$= \frac{\text{skok nacinanego gwintu}}{\text{skok śruby pociągowej}}$$

Jeżeli podane są liczby zwojów, przypadające na jednostkę długości nacinanej śruby (m_1) i śruby pociągowej (m), to

$$\varphi = \frac{m}{m_1} = \frac{S_1}{S} \dots \dots \dots (II)$$

czyli przełożenie kół zmianowych

$$= \frac{\text{ilość zwojów śruby pociągowej}}{\text{ilość zwojów śruby nacinanej}}$$

Przykład 1. Skok śruby pociągowej wynosi $\frac{1}{4}''$, skok gwintu nacinanego $\frac{7}{8}''$. Obliczyć przełożenie.

Rozwiązanie:

$$\varphi = \frac{S_1}{S} = \frac{7}{8}'' : \frac{1}{4}'' = \frac{7}{2}'' = \frac{60 \cdot 70}{30 \cdot 40}$$

Ustawiamy tryby w następującej kolejności (rys. 2):

$$\begin{array}{ll} (9) = 60 \text{ zębów} & (11) = 70 \text{ zębów} \\ (10) = 30 & (12) = 40 \end{array}$$

Przykład 2. Naciąć gwint o skoku 1,5 mm. Skok śruby pociągowej wynosi $\frac{1}{5}$ ". ($1'' = 25,4$ mm).

Rozwiązanie:

$$\varphi = \frac{1,5 \cdot 5}{25,4} = \frac{15}{2} \cdot \frac{5}{127} = \frac{75}{80} \cdot \frac{40}{127}$$

Jeżeli (5) = (8), to:

$$\begin{array}{ll} (9) = 75 \text{ zębów} & (11) = 40 \text{ zębów} \\ (10) = 80 & (12) = 127 \end{array}$$

Koła o 127 zębach używa się wtedy, gdy jedna z wielkości S_1 lub S wyrażona jest w calach, inna zaś w milimetrach.

Nie posiadając koła o 127 zębach, możemy naciąć żądany gwint z dostatecznym dla praktyki przybliżeniem, posilując się ułamkiem ciągłym

$$\varphi = \frac{1,5 \cdot 5}{25,4} = \frac{75}{254} = \frac{1}{\frac{2+1}{1+1} \cdot \frac{1+\frac{1}{2}+1}{2+\frac{1}{2}}}$$

Piąty przybliżony ułamek wyniesie:

$$\varphi = \frac{13}{44} = \frac{60 \cdot 39}{88 \cdot 90}$$

Ustawiamy tryby:

$$\begin{array}{ll} (9) = 60 \text{ zębów} & (11) = 39 \text{ zębów} \\ (10) = 88 & (12) = 90 \end{array}$$

16. *Gwintowanie na tokarce.* Przy nacinaniu rowków śrubowych nóż tokarski rzadko kiedy może wykonać całkowity zabieg za jednym przejściem.

Nacięcie rowka na pełną głębokość odbywa się zwykle kilkoma przejściami noża. Przy każdym ponownym przejściu zwracać należy baczną uwagę, by nóż rozpoczynał pracę we właściwym miejscu, gdyż najdrobniejsze odstępstwo spowodowałoby zniekształcenie gwintu. Jeżeli stosunek liczby zwojów śruby pociągowej i gwintu nacinanego wyraża się prostą liczbą (2, 3, 5, 7 i t. d.), to wyłączanie nakrętki pociągowej celem nadania suportowi powrotnego posuwu nie pociąga za sobą potrzeby specjalnego ustawiania noża, gdyż suport tokarki wraz z nożem sam ustawi się we właściwym miejscu przy ponownym włączaniu nakrętki pociągowej.

Jeżeli stosunek liczby zwojów śruby nacinanej i pociągowej nie wyraża się prostą liczbą, to cofanie suportu przez wyłączanie nakrętki pociągowej nastrocza obawę nieutrącenia noża w rowek śrubowy. Należy wtedy oznaczyć kredą początkowe położenie noża i uważać by ponowne przejście rozpoczynało się na tem samym miejscu. Zabieg ten powoduje stratę czasu, obniżając wydajność tokarki. Nowożytnie tokarki posiadają przystawki stropowe, które zapomocą skrzyżowanego pasa dają szybki powrotny bieg, skutkiem czego dla cofania suportu zbyteczne jest wyłączanie nakrętki pociągowej i ponowne ustawianie noża.

W trakcie całego zabiegu gwintowania uważać należy, by nie pokręcić śruby pociągowej S_{10} , prowadzącej górne sanie suportu. Nieostrożne poruszenie dźwigni K_4 (rys. 4) spowodować może przesunięcie trzymaka nożowego względem dolnych sań suportu, co może być przyczyną zniekształcenia gwintu. Aby zapobiec tego rodzaju wypadkom, górne sanie tokarki posiadają często urządzenia do ich unieruchomienia drogą przymocowania górnych sań do swych prowadnic przy pomocy haczyków.

C Z Ę Ś Ć II.

TOKARKA SZYBKOBIEŻNA.

Różnorodność potrzeb, jakie wyłania współczesna technika warsztatowa, niezawsze pozwala na ograniczenie się do najprostszych typów tokarek, do których zaliczyć można opisaną powyżej. Wysoki koszt robocizny, różnorodność materiałów obrabianych i stosowanych narzędzi wyłoniły potrzebę licznych udoskonaleń, które prowadziłyby w ten lub inny sposób do zmniejszenia kosztów obróbki. Poniżej podajemy opis nowożytnej tokarki szybkiej w wykonaniu wytwórni W. Fitzner i K. Gamper w Sosnowcu.

Tokarkę szybkiej cechuje przede wszystkim większa liczba biegów roboczych i posuwów, jakie jej możemy nadać. Wszelkich zmian szybkości dokonać można w sposób łatwy i szybki. Ponadto konstrukcja tokarki jest mocna i umożliwia zdejmowanie grubszego wióra bez drgań, które ujemnie wpływają na dokładność pracy.

17. *Łożyska wrzeciona.* Przedstawiony na rys. 3 tabl. II wałek W_3 wrzeciona osadzony jest w dwóch samosmarujących łożyskach cylindrycznych z po-

krywkami. Nacisk wzdłużosiowy przyjmuje łożysko kulkowe. Dla uniknięcia szybkiego wyrobienia się panwie łożysk są dość długie ($l = 1,55 d$ dla przedniego i $l = 1,9 d$ dla tylnego) i wykonane z twardego brązu niefosforzonego. W miarę wyrobiania się, łożyska zostają doszczelniane dzięki dociągnięciu śrub na pokrywie. Łożyska cylindryczne nie pozwalają na ustawianie wałka w ten sposób, by oś wrzeciona pozostawała zawsze na stałej wysokości. Możemy to osiągnąć tylko przy zastosowaniu łożysk stożkowych; natomiast łożyska cylindryczne posiadają następujące zalety: dzięki zdejmowanym pokrywom ułatwia się montaż wrzeciona, dociskanie pokryw nie jest kłopotliwe, wałek nie potrzebuje być mocno dociskany do łożysk w kierunku poosiowym, przeto na ruch roboczy zużywa się mniej energii, a wałek posiada możność wolnego wydłużania.

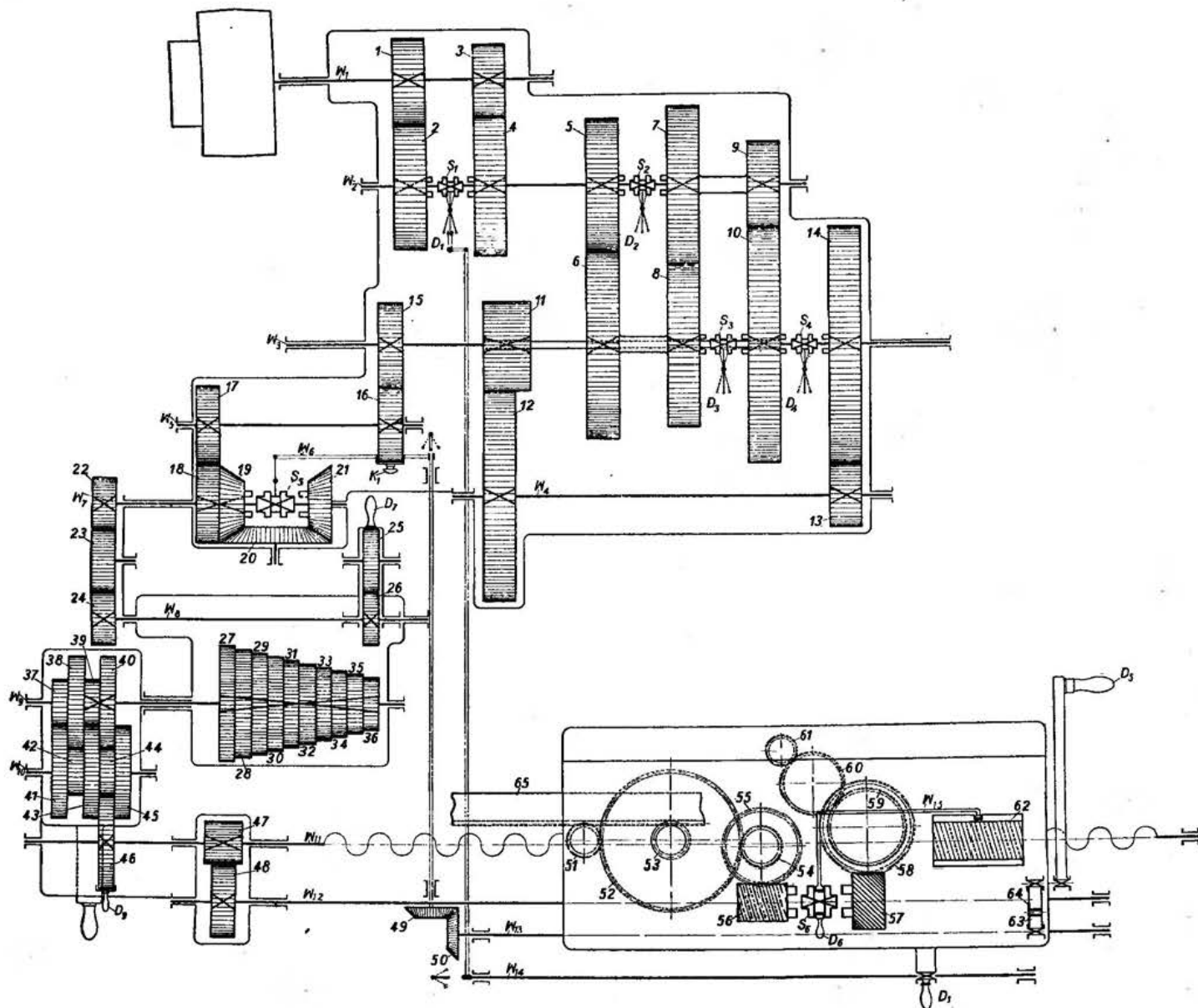
18. *Napęd do wałka wrzeciona* uskutecznia się zapomocą szeregu zespołów schodkowych kół zębatach. Zmiana szybkości odbywa się drogą włą-

czania lub wyłączania oddzielnych par kół zapomocą sprzęgieł ciernych. Koła zębate poszczególnych zespołów osadzone są na wałkach w ten sposób, by pracowała zawsze tylko jedna para, a wszystkie inne koła miały wtedy bieg jałowy. Zalety tego napędu są następujące: pozwala on na zmianę liczby obrotów wrzeciona bez zatrzymywania obrabiarki, uderzenia pasa nie przechodzą na wałek wrzeciona, co zwykle ma miejsce przy zastosowaniu pasowych kół schodkowych, osadzonych na wałku; możliwość nadania kołu pasowemu szybkiego biegu nawet

wzdłuż wałka W_2 (rys. 3) tuleję S_2 , naklinowaną przesuwnie na tym wałku. Wewnątrz wydrążonego wałka O_2 (rys. 4) mieści się inny wałek sprzęgła O_3 , posiadającego analogiczne urządzenie.

Wraz z tuleją S_2 (rys. 3) przesuwa się umocowana na niej rolka R_2 , mieszcząca się między dwiema śrubami kabłąka P_2 (rys. 3), osadzonego mocno na ośce O , która obraca się w dwóch otworach tulejek T , naklinowanych na wałku W_2 .

Wieniec zębate kół (5) i (7) są luźno osadzone w tulejach T . Pomiędzy wiencami tych kół oraz



Rys. 5. Schemat tokarki z jednokołowym napędem 260 × 2000 (W. Fitzner i K. Gamper w Sosnowcu).

U w a g a. × Osadzenie na klinie lub wpuście. × Osadzenie na piaście. Posuw podłużny ręczny: 51—52—53—65. Posuw podłużny od wałka: 56—55—54—52—53—65. Posuw podłużny od śruby: zaciśnięcie szczęk 62. Posuw poprzeczny: 57—58—59—60—61.

przy wolnych obrotach wrzeciona zapobiega ślizganiu się pasa. Jednak silnie złożona konstrukcja tego napędu stanowi poważną jego wadę. Ponadto stałe obracanie się wszystkich kół zębatach, nie biorących udziału w przenoszeniu pracy, zwiększa moc zużywaną na ruch roboczy.

19. *Sprzęgło cierne.* Urządzenie sprzęgła ciernego pokazane jest na rys. 3, 4, 5, 6, 7 i 8 (tabl. II). Z pomocą dźwigni D_2 (rys. 4), osadzonej mocno na wydrążonym wałku O_2 , pokręcamy na pewien kąt widełki B_2 , które swymi łapkami przesuwają

tulejami T osadzone są luźno pierścienie rozporowe P z wykrojami (rys. 5), w których mieści się ta część ośki O , która posiada wycięcia, pokazane na rys. 6, 7 i 8. Pokręcając więc kabłąk wraz z ośką O w jedną lub drugą stronę, nadajemy jej jedno z położań, pokazanych na rys. 6, 7 i 8, przez co rozginamy pierścień P i przyciskamy go do wienca zębatego.

W ten sposób mocujemy jedno z przyległych kół na wale. Wycięcia w osi O rozmieszczone są w ten sposób, że mocując jedno koło zębate na

wale, luzujemy drugie, przez co zapobiegamy jednoczesnemu włączeniu obydwóch przekładni.

20. *Przekładnia schodkowa (rys. 5).* Pomiedzy łożyskami wałka W_1 mieści się para naklinowanych na nim kół zębatach (1) i (3), skojarzonych odpowiednio z kołami (2) i (4), które luźno obracają się na tulejach wałka W_2 (tabl. II, rys. 3). Klinując koło (3) lub (4) na wale W_2 zapomocą sprzęgła ciernego, posiadającego także urządzenie, jakie było powyżej opisane, możemy nadać wałkowi W_2 dwie szybkości. Od wałka W_2 ruch może być przeniesiony na tuleję T_3 , która luźno obraca się na wałku wrzeciona W_3 . Skojarzone ze sobą trzy pary kół zębatach (5) i (6), (7) i (8) oraz (9) i (10) mogą być naprzemian sprzęgane odpowiednio z wałkiem W_2 i tuleją T_3 , nadając jej trzy szybkości. Od tegoż zespołu tuleja może otrzymać czwartą szybkość, będąc złączona z wałkiem W_2 w sposób zygzakowy, a mianowicie: klinując koło (5), przenosimy ruch na luźno obracające się koła (6) i (8), które stanowią jedną zespoloną całość, koło (8) przenosi ruch na koła (7) i (9), które również są ze sobą złączone i luźno obracają się na wałku W_2 . Od koła (9) przenosimy ruch na tuleję T_3 przez koło (10), które klinujemy na tej tuleji zapomocą sprzęgła S_4 . W ten sposób tuleja T_3 otrzymuje cztery szybkości od trzech par kół (5) do (10). Liczba ta może być podwojona dzięki pierwszej przekładni (1) — (2) i (3) — (4). Od tulei T_3 ruch może być przeniesiony bezpośrednio na wałek wrzeciona drogą sprzęgania tej tulei z wałkiem W_3 zapomocą sprzęgła S_4 .

21. *Przekładnia dodatkowa.* Zwrócić należy uwagę, że mocując tuleję T_3 na wałku wrzeciona W_3 (przesunięciem sprzęgła S_4 na lewo), luzujemy je-

TABLICA 2.
KOŁA ZĘBATE.

Koło	Liczba zębów	Moduł	Koło	Liczba zębów	Moduł	Koło	Liczba zębów	Moduł
1	35	3	23	50	2,25	45	48	2,5
2	55	"	24	30	"	46	48	"
3	30	"	25	32	"	47	18	"
4	60	"	26	44	"	48	40	"
5	46	3,5	27	64	"	49	20	"
6	74	"	28	60	"	50	20	"
7	60	"	29	56	"	51	16	2,25
8	60	"	30	52	"	52	80	"
9	33	"	31	48	"	53	14	3,5
10	87	"	32	46	"	54	20	2,25
11	30	4	33	44	"	55	40	2,5
12	70	"	34	40	"	56	—	"
13	20	5	35	38	"	57	25	2 α = 45
14	60	"	36	36	"	58	38	"
15	30	4	37	24	2,5	59	41	2,25
16	30	"	38	48	"	60	38	"
17	32	3,25	39	24	"	61	13	"
18	32	"	40	48	"	62	Prawy zwój 2 nitki na 1"	
19	30	3	41	48	"	63	—	2,5
20	36	"	42	24	"	64	—	"
21	30	"	43	48	"	65	—	3,5
22	30	2,25	44	24	"	66	—	2

dnocześnie koło (14), które nie bierze udziału w ruchach opisanych powyżej. Przeciwnie, luzując tuleję T_3 i klinując koło (14) (przesuwaniem sprzęgła S_4 na prawo), przenosimy ruch na wrzeciono przez odpowiednio skojarzone ze sobą koła zębata (11) i (12) oraz (13) i (14), z których trzy pierwsze są umocowane nastale. W ten sposób, posiadając

się przekładnią dodatkową, możemy nadać wałkowi wrzeciona 16 różnych biegów.

22. *Support (tabl. III).* Zasadnicze części suportu, jak sanie górne, poprzeczne oraz podłużne posiadają analogiczną budowę, jaka była już opisana. Trzymak obrotowy (tabl. III, rys. 15 i 16) może być zastosowany do jednoczesnego mocowania czterech noży. Główna O , do której przymocowane są noże śrubami M_2 , obraca się naokoło swej osi. Pokręcając główką, nadajemy temu lub innemu nożowi położenie robocze, poczem mocujemy ją nieruchomo na górnych saniach przy pomocy dźwigni D_{11} .

23. *Unieruchomienie sań poprzecznych.* Gdy suport przesuwany się wzdłuż tokarki, mogą powstać mimowolne przesuwu jego w kierunku poprzecznym, bądź to przez nieostrożne dotknięcie do korbki K_5 , lub też pod naciskiem siły, jakiej doznaje nóż, zdejmujący wiór. Zabezpieczenie od tego rodzaju ruchów posiada urządzenie następujące. Przez otwór, wywiercony w korpusie sań poprzecznych, przechodzi wałek W_{17} (rys. 17), który może być umocowany nieruchomo zapomocą śrubki M_4 (rys. 15), wpuszczonej w podłużny żłobek, na frezowany na tym wałku. Gdy sanie poprzeczne zajmują żądane położenie, wysuwamy wałek i mocujemy go śrubką M_4 w ten sposób, aby koniec jego mieścił się naprzeciwko haczyka H_1 , który obraca się na ośce, przymocowanej do korpusu sań podłużnych. Zaczepiając haczyk H_1 o koniec wałka W_{17} i przyciskając go nakrętką M_3 , czynimy sanie poprzeczne nieruchomymi względem sań podłużnych.

24. *Prowadnice suportu.* Sanie górne i poprzeczne posiadają prowadnice trójkątne, doszczelniane zapomocą klinów C (tabl. III, rys. 17 i 15). Klin doszczelniający posiada powierzchnię trącą A , równoległą do posuwu. Powierzchnia B , którą klin przylega do korpusu sań, jest cokolwiek pochylona względem kierunku tegoż posuwu. W miarę zrabiania powierzchni trącej, zagłębiamy cokolwiek klin, pokręcając śrubkę M_5 (rys. 15). W ten sposób doszczelniamy prowadnice. Śruba M_5 zapobiega również wysuwaniu się klina podczas przesuwów sań. Aby klin nie zagłębiał się zbyt i nie hamował posuwów, przeciwny koniec jego opiera się o główkę śruby (nie pokazanej na rysunku), która utrzymuje go w pewnym stałym położeniu.

Sanie podłużne posiadają prowadnice dachowe, których zalety zostały podane w poprzednich rozdziałach.

25. *Napęd do posuwów.* Mechanizmy, jakie są stosowane do nadania posuwów suportowi, winny odpowiadać tym wymaganiom, które stawiają różne rodzaje pracy na tokarce. Przy nacinaniu gwintów używa się wyłącznie śruby pociągowej, która od wrzeciona otrzymuje ruch obrotowy i przez nakrętkę, umocowaną w suporcie, nadaje mu posuw. Nacinanie gwintów wymaga równomiernego posuwu, który może być uzyskany drogą napędzania śruby zapomocą przekładni trybowych. Przekładnia pasowa daje poślizg, wobec czego nie może tu mieć zastosowania. Nacinany gwint jest rzeczywistą lub zmienioną w pewnym stałym stosunku kopją gwintu śruby pociągowej, to też wszelkie niedokładności tej śruby przenoszą się na obrabiany przedmiot. Wysoka dokładność, z jaką musi być wykonana śruba pociągowa, wyłania potrzebę należytej jej konserwacji i niestosowania przy zwykłym toczeniu, gdyż

częste używanie śruby powoduje przedwczesne jej wyrobienie. Przy zwykłym toczeniu używa się wałka pociągowego, który otrzymuje od wałka wrzeciona ruch obrotowy i z pomocą przekładni zębatych nadaje suportowi posuw. Wobec tego, że robocze posuwy bywają bardzo wolne, każda tokarka posiada urządzenie do szybkiego ręcznego przesuwania suportu, którym tokarz posilkuje się przy wszelkich posuwach jałowych.

Różnorodność rodzajów pracy na tokarce, oraz właściwości materiałów obrabianych, jak również stosowanych narzędzi wymagają szerokich zmian wielkości posuwów, możliwości nadania im kierunku powrotnego, lub całkowitego ich wyłączenia, które skutecznie się zapomocą całego szeregu mechanizmów. Napędzanie posuwu zaczyna się od koła (15), mocno osadzonego na wałku wrzeciona W_3 (tabl. II, rys. 9), koło (15) jest w chwycie z kołem (16), przesuwnie naklinowanym na wałku W_5 . Włączanie lub wyłączanie posuwu drogą przesuwania koła (16) (tabl. II, rys. 10) odbywa się w sposób następujący. Pazur L ochwytyjący koło (16) siedzi na wałku, który posiada nacięte na swym grzbiecie zęby.

Aby przesunąć wałek, a z nim razem koło (16), należy pokręcić małe kołko zębate Z zapomocą koła ręcznego K_1 .

26. *Nawrotnica trybowa* (rys. 9). Koło (17) przenosi ruch na wałek W_7 , na którym umieszczony jest mechanizm, służący do zmiany kierunku posuwu, zwany nawrotnicą trybową. Koło czołowe (18) osadzone jest mocno na piaście koła stożkowego (19). Te ostatnie luźno obraca się na wałku W_7 . Tuleja sprzęgła kłowego S_5 jest przesuwnie naklinowana na tym samym wałku. Piasty koła (19) i (21) stanowią drugie połówki sprzęgła. W chwycie jednoczesnym z obydwoma kołami (19) i (21) znajduje się trzecie koło (20), siedzące luźno na czopie. Wobec stałego kierunku obrotu koła napędzającego (17), wał W_7 może mieć obroty o kierunku zmiennym w zależności od połączenia sprzęgła. Gdy połączymy sprzęgło z kołem (19), ruch od koła (17) będzie się przenosił na wał W_7 bezpośrednio przez koło (19) i sprzęgło S_5 . Jeżeli sprzęgło będzie połączone z kołem (21), ruch pójdzie od koła (19) przez koło (20), koło (21), i stąd dopiero przez sprzęgło na wałek W_7 , przyczem kierunek obrotu wałka okaże się odwrotny względem poprzedniego. Od wałka W_7 ruch przenosi się na wałek W_8 zapomocą koła (22), (23) i (24).

27. *Przekładnia Nortona*. Na następnych wałkach, przez które kolejno przechodzi napęd do posuwu, umieszczone są dwie przekładnie, służące do zmiany szybkości. Pierwsza z nich, zwana przekładnią Nortona, opiera się na zasadzie następującej. Na wale W_9 osadzone jest na klinach dziesięć kół zębatych (27) do (36), ułożonych stożkowo od największego do najmniejszego. Na wale równoległym W_8 siedzi również na klinie kołko (25) jednakże w ten sposób, że może być przesuwane wzdłuż wałka. Kołko to ochwytyje oprawka O , niosąca ośkę, na której luźno siedzi kołko pośredniczące (26). Jeżeli chcemy zmienić wielkość przełożenia między wałkami W_8 i W_9 odchylamy oprawkę dźwigni D_7 (jak na tabl. II, rys. II) na dół, dzięki czemu kołko (26) wychodzi z połączenia; przesuwamy oprawkę w jedną lub drugą stronę, ustawiamy przed żądanym kołkiem wałka W_9 , poczem włączamy kołko (26),

podnosząc oprawkę ku górze. By oprawka nie opadała pod wpływem własnego ciężaru, w pokrywie, ochraniającej koła zębate, porobione są otworki, w które wchodzi sworzeń zatrasku, dociskany sprężyną.

Zaletą opisanej przekładni Nortona jest najmniejsza stosunkowo liczba kół, potrzebnych do osiągnięcia danego szeregu przełożeń; przekładnia ta nie posiada stadeł kół wirujących jałowo, a zatem współczynnik wydajności daje względnie wysoki, wreszcie cała budowa jest bardzo przejrzysta i łatwa w obsłudze. Wadą przekładni Nortona jest przede wszystkim mały obszar zmienności przełożeń i wogóle niemożność stosowania przełożeń większych.

28. *Przekładnia zygzakowa*. Druga przekładnia, zwana zygzakową, opiera się na zasadzie następującej. Odchylny wałek W_{10} wraz z mieszczącym się na nim zespołem kół zębatych może być pokręcany naokoło osi wałka W_9 zapomocą dźwigni D_8 (tabl. II, rys. 9 i II) przyczem wszystkie tryby, miesz-

TABLICA 3.

SZYBKOSCI WRZECIONA.

Stopień szybkości	Położenie dźwigni				Zespół kół zębatych.
	D_1	D_2	D_3	D_4	
1	↖	↖	↖	↖	1 2 5 6 W_9
2	↖	↖	↖	↗	1 2 7 8 W_9
3	↖	↖	↗	↖	1 2 9 10 W_9
4	↖	↖	↗	↗	1 2 5 6 8 7 9 10 W_9
5	↗	↖	↖	↖	3 4 5 6 W_9
6	↗	↖	↖	↗	3 4 7 8 W_9
7	↗	↖	↗	↖	3 4 9 10 W_9
8	↗	↖	↗	↗	3 4 5 6 8 7 9 10 W_9
9	↖	↖	↖	↖	1 2 5 6
10	↖	↖	↖	↗	1 2 7 8
11	↖	↖	↗	↖	1 2 9 10
12	↖	↖	↗	↗	1 2 5 6 8 7 9 10
13	↗	↖	↖	↖	3 4 5 6
14	↗	↖	↖	↗	3 4 7 8
15	↗	↖	↗	↖	3 4 9 10
16	↗	↖	↗	↗	3 4 5 6 8 7 9 10

czące się na obydwóch wałkach, są zawsze ze sobą w chwycie. Na wałku W_{11} o nieruchomej osi mieści się przesuwnie naklinowane koło (46), które może być kolejno wprowadzone w chwyt z jednym z kół (41), (42), (43), (44) i (45), mieszczących się na odchylnym wałku W_{10} . Aby zmienić przełożenie,

TABLICA 4.

PRZEKŁADNIA ZYGZAKOWA.

Przekładnia	Zespół kół zębatych
2:1	40—44—45—46
1:1	40—44—46
1:2	39—43—46
1:4	39—43—42—46
1:8	39—43—42—38—37—41—46

należy odchylić wałek W_{10} zapomocą dźwigni D_8 , poczem przesunąć w odpowiednie miejsce koło (46) zapomocą dźwigni D_9 , a następnie pokręcić wałek W_{10} w kierunku powrotnym, aby wprowadzić w chwyt koło (46) z odpowiednim kołem, mieszczącym się na wałku W_{10} .

Tryby (42) i (43) oraz (44) i (45) stanowią pary ze sobą połączone, wobec czego, łącząc jedno z tych kół z przesuwным kołem (46), przenosimy ruch na śrubę pociągową W_{11} , a następnie przez koła (47)

i (48) na wałek pociągowy W_{12} . Sposób przełączania w przekładni zygzakowej jest podobny do tegoż sposobu w opisanej przekładni Nortona, z tą jednak różnicą, że odchylenie wałka i przesuwanie koła jest tu podzielone, natomiast w przekładni Nortona, przesuwne kółko mieści się na wałku odchylnym i przełączanie odbywa się z pomocą jednej dźwigni.

29. *Pokrywa*. Mechanizmy, służące dla rozrządu poszczególnych posuwów mieszczą się wewnątrz skrzynki (F), przymocowanej do podłużnych sań suportu i zwanej pokrywą (tabl. III, rys. 17 i 18). Na zewnętrznej powierzchni pokrywy rozmieszczone są dźwignie i kółka ręczne, którymi posługuje się tokarz podczas pracy. Poręczność i bezpieczeństwo obsługi wymagają, aby dźwignie i kółka były łatwo dostępne, a mechanizm rozdzielczy wyłączał możliwość mylnych połączeń, które mogłyby spowodować uszkodzenie jakiegokolwiek części maszyny.

30. *Posuw od wałka pociągowego* (rys. 5) Wałek pociągowy nadaje samoczynny ruch posuwowy saniom podłużnym i poprzecznym zapomocą luźno osadzonych na nim ślimaka (56) lub koła śrubowego (57), które mogą być naprzemian mocowane na tym wałku zapomocą sprzęgła S_6 , które jest tudzież przesuwne naklinowane (rys. 15).

Sprzęgając ślimak (56) zapomocą dźwigni D_6 , nadajemy saniom podłużnym posuw kolejno przez koło ślimakowe (55), koła zębate (54), (52), (53), oraz listwę zębatą (65), przymocowaną do łoża tokarki. Sprzęgając zaś koło śrubowe (57) zapomocą tejże dźwigni, nadajemy saniom poprzecznym ruch posuwowy zapomocą systemu kół zębatych (57) — (58), (59) — (60) i (61), z których ostatnie osadzone jest na śrubie pociągowej J_1 , obracającej się w nakrętce N_1 (tabl. III, rys. 17), przymocowanej do korpusu sań poprzecznych P_2 .

31. *Posuw ręczny*. Podłużnym saniom można nadać szybki ruch posuwowy zapomocą kółka ręcznego K_2 (rys. 18) oraz trybu (51), który jest w chwycie z kołem (52).

Wykonując ręczny posuw podłużny, należy zluźnić koło ślimakowe (55), które jest umocowane na swym wałku przy pomocy sprzęgiełka ciernego. Mocowanie lub luzowanie tego koła odbywa się drogą pokręcania w tę lub w drugą stronę kółka ręcznego K_3 .

Sanie poprzeczne mogą również otrzymać ręczny posuw od korbki K_5 (rys. 17), wtedy zluźnić należy kółko śrubowe (58) (rys. 17), które umocowane jest na swym wałku w sposób identyczny, jak i koło ślimakowe (55).

Sanie górne otrzymać mogą tylko posuw ręczny zapomocą śruby J_2 i korbki K_6 (rys. 15). Śruby pociągowe sań poprzecznych i górnych posiadają podziałki (rys. 17), które pozwalają na odczytywanie drobnych przesuwów w częściach milimetra, co ma zastosowanie przy zagłębianiu noża na określoną grubość wióra.

32. *Zamek nakrętki pociągowej*. Mechanizm, służący do włączania śruby pociągowej, zwany zamkiem, posiada następujące urządzenie. Nakrętka pociągowa (62) (rys. 18) składa się z dwóch połówek, z których każda może się przesuwać wzdłuż trójkątnych prowadnic, mieszczących się na korpusie pokrywy. Każda połówka nakrętki posiada listwę zębatą L , skojarzoną z kółkiem (66). Pokręcając to

koło w jedną lub drugą stronę przy pomocy dźwigni D_{10} , przysuwamy do siebie lub rozsuwamy obydwa połowy nakrętki, przez co włączamy lub wyłączamy śrubę pociągową.

33. *Ryglowanie posuwów* ma na celu uniemożliwienie jednoczesnego włączenia napędu od wałka i śruby pociągowej, które spowodować by mogło uszkodzenie maszyny.

Śruba pociągowa może być włączona tylko wtedy, gdy przesuwne sprzęgło S_6 nie jest połączone z którymkolwiek z trybów (56) lub (57), od których nadaje się suportowi posuw od wałka pociągowego (rys. 18). W tym celu urządzone jest wałek W_{15} , przesuwający się wzdłuż swojej osi wraz ze sprzęgłem S_6 , z którym jest on połączony przy pomocy widełek R (rys. 17 i 18). Koniec wałka W_{15} jest zagięty i posiada haczykowate zakończenie, które zachodzi pomiędzy dwie połowki nakrętki zamka, przez co zapobiega zbliżaniu się tych części i włączaniu śruby pociągowej. Gdy sprzęgło S_6 zajmuje środkowe położenie, to jest gdy tryby (56) i (57) są zluźnione, haczykowaty koniec zatrzymuje się naprzeciwko wykrojów nakrętki i nie przeszkadza zbliżeniu się dwóch jej połówek, przez co umożliwia włączenie śruby pociągowej zapomocą dźwigni D_{10} (rys. 18 i 20).

34. *Włączanie ruchu roboczego i posuwów* odbywa się odpowiednio zapomocą dźwigni D_1 i D_5 (rys. 20), mieszczących się przy pokrywie. Dźwignia D_1 , poruszająca się wraz z pokrywą i przesuwnie naklinowana na wałku W_{14} , może obracać ten wałek na pewien niewielki kąt, a wraz z nim pokręca się szereg drążków, złączonych ze sobą zawiasowo. Ostatni z tych drążków przesuwają ruchomą część sprzęgła S_1 (tabl. II, rys. 3), nadając tokarce szybszy lub wolniejszy ruch, albo też wyłączają go całkowicie.

Zmiany kierunku posuwów lub ich włączania dokonywa się dźwignią D_5 , która również mieści się przy pokrywie (tabl. III, rys. 15 i 20). Dźwignia zatraskowa D_5 złączona jest zapomocą segmentów zębatych (63) i (64) z wałkiem W_{13} (tabl. III, rys. 20). Obydwa segmenty przesuwają się wraz z pokrywą suportu. W tym celu segment (63) jest przesuwnie naklinowany na wałku W_{13} . Pokręcając ten wałek dźwignią D_5 na pewien niewielki kąt, przenosimy ruch przez parę kół stożkowych (50) i (49) (tabl. I i rys. 5 — schemat) na szereg drążków, z których ostatni przesuwają w odpowiednie miejsce ruchomą część sprzęgła S_5 .

35. *Samoczynne wyłączanie posuwów*. Opisana tokarka posiada ponadto urządzenie dla samoczynnego wyłączania posuwu, gdy praca się kończy, t. j. gdy nóż przejdzie z góry oznaczoną długość. Ma to zastosowanie przy toczeniu większej liczby jednakowych przedmiotów i odciąża uwagę tokarza.

Urządzenie to składa się ze zderzaka, osadzonego na wałku W_{13} (tabl. I, rys. 1), który może być na nim umocowany w dowolnym miejscu, stosownie do oznaczonej długości toczenia.

Gdy praca noża się kończy, zderzak, dotykając ukośnej powierzchni nadlewu Z w pokrywie suportu (tabl. III, rys. 15), pokręca w odpowiednią stronę wałek W_{13} , a z nim szeregi drążków, z których ostatni, jak poprzednio, przesuwają ruchomą część sprzęgła S_5 w środkowe jego położenie, przez co wyłączają posuw.

CZĘŚĆ III.

NOŻE TOKARSKIE.

1. *Tworzenie się wióra.* Na zjawisko skrawania wióra przez nóż tokarski lub strugarski składają się dwie główne czynności: spęcznianie materiału i odrywanie jego cząstek. Gdy nóż o kształcie klina (rys. 6) napiera swym ostrzem na metal, pewna część skrawanej warstwy wciska się, wywołując naprężenie wewnątrz, które wzrasta aż do chwili przekroczenia oporu materiału na ściskanie. Wtedy następuje pęknięcie cząstki, która pod naciskiem noża zsuwa się cokolwiek, a ostrze napiera na następującą aż do jej odłamania. Powstaje w ten sposób szereg spojonych ze sobą cząstek materiału, z których każda zsuwa się względem następującej, tworząc zagięty wiór, gładki od strony noża (rys. 7) i zazębiony na stronie przeciwnej. Jeżeli porównamy grubość skrawanej warstwy z grubością wióra, przekonamy się, że ta ostatnia będzie dwukrotnie lub trzykrotnie większa. Spęcznienie odkształca zdejmowany materiał w ten sposób, że powstający wiór jest grubszy, natomiast długość jego jest mniejsza od długości zdejmowanej warstwy. Opisane zjawisko występuje najwybitniej gdy materiał jest miękki i ciągliwy. Przy skrawaniu metali twardych i kruchych zjawisko spęczniania jest mniej wyddatne. Często następuje całkowite odrywanie cząstek materiału, które nie są spojone ze sobą i nie tworzą ciągłego wióra.

Doświadczenia nad skrawaniem metali wykazały, że największy nacisk wióra na roboczy koniec noża przypada nie na samem jego ostrzu, lecz na pewnej odległości, przyczem cząstki wiórów (rys. 7) odrywając się, pozostawiają niewielkie nierówności na obrabianej powierzchni. Ostrze noża gładzi powstające nierówności, a pewna ilość zebranego materiału osadza się na jego brzegu.

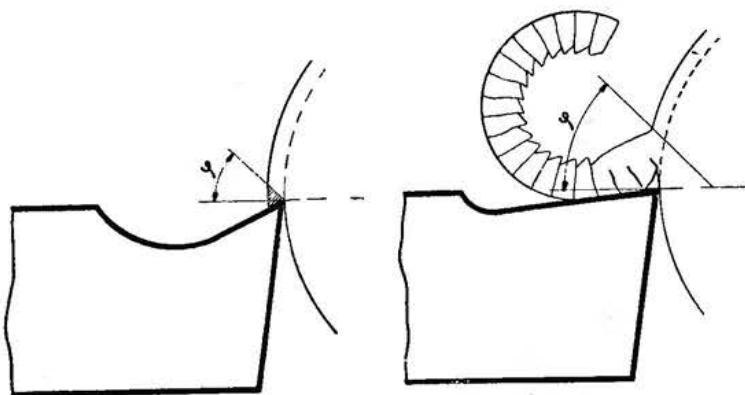
Tworzący się wiór, naciskając na roboczy koniec noża i przesuwając się po jego powierzchni, wywołuje pewną siłę tarcia, od którego powstaje ciepło, zagrzewające ostrze noża. Zdarza się często, że przeciwna strona klina czyli pięta noża trze się o obrabianą powierzchnię, wywołując dodatkowe zagrzewanie.

2. *Opór skrawania.* Wypadkową P wszystkich sił działających na roboczy koniec noża nazywamy oporem skrawania. Jak wynika z poprzednich rozważań na opór skrawania składa się:

- 1) praca spęczniania materiału,
- 2) siła odrywania cząstek wióra,
- 3) praca zawijania wióra,
- 4) tarcie wióra o pierś noża,
- 5) tarcie pięty noża o obrabianą powierzchnię.

Opór skrawania i powstające ciepło prowadzą do stopniowego zużywania krawędzi tnącej. Zawijający się wiór wyciera pierś noża, czyniąc jej powierzchnię szorstką i zwiększając przez to siłę tarcia. Toż samo dzieje się z piętą, która trze się o obrabianą powierzchnię. Powstające ciepło, zagrzewając hartowany koniec, może odpuścić materiał i pozbawić go twardości. Po pewnym okresie

powstaje potrzeba ostrzenia noża, czyli przywrócenia prawidłowego kształtu stępionej krawędzi, a niekiedy ponownego zahartowania, o ile materiał został odpuszczony. Ostrzenie noża, wymagając postępu maszyny, ujemnie wpływa na jej wydajność, wobec czego dążyć musimy, by opór skrawania, jako powodujący tępienie, był jaknajmniejszy. Zmniejszenie oporu prowadzi jednocześnie do zmniejszenia ilości energii zużywanej na skrawanie. Jednak oszczędność energii i konserwacja noża nie stanowią jeszcze o ekonomiczności obróbki, gdyż wchodzi tu w grę czas jej trwania, który zależy od szybkości zdejmowania wióra. Im szybciej odbywa się skrawanie tem większą uzyskamy oszczędność na czasie, a więc na koszcie robocizny. Zwiększenie szybkości nie wpływa na opór skrawania, wzmacnia jednak zagrzewanie krawędzi noża, którego nie każdy materiał jest w stanie wytrzymać. W ubiegłym wieku dla wykonywania noży tokarskich używano wyłącznie zwykłych stali narzędziowych o zawartości

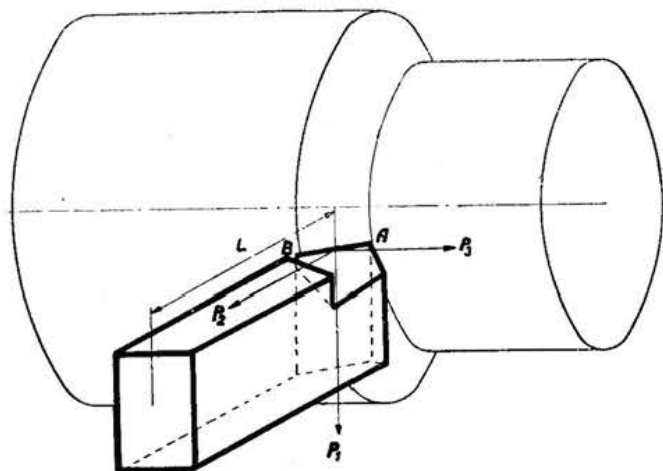


Rys. 6. Spęcznianie materiału. Rys. 7. Zawijanie się wióra.

węgla od 0,75% do 1,5% z małą domieszką manganu lub krzemu. Zwykłe stale narzędziowe dozwalały na niewielką szybkość skrawania, gdyż łatwo odpuszczały się wskutek zagrzewania. Wielką zdobyczą techniki było wynalezienie przez Taylora i White'a stali szybko tnącej, zademonstrowanej po raz pierwszy w r. 1900 na wystawie wszechświatowej w Paryżu. Stale szybko tnące, które stanowią stop węgla i półszlachetnych metali, jak wolfram, wanad, kobalt, molibden i inne, nie odpuszczają się, będąc zagrzone nieraz do 600°C. Cenna ta własność umożliwia podnoszenie szybkości skrawania do 25—30 metrów na minutę, gdy szybkość ta dla zwykłych stali węglistych waha się w granicach 7 do 12 metr. na minutę. Dążenie do uzyskania największej wydajności pracy skłoniło cały szereg badaczy do przeprowadzenia doświadczeń nad skrawaniem metali, których celem było ustalenie tych czynników, jakie prowadzą do zmniejszenia kosztów obróbki. Obok materiału wpływa na wytrzymałość noża prawidłowość obróbki termicz-

nej, na którą się składa: kucie, wyżarzanie, hartowanie, odpuszczanie i często spawanie.

W następnych rozdziałach traktować będziemy te czynniki, od których zależy prawidłowe ukształtowanie noża, prowadzące do zmniejszenia oporów skrawania i uzyskania obróbki należytej jakości, pomijając wpływy poszczególnych składników chemicznych, oraz sposobów wykonania termicznych



Rys. 8. Składowe oporu skrawania.

zabiegów, jako stanowiących przedmiot metalografii stali i jej termicznej obróbki.

3. *Spółczynnik skrawania.* Jak wykazała praktyka, wielkość oporu skrawania P , jakiego doznaje nóż ze strony obrabianego przedmiotu, jest proporcjonalna do powierzchni przekroju wióra. Oznaczając grubość wióra przez t i posuw noża na jeden obrót wrzeciona przez s , otrzymamy:

$$P = Wst.$$

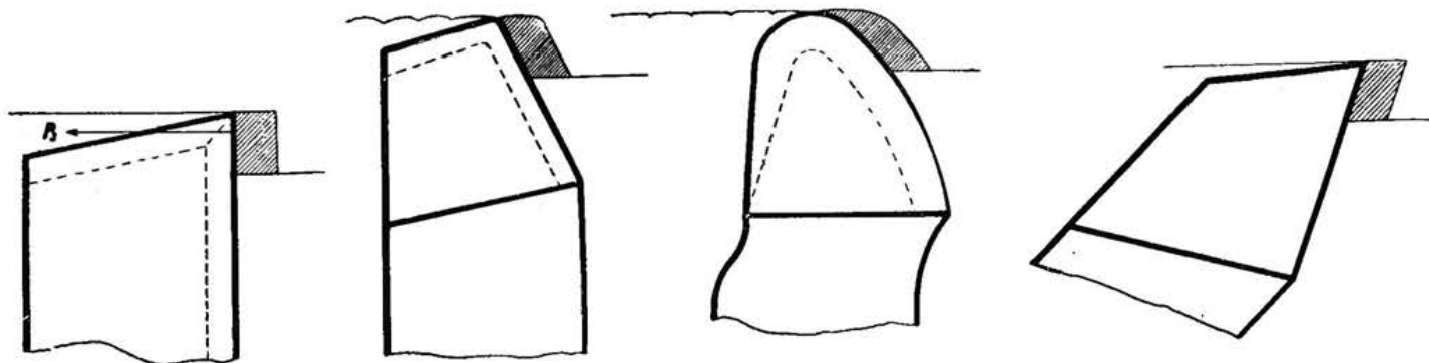
Wchodzący tu parametr W , zwany współczynnikiem skrawania, zależy przede wszystkim od twardości obrabianego materiału. Im twardszy jest materiał, tem większą wartość przyjmuje współczynnik W . Materiały jednakowej twardości nie zawsze jednak posiadają stały współczynnik skrawania, gdyż wiel-

kość jego waha się w pewnych granicach, które zależą od warunków, przy jakich odbywa się skrawanie, a mianowicie:

4. *Składowe oporu skrawania.* Opór P , jakiego doznaje nóż zdejmujący wiór, będziemy traktowali, jako wypadkową trzech składowych, działających w prostopadłych do siebie kierunkach (rys. 8). Największą z nich jest siła pionowa P_1 , gdyż na nią składa się przeważnie opór odrywania cząstek wióra. Siła P_1 posiada dążność do odłamania końca noża, ponadto wytwarza pewien moment gnący PL w jego trzonie. Klin noża nie może być zbyt zaostrożony, by nie odłamał się pod naciskiem siły P_1 , a przekrój trzona musi być dostatecznie wytrzymały na uginanie, które przy skrawaniu materiału o niejednakowej twardości przyjmuje postać drgań, szkodliwie wpływających na dokładność obróbki. Racjonalne mocowanie noża wymaga, by długość ramienia L była minimalna. Siła P_2 przeciwdziała zagłębianiu noża w obrabiany materiał. Wielkość tej siły nie może przekraczać granic, które mogłyby spowodować odpychanie noża od przedmiotu obrabianego.

Siła P_3 opiera się wzdłużnemu przesuwaniu noża. Według doświadczeń Schlesinger'a siła ta wywiera największy wpływ na tworzenie się ciepła, wobec czego zmniejszenie jej posiada szczególną wagę.

5. *Kształt krawędzi tnącej* winien zabezpieczać dobre odprowadzenie ciepła, jako czynnika najbardziej szkodliwego na długotrwałość noża. Najdogodniejsze są te kształty, które przewidują większą długość czynnej krawędzi tnącej w stosunku do przekroju wióra. Na rys. 9, 10 i 11 widzimy trzy noże o różnych kształtach krawędzi tnącej, a mianowicie: na rys. 9 krawędź jest prostopadła do osi toczącego przedmiotu, na rys. 10 jest ona pochylona, na rys. 11 nóż posiada zaokrągloną krawędź tnącą. Przy użyciu krawędzi prostopadłej siła P_3 przyjmuje największą swoją wartość, zaś $P_2 = 0$. Stąd wynika, że całkowity opór skrawania będzie mniejszy, niż w nożach o pochylej kra-



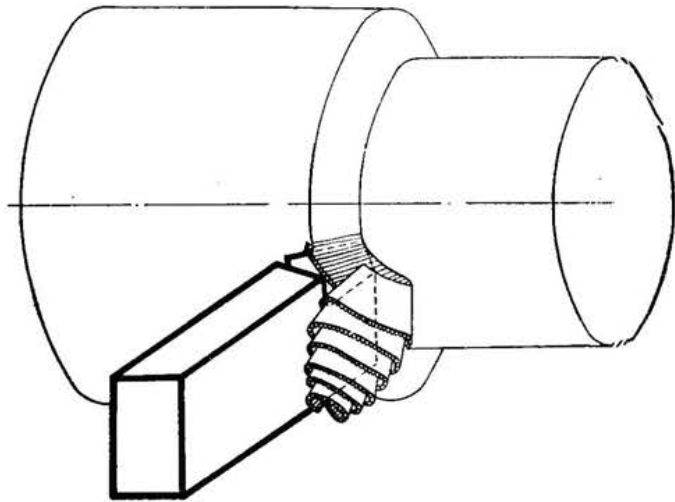
Rys. 9. Krawędź prostopadła. Rys. 10. Krawędź skośna. Rys. 11. Krawędź okrągła.

Rys. 12. Niewłaściwe położenie krawędzi tnącej.

wędzi tnącej, jednak, jak wykazała praktyka, na wytwarzanie ciepła wpływa przeważnie siła P_2 . Większa długość czynnej krawędzi tnącej oraz mniejsza siła P_2 daje przewagę nożowi ze skośną krawędzią (rys. 10) ze względu na lepsze odprowadzanie ciepła i związaną z tem oszczędność czasu, która w obróbce odgrywa większą rolę niż oszczędność energii. Nóż o skośnej krawędzi znalazł więk-

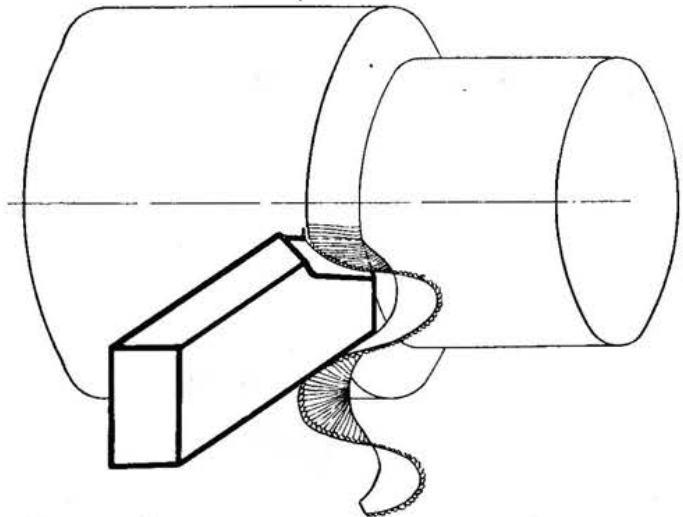
szą długość czynnej krawędzi tnącej oraz mniejszą siła P_2 daje przewagę nożowi ze skośną krawędzią (rys. 10) ze względu na lepsze odprowadzanie ciepła i związaną z tem oszczędność czasu, która w obróbce odgrywa większą rolę niż oszczędność energii. Nóż o skośnej krawędzi znalazł więk-

sze zastosowanie, jednak zalety noża o krawędzi prostopadłej, które tkwią w mniejszym oporze skrawania i wynikającej stąd możliwości zdejmowania grubszego wióra bez drgań i odpychania, jak również możliwość podtaczania przedmiotów pod prostym kątem dała mu równe prawa obywatelstwa w zastosowaniu do niektórych robót specjalnych na tokarkach rewolwerowych i samoczynnych, w postaci tak zw. noży tangencjalnych, o których będzie mowa poniżej. Na rys. 12 pokazane jest niewłaściwe położenie noża względem przedmiotu obrabianego. Ze względu na łatwe wrzynanie się noża w mater-



Rys. 13. Tworzenie się wióra przy krawędzi ze wzniesionym końcem.

i wiór odprowadza się łagodniej. Praktyka wykazała, że noże z opuszczonym końcem dają gładszą powierzchnię obróbki. Mocne odkształcanie wióra i większy opór skrawania, powstające przy zastosowaniu noży ze wzniesionym końcem powoduje niespokojną pracę, której wynikiem jest powstawanie brzdów i nierówności. Zjawisko to najwybitniej występuje przy obróbce żeliwa lub twardej stali. Przytoczone względy dają przewagę nożowi z obniżonym końcem, jednak wielkość obniżenia musi być umiarkowana, gdyż z jej wzrostem zwiększa się odpychanie noża od przedmiotu obrabianego.



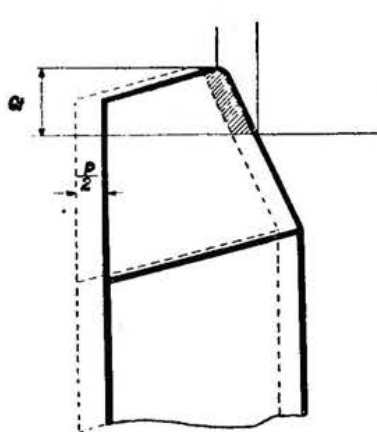
Rys. 14. Tworzenie się wióra przy krawędzi z opuszczonym końcem.

jał i trudne odprowadzanie wióra, położenie to w żadnym wypadku nie może być stosowane.

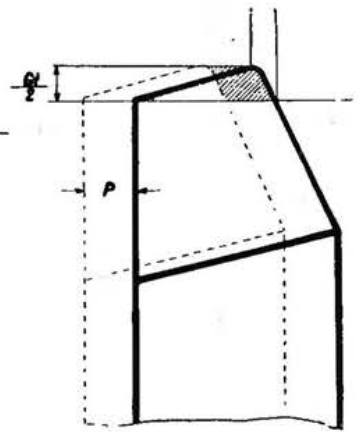
Trzeci typ noża, przedstawiony na rysunku 11 jeszcze lepiej odprowadza ciepło, gdyż dzięki zaokrągleniu czynna krawędź tego noża jest jeszcze dłuższa. Porównując rys. 10 i 11 przekonamy się, że nóż o zaokrąglonej krawędzi daje gładszą powierzchnię toczenia, co stanowi jego zaletę. Nóż ten, zwany nożem Taylora, był przez niego używany w doświadczeniach nad skrawaniem, pomimo jednak swych zalet nie znalazł szerszego zastosowania w praktyce z uwagi na trudność nadania mu zaokrąglonego kształtu. Niewielkie natomiast zaokrąglenia stosują się przy wykonywaniu różnego rodzaju zdzieraków.

6. *Położenie krawędzi względem osi toczzonego przedmiotu.* W dotychczasowych rozważaniach przypuszczaliśmy, że krawędź tnąca znajduje się w poziomej płaszczyźnie, przechodzącej przez oś toczzonego przedmiotu. Niemalże wpływ wywiera odchylenie krawędzi tnącej od poziomej płaszczyzny, czyli położenie punktu *A* (rys. 8) względem punktu *B*. Ostry koniec *A* może się znajdować powyżej punktu *B* (wzniesiony koniec) lub też poniżej (opuszczony koniec). Obydwa położenia punktu *A* względem *B* wywołują odmienne sposoby tworzenia się wióra. Gdy koniec jest wzniesiony, wiór zawija się zewnętrzną stroną do środka (rys. 13) tworząc prawe zwoje. Przy użyciu krawędzi z obniżonym końcem (rys. 14) wiór zawija się zewnętrzną stroną nazewnątrz. Kierunek zwojów jest lewy. Porównyując obydwa sposoby przekonamy się, że na odkształcanie wióra traci się mniej energii, gdy koniec noża jest opuszczony, wobec czego opór skrawania jest tu mniejszy,

7. *Wpływ grubości wióra.* Na ekonomiczność obróbki obok sposobu i szybkości skrawania wpływa długość okresów, w ciągu których nóż pracuje bez ostrzenia. Porównamy dwa wypadki skrawania, odbywające się przy jednakowym przekroju wióra i jednakowych szybkościach roboczych (rys. 15 i 16), lecz przy różnych grubościach wióra. W pierwszym wypadku skrawanie odbywa się przy grubszym wió-



Rys. 15. Gruby wiór, mały posuw (właściwe).

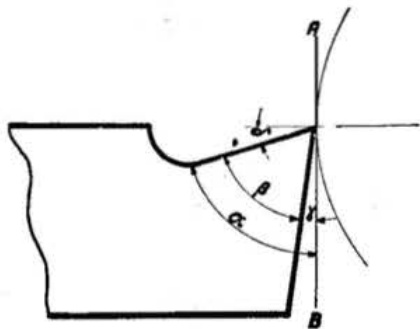


Rys. 16. Cienki wiór, duży posuw (niewłaściwe).

rze (*G*) i mniejszym posuwie (*P/2*) w wypadku drugim wiór jest dwukrotnie cieńszy (*G/2*), zaś posuw czyli szerokość wióra jest podwójna (*P*). Zużycie energii i czas trwania toczenia będą w obydwóch wypadkach jednakowe. Jednak przy zdejmowaniu grubszego wióra długość czynnej krawędzi będzie dwukrotnie większa, a więc nóż wytrzyma dłuższą pracę bez ostrzenia. Okoliczność ta daje przewagę

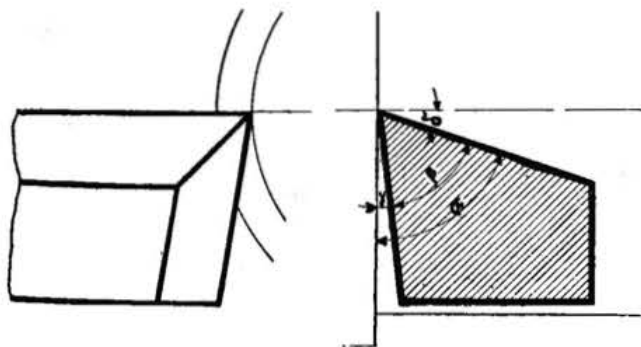
toczeniu przy grubszym wiórze i mniejszym posuwie.

8. *Kąty szlifowania.* Na prawidłowość obróbki nie mały wpływ wywierają kąty, jakie tworzą między sobą ścianki roboczego końca noża i położenie tych kątów względem przedmiotu obrabianego. W nożach tokarskich rozróżniamy następujące kąty (rys. 17 i 18):



Rys. 17. Kąty czołowe: α — kąt skrawania; β — kąt rzesowy; γ — kąt odsadzenia; δ — kąt natarcia;

- 1) β — pomiędzy pierśią noża i piętą zwany kątem rzesowym,
- 2) α — pomiędzy styczną $A-B$ i pierśią noża, zwany kątem skrawania,
- 3) γ — pomiędzy piętą i styczną AB , zwany kątem odsadzenia,
- 4) δ — pomiędzy pierśią i linią prostopadłą do stycznej $A-B$ zwany kątem natarcia.



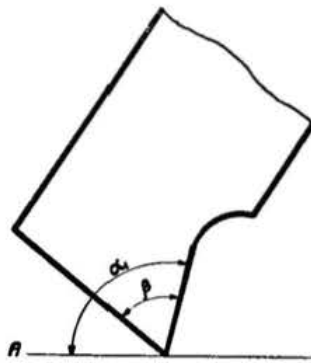
Rys. 18. Kąty boczne: α — kąt skrawania; β — kąt rzesowy; γ — kąt odsadzenia; δ — kąt natarcia.

Na rysunku 17 uwidocznione są te kąty w stosunku do czołowej krawędzi tnącej, (kąty czołowe), zaś na rys. 18 te same kąty w stosunku do krawędzi bocznej (kąty boczne).

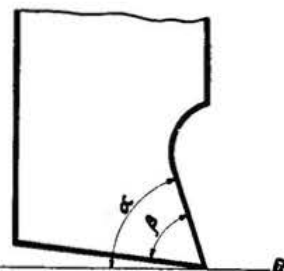
9. *Kąt rzesowy.* Wielkość kąta rzesowego β wpływa na opór skrawania. Im mniejszy jest ten kąt, tem łatwiej odrywają się cząstki wióra, a więc opór skrawania jest mniejszy. Osłabienie jednak krawędzi tnącej, które idzie w parze ze zmniejszeniem kąta rzesowego, nie pozwala na stosowanie zbyt małych kątów β . Wielkość ich zależy od twardości obrabianego materiału. Im twardszy jest materiał, tem mocniejsza musi być krawędź tnąca i większy kąt β . Praktyczne wielkości kąta rzesowego wynoszą od 54° do 70° dla żelaza miękiego i od 66° do 100° dla stali lub żeliwa utwardzonego.

10. *Kąt skrawania.* Obok łatwości odrywania wióra, nie małą rolę odgrywa zdolność noża do zagłębiania się w obrabiany materiał, która nie tyle

zależy od wielkości kąta rzesowego β ile od kąta α , jaki tworzy pierś noża i powierzchnia obróbki, zwanego kątem skrawania. Aby wyjaśnić wpływ tego kąta rozważymy działanie dwóch noży, przedstawionych na rys. 19 i 20, z których obydwa posiadają jednakowe kąty rzesowe β , jednak różnie są nachylone względem obrabianej powierzchni. Nie trudno przekonać się, że nóż pokazany na rys. 20 łatwiej będzie się zagłębiał w materiał, niż nóż na rys. 19. Ten ostatni nie będzie w stanie zdjąć grubszego wióra, lecz będzie skrobał powierzchnię. Różnica w działaniu obydwóch noży tkwi w niejednakowym kącie α . Zbyt duży kąt skrawania powoduje odpychanie noża od przedmiotu, jednak wielkość tego kąta nie może być zbyt mała, gdyż ostrze będzie łatwo zagłębiało się w materiał, powodując szkodliwe wżeranie się noża pod powierzchnię obróbki, którego wynikiem może być wyrwanie metalu lub odłamanie ostrza. Zwiększenie lub zmniejszenie kąta skrawania (przy stałym kącie γ) idzie w parze z odpowiednią zmianą kąta rzesowego β , który, jak wiadomo, bywa mniejszy dla metali miękkich i większy dla twardych. W każdym wypadku wielkość kąta skrawania α nie może przekraczać 90° . Noże o kącie ponad 90° mają zastosowanie w postaci t. zw. szabrow, używanych dla zdejmowania niewielkich nierówności na płaskich lub krzywych powierzchniach. Duży kąt skrawania zapobiega zagłębianiu się ostrza i uszkodzeniu powierzchni.



Rys. 19. Utrudnione zagłębianie noża.



Rys. 20. Łatwe zagłębianie noża.

11. *Kąt natarcia* δ uzupełnia kąt skrawania do 90° ; musi on być, jak obydwa poprzednie, dostosowany do twardości materiału. Im mniejszą twardość posiada materiał, tem mniejszy jest kąt rzesowy, wobec czego większym musi być kąt natarcia. Powiększenie tego kąta wpływa na łatwe odprowadzenie wióra, gdyż odkształcenie jego będzie małe; niewielki nacisk wióra (rys. 22) nie wywołuje dużej siły tarcia i nie odpycha noża od przedmiotu, — mniejszy opór skrawania daje oszczędność na energii. Zjawiska te, powstające przy dużym kącie δ , nie mogą być jednak uważane za dodatnie. Wiór nie zawija się w śrubowy zwój i nie usuwa się na bok, lecz w postaci długiego drutu posuwa się w kierunku suportu (rys. 22), nagle pęknięcia narażają pracującego na pokaleczenie, wobec czego obserwacja jest utrudniona. Inaczej ma się rzecz, gdy kąt natarcia jest niewielki (rys. 21). Oddzielający się wiór doznaje większego nacisku od strony pierśi noża, skutkiem czego zawija się w śrubowy zwój

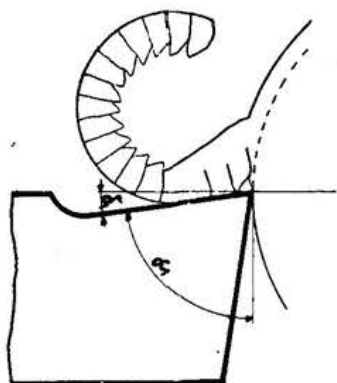
i odsuwa się na bok, co czyni pracę bezpieczniejszą. Lecz odkształcanie wióra i mocne tarcie jego o pierś noża pochłania pewną ilość energii, która podnosi cokolwiek koszt obróbki. Zmniejszenie kąta natarcia do zera nie może mieć miejsca, gdyż kąt rzeźowy wyniósłby 90° . Nacisk wióra wywołałby zbyt wielkie tarcie o pierś, które odpychając nóż, uniemożliwiłoby zagłębianie się w materiał. Celem uzyskania dobrego odprowadzania wióra przy większym kącie natarcia, krawędzi noża nadaje się

wej γ_1 , którego wielkość określa się wzorem

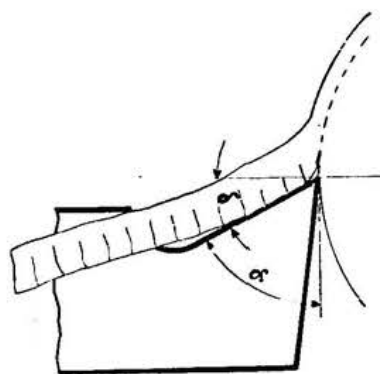
$$\operatorname{tg} \gamma_1 = \frac{S_1}{\pi D_1}$$

S_1 — oznacza skok linii śrubowej, zaś D_1 średnicę toczzonego przedmiotu.

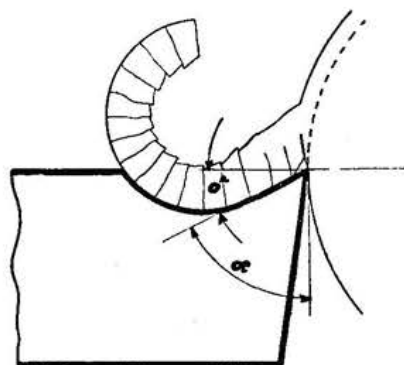
W drugim wypadku (rys. 25) kąt γ nie może być mniejszy od największego kąta γ_2 , jaki tworzy styczna do spirali z linią prostopadłą do promienia



Rys. 21. Odprowadzanie wióra przy małym kącie natarcia δ .



Rys. 22. Odprowadzanie wióra przy dużym kącie natarcia δ .



Rys. 23. Odprowadzanie wióra przy dużym kącie natarcia z wklęsnięciem.

kształt, pokazany na rys. 23. Na pierś noża szlifuje się półokrągłe wklęsnięcie, po którym wióry zawijają się łagodnie, nie wywierając zbyt wielkiego nacisku na pierś, wobec czego odpychanie noża, spowodowane tarcem, jest niewielkie. Zmniejszony kąt rzeźowy β daje mniejszy opór skrawania. Jednak kształt ten może mieć zastosowanie przy skrawaniu metali miękkich; wysoki bowiem opór twardych materiałów wymaga mocnej krawędzi, co może być uzyskane drogą zmniejszenia kąta β .

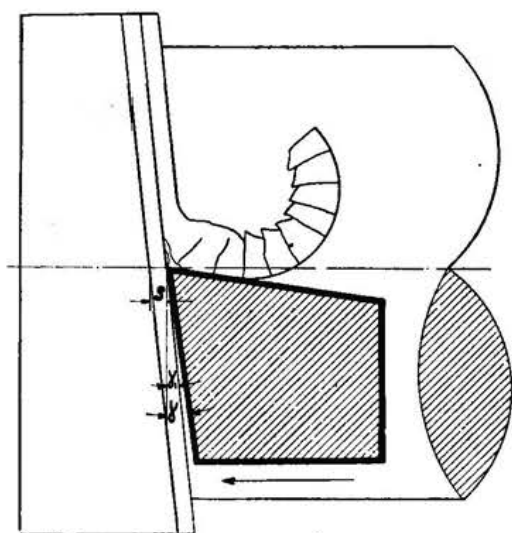
12. Kąt odsadzenia γ , zawarty pomiędzy piętą noża i powierzchnią obróbki, zapobiega tarcu pięty

wodzącego w tym samym punkcie. Wielkość tego kąta wyraża się wzorem

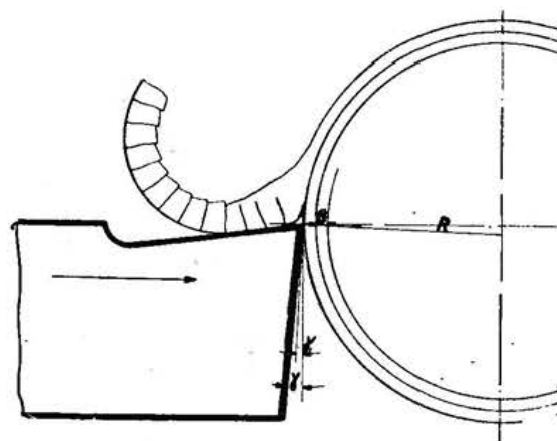
$$\operatorname{tg} \gamma_2 = \frac{S_2}{R}$$

w którym, jak poprzednio S_2 oznacza skok spirali, zaś R — promień przedmiotu toczzonego.

Jeżeli którykolwiek z kątów γ_1 lub γ_2 równa się lub przekroczy wielkość kąta odsadzenia, nastąpi tarcie pięty o powierzchnię przedmiotu obrabianego. Jak wynika z przytoczonych wzorów, wielkość kąta odsadzenia wzrasta ze zwiększeniem posuwu noża (S_1 S_2) na jeden obrót wrzeciona i ze zmniej-



Rys. 24. Toczenie wzdłużne.



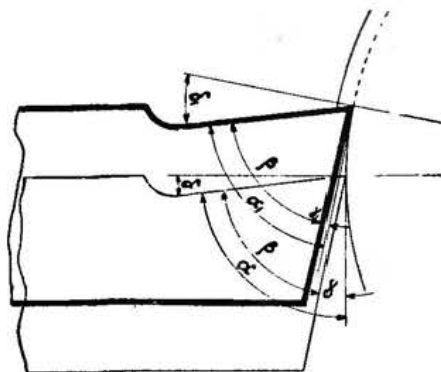
Rys. 25. Toczenie poprzeczne.

o obrabianą powierzchnię. Minimalną wielkość tego kąta określamy na podstawie następujących rozważań. Skrawanie wióra odbywa się po linii śrubowej (rys. 24) przy posuwie wzdłużnym lub też po spirali Archimedes (rys. 25) przy posuwie poprzecznym. W pierwszym wypadku kąt odsadzenia nie może być mniejszy od kąta pochylenia linii śrubo-

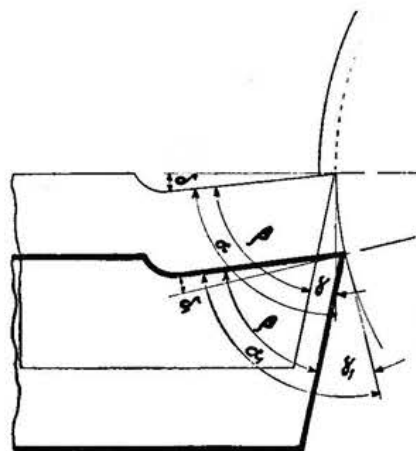
wej, którego wielkość określa się wzorem $\operatorname{tg} \gamma_1 = \frac{S_1}{\pi D_1}$. W drugim wypadku (rys. 25) kąt γ nie może być mniejszy od największego kąta γ_2 , jaki tworzy styczna do spirali z linią prostopadłą do promienia wodzącego w tym samym punkcie. Wielkość tego kąta wyraża się wzorem $\operatorname{tg} \gamma_2 = \frac{S_2}{R}$. Jeżeli którykolwiek z kątów γ_1 lub γ_2 równa się lub przekroczy wielkość kąta odsadzenia, nastąpi tarcie pięty o powierzchnię przedmiotu obrabianego. Jak wynika z przytoczonych wzorów, wielkość kąta odsadzenia wzrasta ze zwiększeniem posuwu noża (S_1 S_2) na jeden obrót wrzeciona i ze zmniejszeniem średnicy przedmiotu toczzonego. Praktyczna wielkość kątów odsadzenia w zwykłych nożach tokarskich wynosi od 5° do 8° . Specjalnym nożem do nacinania gwintów o dużym kącie pochylenia, jak również nożem do zataczania, jako posiadającym wyjątkowo duże posuwy, winny być nadane większe kąty odsadzenia, których wielkość musi być obli-

czona dla każdego poszczególnego wypadku. Nadanie zbyt małego kąta odsadzenia spowodowałoby wielkie tarcie pięty o obrabianą powierzchnię i uczyniłoby obróbkę wręcz niemożliwą. Nadmierne zwiększenie tegoż kąta nie jest również wskazane, gdyż łączy się ze zmniejszeniem kąta rzeźowego i osłabieniem krawędzi.

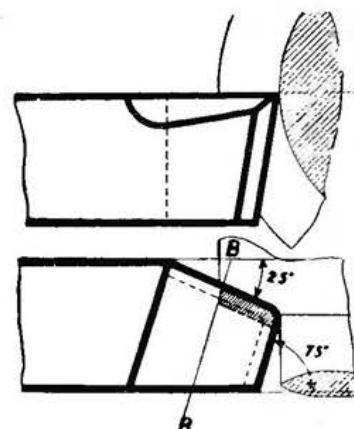
13. *Wpływ ustawienia noża.* Przytoczone w powyższych rozdziałach rozważania, dotyczące zasadniczych kątów, jakie tworzą między sobą szlifowane ścianki roboczego końca noża i położenie tych ścianek względem powierzchni toczenia, oparte były na założeniu, że nóż ustawiony jest osiowo, czyli krawędź tnąca dotyka toczonego przedmiotu w płaszczyźnie poziomej, przechodzącej przez oś tokarki.



Rys. 26. Ustawienie krawędzi noża powyżej osi.



Rys. 27. Ustawienie krawędzi noża poniżej osi.



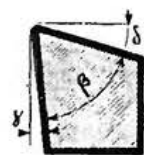
Rys. 28. Zdzierak romboidalny: do kutego żelaza i stali $\beta = 58^\circ$
„ lanego „ „ $\beta = 67^\circ$

Zdarza się niekiedy, że ostrze noża znajduje się powyżej lub poniżej osi kłków (rys. 26 i 27). W obydwu wypadkach wielkości kątów rzeźowych β pozostają bez zmiany, zmieniają się natomiast pozostałe kąty α , γ i δ , wywołując odpowiedni wpływ na skrawanie wióra. Gdy krawędź jest wzniesiona (rys. 26), zmniejsza się kąt skrawania α i kąt odsadzenia γ , zwiększa się natomiast kąt natarcia δ . Odwrotne zjawisko pozostaje przy ustawieniu noża poniżej osi. Zwiększają się kąty α i γ — kąt δ zmniejsza się. Gdy nóż tokarski przeznaczony jest dla jednakowych zabiegów, krawędź ustawia się osiowo, — położenie to uważane jest za normalne. Potrzeba ustawiania krawędzi na różnych wysokościach powstaje wtedy, gdy jednym nożem wykonujemy różne czynności. Jeżeli np. przy pomocy jednego noża dokonać musimy zdzierania i wykończenia, to dla wykończenia ustawiamy nóż osiowo, zdzieranie odbywamy przy wzniesionym położeniu noża, gdyż zdejmowanie grubszego wióra wymaga łatwiejszego zagłębiania noża w materiał (mniejszy kąt rzeźowy α) niż wykończenie, które odbywa się przy cienkim wiórze (kąt α większy). Toczy się kształtowanie i jego odmiany, jak również toczenie na stożek wymaga osiowego ustawienia noża. Odchylenie od tego położenia wywołałoby zniekształcenie zarysu toczonej powierzchni. Przecinanie i planowanie, czyli toczenie powierzchni czołowych, wymaga osiowego ustawienia, gdyż krawędź, posuwając się w poprzek tokarki, przejść musi przez linię osi kłków. Wytaczanie wymaga ustawienia powyżej osi, gdyż dla tego zabiegu używa się nóż o długim trzonie.

Pod naciskiem oporu skrawania trzon się ugina, a wzniesione ostrze staje w położeniu osiowym.

Ustawienie noża poniżej osi kłków nie jest wskazane w żadnym zabiegu.

14. *Zdzieranie i wykończenie.* W toczeniu różniemy dwa zasadnicze zabiegi: zdzieranie i wykończenie. Zdzieranie odbywa się przy grubym wiórze i większym posuwie, powierzchnia obróbki otrzymuje się nierówna; aby ją wygładzić i nadać toczoneму przedmiotowi stałą średnicę, toczy się tą samą powierzchnię po raz wtóry, lecz przy cienkim wiórze i wolnym po-



PRZEKRÓJ B-B

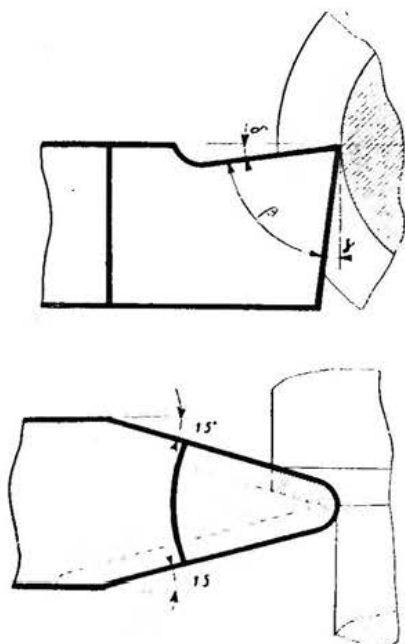
suwie. Noże, przeznaczone do zdzierania, zwane zdzierakami, muszą być dostosowane do dużych oporów skrawania, jakie powstają przy zdejmowaniu grubszych wiórów.

Na rys. 28 pokazany jest typowy zdzierak, zwany nożem romboidalnym. Skośna krawędź tnąca i zaokrąglony koniec ułatwiają odprowadzanie ciepła; niewielki kąt skrawania, wynoszący od 68° do 75° , ułatwia zagłębianie ostrza w materiał i chwytanie grubszego wióra. Nóż ten może być stosowany do toczenia wzdłużnego i tylko w jednym kierunku. Dla toczenia powierzchni czołowych roboczy koniec tego noża musi być odpowiednio zagięty. Na rys. 29 pokazany jest zdzierak okrągły do toczenia wzdłużnego w dwóch kierunkach. Obydwa typy zdzieraków, posiadając zaokrąglone końce, mają ograniczone zastosowanie; nie mogą one podtaczać pod prostym kątem. Przedstawiony na rys. 30 zdzierak, zwany bocianem, posiadając spiczasty koniec, nadaje się do podcinania kołnierzy i wygładzania płaszczyzn czołowych. Gdy zostanie odpowiednio odgięty, może on być zastosowany do wytaczania powierzchni wewnętrznych. Ostry koniec utrudnia jednak odprowadzanie ciepła, wobec czego nóż ten nie może być użyty do zdejmowania zbyt grubego wióra, gdyż szybko by się tępił.

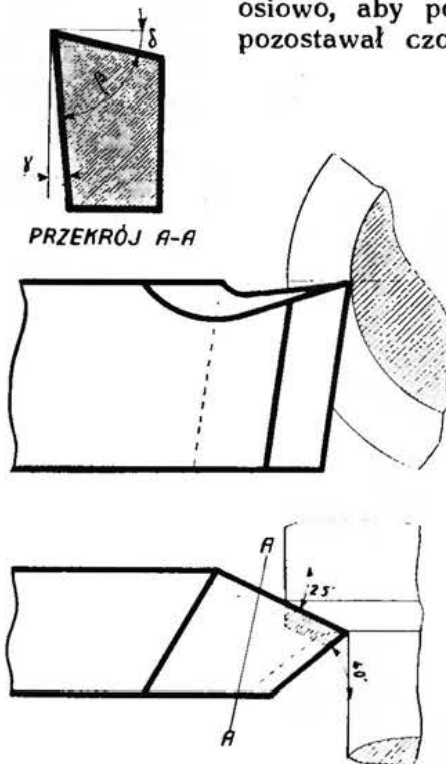
Do wykończenia mogą być użyte te same noże, które służą do zdzierania; nadaje się im wtedy wolny posuw. Krawędź tnąca wykończaków musi być zawsze zaokrąglona, gdyż taka krawędź daje gładszą powierzchnię, niż krawędź spiczasta, jak już o tem była mowa w rozdziałach poprzednich. Noże do

wykończania winny posiadać cokolwiek większy kąt skrawania, niż zdzieraki, aby zapobiec wżeraniu się ostrza w materiał. Jeżeli mierzyć wydajność tokarki ilością wiórów, zdejmowanych w jednostkę czasu, to w ciągu wykończania, tokarki nie są cał-

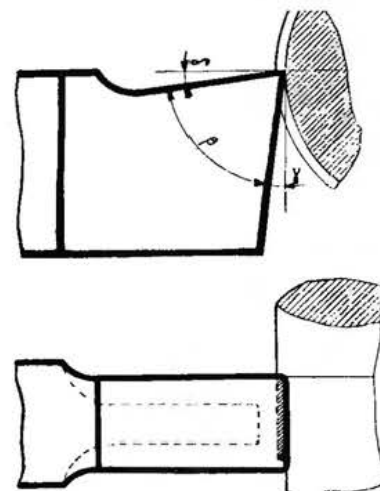
poprzecznym (rys. 32). Aby boczne krawędzie nie tarły się o materiał w miarę zagłębiania noża, są one pochylone o 2° . Obcinaki ustawia się zwykle osiowo, aby pośrodku obcinanego przedmiotu nie pozostawał czopek. Gdy obcinak prowadzony jest ruchem równomiernym, następuje stopniowe zmniejszanie szybkości skrawania, które idzie w parze ze zmniejsza-



Rys. 29. Zdzierak okrągły:
do kutego żelaza i stali $\beta = 69^\circ$
„ lanego „ „ $\beta = 73^\circ$



Rys. 30. Bocian:
do kutego żelaza i stali $\beta = 58^\circ$
„ lanego „ „ $\beta = 67^\circ$



Rys. 31. Wykończak płaski:
do kutego żelaza i stali $\beta = 58^\circ$
„ lanego „ „ $\beta = 72^\circ$

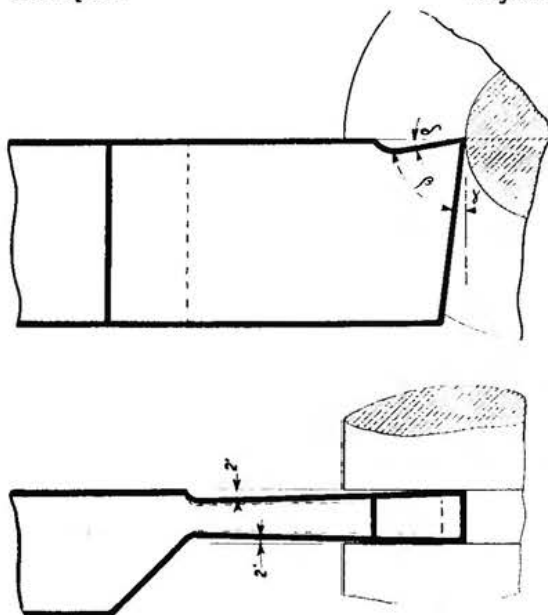
kowicie wyzyskane, gdyż ilość zdejmowanych wiórów bywa niewielka. Celem podniesienia wydajności, nadaje się możliwie szybki bieg roboczy, bowiem wobec małego oporu skrawania nie grozi tu zbyt- nie nagrzewanie się narzędzi.

W wielu wypadkach, gdy chodzi o nadanie tocznej powierzchni gładkiego wyglądu bez ścisłego utrzymania stałej średnicy, stosuje się wykończak, skrawający wiór prostoliniową krawędzią czołową (rys. 31). Nożowi temu nadaje się szybki posuw, przez co skraca się czas trwania obróbki. Aby ostre końce nie kaleczyły obrabianej powierzchni, nadaje się po obu stronach niewielkie zaokrąglenia.

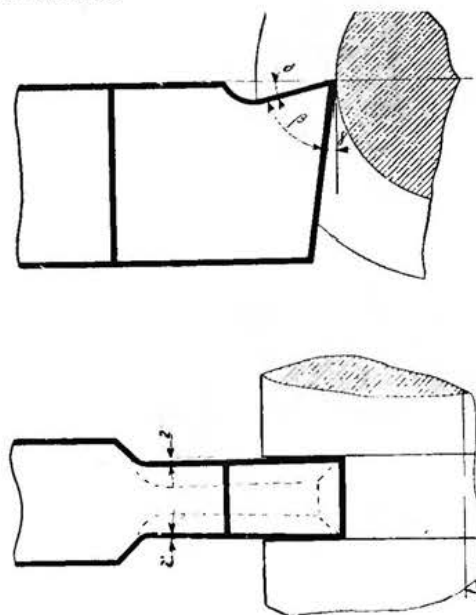
Jeżeli chodzi o większą dokładność roboty, przedmioty, zgruba obtoczone, bywają wykończane drogą szlifowania okrągłego.

15. *Obcinaki* służą do obcinania części tocznego przedmiotu i pracują zwykle przy posuwie

niem średnicy toczenia. Masowe obcinanie odbywa się na specjalnych tokarkach, zwanych obcinarkami, których osobliwością jest przyspieszony posuw poprzeczny, mający na celu utrzymanie stałej szybkości skrawania.



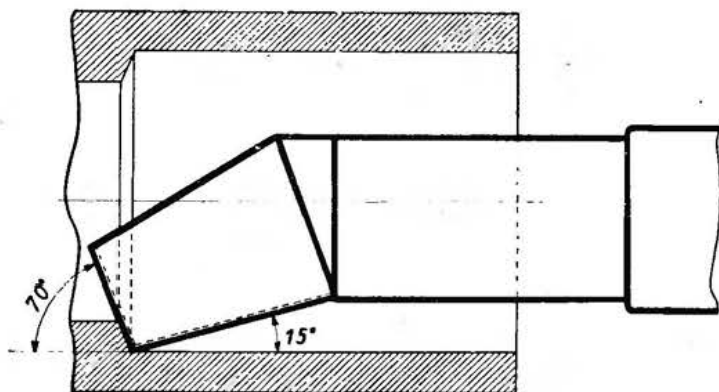
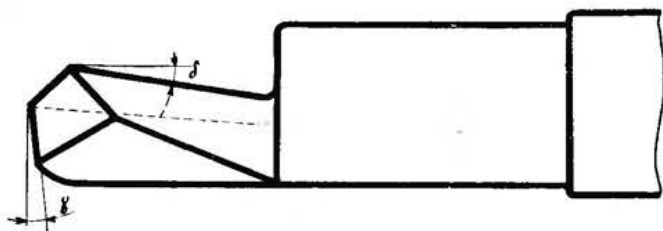
Rys. 32. Przecinak:
do kutego żelaza i stali $\beta = 75^\circ$
„ lanego „ „ $\beta = 79^\circ$



Rys. 33. Zacinak:
do kutego żelaza i stali $\beta = 58^\circ$
„ lanego „ „ $\beta = 67^\circ$

16. *Zacinaki*. Pewne podobieństwo do obcinaków mają zacinaki prostokątne (rys. 33). Służą one do nacinania rowków pierścieniowych na przedmiotach okrągłych. Gdy są odpowiednio zagięte, mogą być zastosowane do nacinania takich samych

rowków na powierzchniach czołowych lub wewnętrznych. Obcinaki w razie potrzeby mogą być ustawiane powyżej osi.



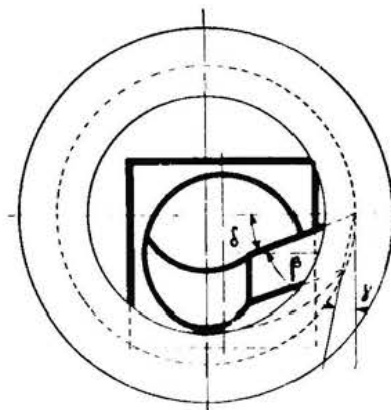
Rys. 34. Wytaczak: do kutego żelaza i stali $\beta = 61^\circ$; do lanego żelaza i stali $\beta = 70^\circ$.

Na rys. 34 pokazany jest wytaczak, czyli nóż do toczenia powierzchni wewnętrznych. Osobliwości konstrukcyjne, wynikające z przeznaczenia tego noża, widoczne są na rysunku.

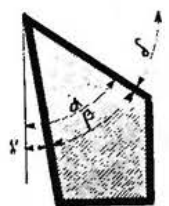
17. *Noże tangencjalne.* Nóż tangencjalny (rys. 35 i 36) posiada krawędź tnącą prostopadłą do osi toczzonego przedmiotu, co umożliwia podtaczanie prawie że pod prostym kątem. Główną zaletę tych noży stanowi zdolność zdejmowania grubego wióra bez drgań. Składowa P_s oporu skrawania w kierunku odosiowym równa się zeru, wobec czego toczony przedmiot mniej narażony jest na poprzeczne

często względem przedmiotu obrabianego w sposób pokazany na rys. 35. Wypadkowa P obydwu składowych oporów skrawania P_1 i P_2 skierowana jest wzdłuż trzona, wobec czego nóż staje się odporniejszym na drgania, które łatwiej mogłyby powstać przy poziomym ustawieniu i poprzecznym uginaniu trzona.

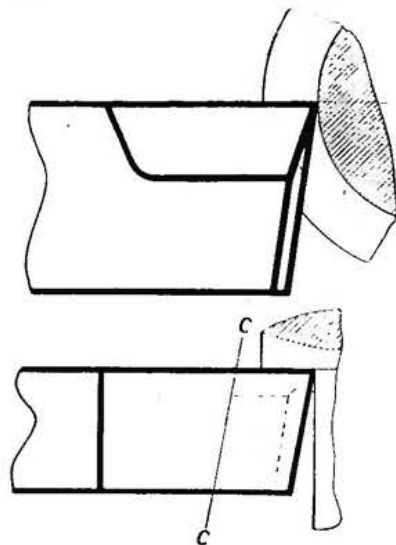
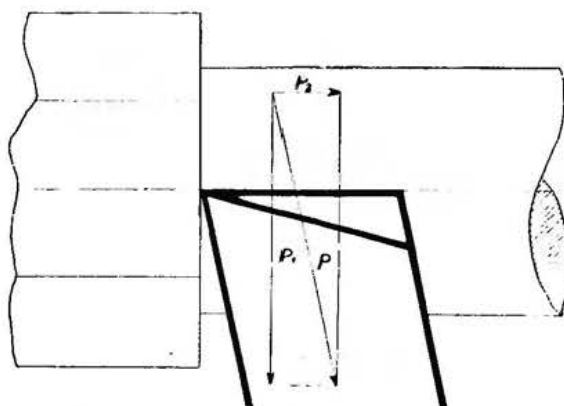
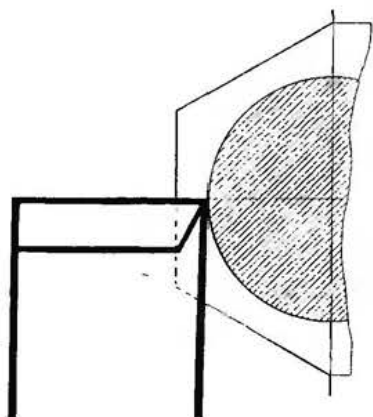
Mały opór skrawania i odporność na drgania, jakie cechują nóż tangencjalny, dały mu zastosowanie w toczeniu żelaza o przekroju kwadratowym



lub sześciokątnym, w którym zdejmowany wiór nie posiada stałej grubości. Okresowe zmiany oporu naraziłyby zwykły nóż na mocne drgania, skutkiem czego powstawałyby brzozy na obrabianej powierzchni.



PRZEMÓJ C-C



Rys. 35 i 36. Noże tangencjalne.

M.A.T.E.R.I.A.L.	α	β	γ	δ
Żelazo kute, stal kuta miękka	65	53	12	25
" lane, " " średnia	75	65	10	15
Stal lana, " " twarda	80	72	8	10
Mosiądz	85	73	12	5
Miedź	60	45	15	30

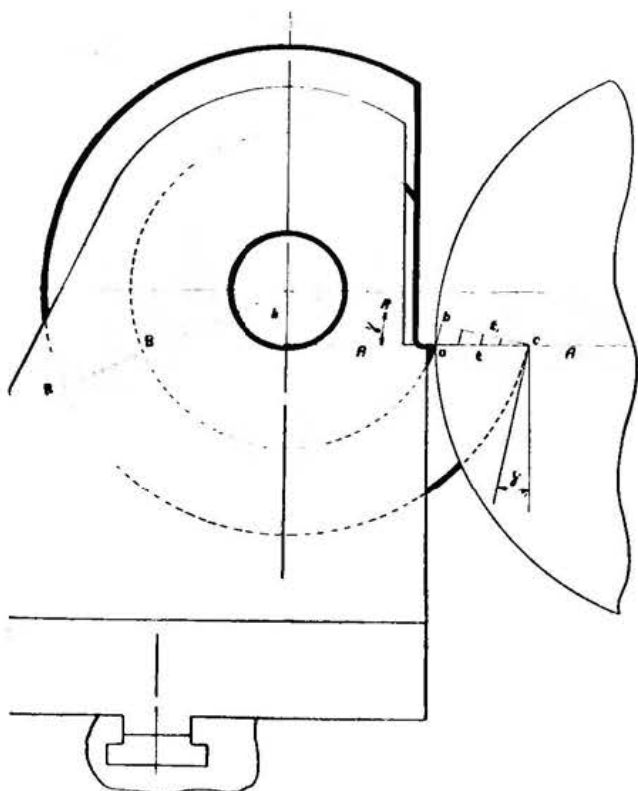
uginanie, aniżeli w wypadkach toczenia nożem o krawędzi skośnej. Nóż tangencjalny ustawia się

Przy używaniu noży tangencjalnych o większym przekroju trzona, boczna krawędź tnąca może być jednocześnie zastosowana do gładzenia obrabianej powierzchni. Roboczy koniec noża posiada wtedy kształt pokazany na rys. 36.

Nożom tangencjalnym nadaje się zwykle niewielki kąt rzeźowy. Zmniejszenie jednak tego kąta kosztem zwiększenia kąta natarcia ujemnie wpływa na prawidłowe odprowadzanie wióra, gdyż wiór nie

zawijają się w śrubowe zwoje, co utrudnia obserwację. Zjawisko to nie jest szkodliwe przy toczeniu żelaza kwadratowego lub sześciokątnego, gdyż wiór odrywa się w postaci krótkich kawałków. Gdy ma się do czynienia z ciągłym wiórem, celowe jest stosowanie okrągłego wklęsnięcia na pierś noża, dzięki któremu wiór zawija się w śrubowe zwoje i odprowadza się na bok. Wadę noży tangencyjnych stanowi utrudnione odprowadzanie ciepła, skutkiem czego nóż ten szybko się tępi i często wymaga ostrzenia. Obfite chłodzenie zwiększa długotrwłość noża.

18. *Noże kształtowe* służą do nacinania rowków lub podtaczania odsadzeń o pewnym określonym zarysie. Zarys krawędzi tych noży winien odpowiadać kształtowi, jaki ma otrzymać nacinany rowek lub podtaczane odsadzenie w odpowiednim przekroju. W przygotowaniu noży kształtowych naj-



Rys. 37. Nóż kształtowy okrągły.

kosztowniejszym zabiegiem jest nadanie krawędzi żądanego zarysu. Gdy mamy do czynienia z toczeniem okrągłych rowków (np. obwodów kół ślimakowych) stosujemy zwykły nóż trzonowy (tabl. IV, rys. 5). Nadanie krawędzi okrągłego zarysu i przywracanie tegoż zarysu po stępieniu noża nie nastręczy zbyt wielkich trudności, gdy się posiada szlifierkę Gisholt'a, o której będzie mowa poniżej. Noże o skomplikowanych zarysach wymagają zabezpieczenia krawędzi od zniekształcania. Istnieją dwa typy takich noży — noże pryzmowe (rys. 38) i okrągłe (rys. 37). Szlifowanie odbywa się od strony pierś, wobec czego krawędź tnąca nie traci swego zarysu aż do zupełnego zużycia noża. Różnica między dwoma wymienionymi typami tkwi w tem, że noże okrągłe wymagają niewiele przestrzeni wzdłuż, mogą być łatwo wykonywane na tokarkach, a w razie potrzeby mogą być składane z kilku równolegle zmocowanych ze sobą krążków. Bezpieczne mocowanie tych noży nastręcza jednak pewne trudności. Noże okrągłe stosują się zwykle

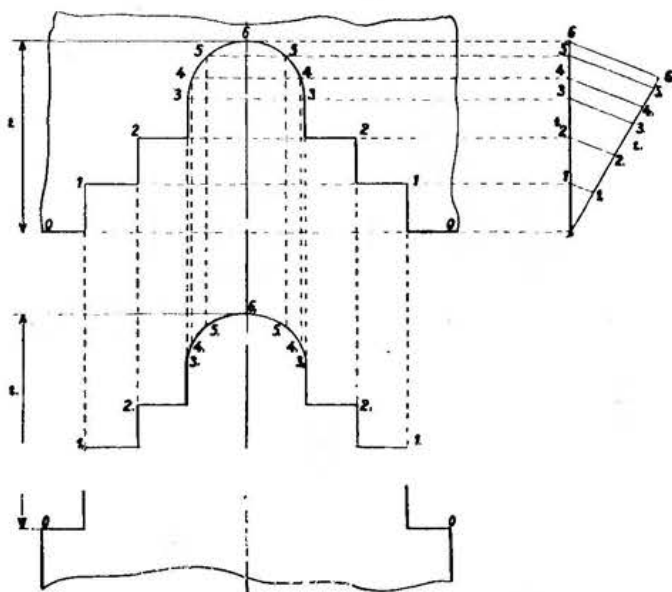
dla wąskich podtoczeń. Noże pryzmowe używane są dla podtoczeń różnych wielkości. Mają one największe zastosowanie w postaci t. zw. narzynek, używanych do nacinania gwintów. Kształt nadaje się im drogą frezowania, strugania lub szlifowania.

19. *Zniekształcenie zarysu.* Noże kształtowe posiadają tę osobliwość, że pierś ich leży zawsze w płaszczyźnie poziomej, przechodzącej przez oś toczonego przedmiotu.

Kąt rzeźowy wynosi 90° , a kąt natarcia równa się zeru. Jest to niezbędny warunek, aby zarys krawędzi całkowicie został przeniesiony na nacinany rowek.

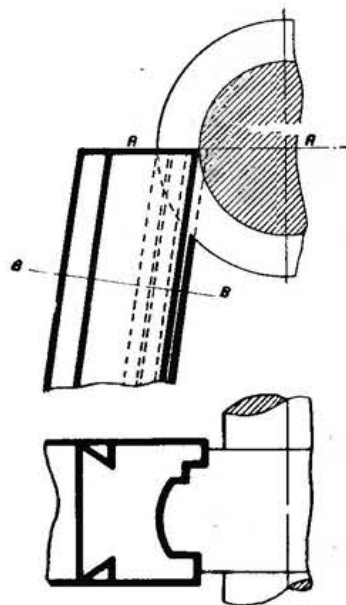
Płaszczyzna pięty noża pryzmowego odchyła się od linii pionowej na pewien kąt γ , który stanowi kąt odsadzenia. Z natury rzeczy wynika, że zarys poziomej płaszczyzny pierś noża $A-A$ (rys. 38) będzie cokolwiek odmienny od zarysu, jaki otrzymamy, krążąc nóż płaszczyzną $B-B$ prostopadłą do bocznych krawędzi tnących. Zniekształcenie zarysu musi być uwzględnione przy wykonaniu noża pryzmowego. Analogiczne zjawisko ma miejsce w nożach okrągłych. Płaszczyzna pierś $A-A$ nie przechodzi przez oś krążka (rys. 37), lecz mieści się cokolwiek niżej, na odległości h , która zależy od wielkości kąta odsadzenia.

$$h = R \operatorname{tg} \gamma.$$



Rys. 39. Wykreślanie zarysu noża kształtowego.

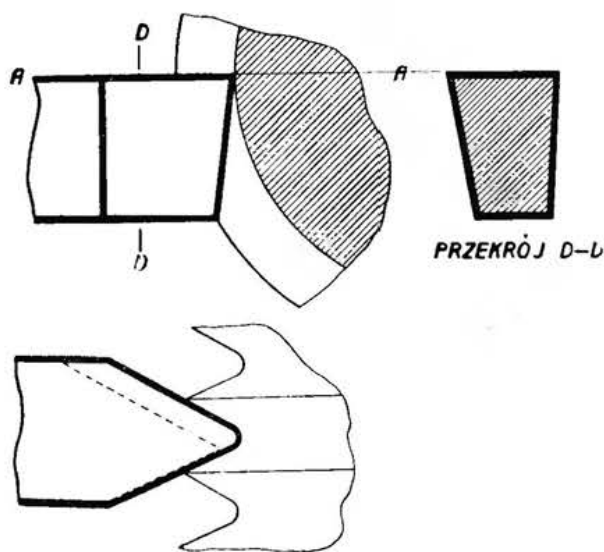
Z natury rzeczy wynika, że zarys noża w płaszczyźnie $A-A$ (rys. 37) różni się od zarysu w płaszczyźnie $B-B$. Mając do nacięcia lub podtoczenia pewien zarys, musimy określić rzeczywisty kształt noża w płaszczyźnie promieniowej $B-B$. Oznaczamy $ac = t$ wielkość zagłębienia noża (rys. 37), poczem przez punkt a zakreślamy koło współśro-



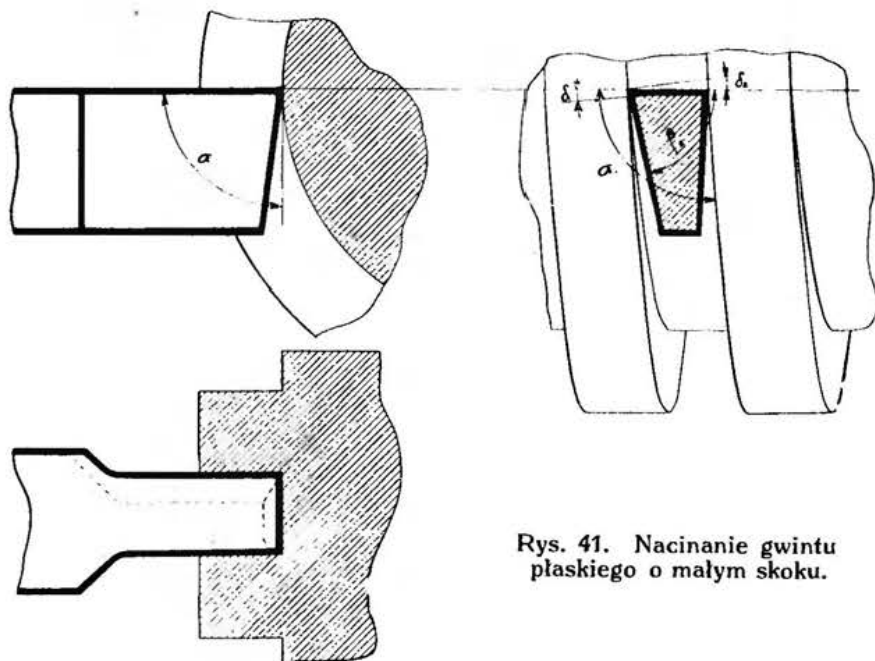
Rys. 38. Nóż kształtowy pryzmowy.

kowe z obwodem noża. Długość bc oznaczamy przez t_1 .

Jeżeli linia 0—1—2—3—4—5—6 (rys. 39) oznacza zarys nacinanego rowka, to zarys noża w przekroju promieniowym otrzymamy, zmieniając wszystkie rzędne w stosunku $t:t_1$. W tym celu bu-

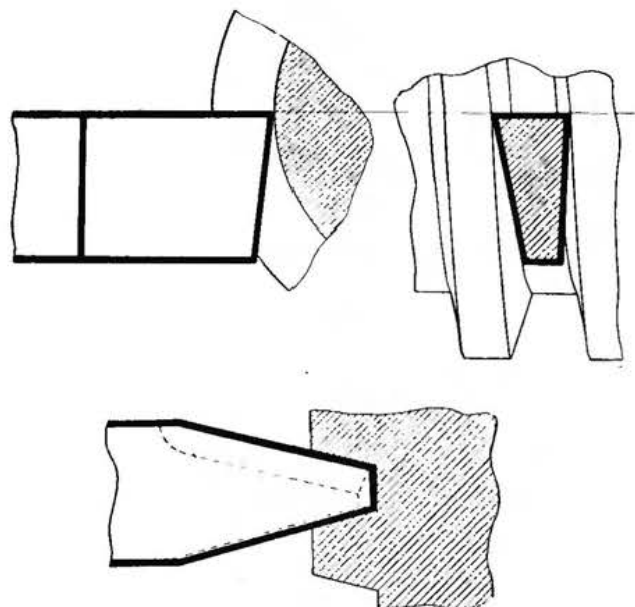


Rys. 40. Nacinanie gwintu ostrego.



Rys. 41. Nacinanie gwintu płaskiego o małym skoku.

dujemy trójkąt, w którym $06=t$, $06_1=t_1$. Kąt pomiędzy 06 i 06_1 wybieramy dowolny. Przez punkty krzywej przeprowadzamy szereg równoległych $66 \div 44$ i t. d. a następnie szereg 55_1 , 44_1 , równoległych do linii 66_1 . Otrzymane odcinki 06_1-05_1



Rys. 42. Nacinanie gwintu trapezowego o małym skoku.

04_1 i t. d. odkładamy na odpowiednich odciętych i wynalezione punkty łączymy linją 0—1—2—3 i t. d., która będzie stanowiła szukany zarys noża.

20. *Noże do nacinania gwintów.* Nacinanie gwintów stanowi jedną z odmian toczenia kształtowego. Nacięty rowek śrubowy, przekrojony płaszczyzną

śrubowy. Płaszczyzna pierśi przechodzi przez oś tocznej śruby. Jest to nieodzowny warunek nadania rowkowi śrubowemu właściwego zarysu. Warunek ten wyłącza możliwość prawidłowej pracy krawędzi noża na całym jej obwodzie. Porównyując np. pracę każdej z trzech krawędzi, przedstawionych na rys. 41, widzimy, że krawędź czołowa nie ma kąta natarcia, a więc kąt skrawania α wynosi 90° . Prawa krawędź boczna posiada ujemny kąt natarcia δ_1 (rys. 41), a więc kąt skrawania przekracza 90° . Lewa krawędź boczna posiada kształt najbardziej zbliżony do prawidłowego. Nietrudno jednak przekonać się, że wraz ze zwiększaniem kąta pochylenia linii śrubowej (rys. 41), zmniejszać się musi kąt rzeźowy β_2 i może przybrać tak mały wymiar, że osłabi niepomnie ostrze noża. Kąt skrawania α prawej krawędzi bocznej, wzrastający wraz ze zwiększeniem kąta podnoszenia, może okazać się tak wielkim, że uniemożliwi zdejmowanie najcieńszego nawet wióra. Przytoczone względy pozwalają na stosowanie noży kształtowych, ustawionych osiowo tylko dla nacinania gwintów o niewielkim skoku, w którym mały kąt pochylenia linii śrubowej nie spowoduje dostrzegalnych odstępstw od normalnego kształtu części roboczej. Celem zapobiegania częstemu tępieniu, nóż o ścisłym zarysie używa się tylko do wykończania naciętego uprzednio rowka przy pomocy noża o kształcie przybliżonym.

Gdy chodzi o nacinanie gwintów o dużym skoku, do których należą w przeważnej mierze gwinty wielorzędowe, korzystniej jest ustawić pierś noża skośnie, w ten sposób, by płaszczyzna pierśi była prostopadła do środkowej linii śrubowej (rys. 43 i 44). Z natury rzeczy wynika, że zarys skośnie ustawionej pierśi noża musi mieć taki sam kształt, jaki będzie posiadał śrubowy rowek, przekrojony

płaszczyzną $A-A$ (rys. 43). Kształt bocznych krawędzi tnących w tym wypadku niewiele będzie się odchyłał od normalnego. Wielkości kątów rzeźwowych β_1 i β_2 i innych będą zbliżone do siebie na wszystkich częściach obwodu. Trudność pewną stanowi prawidłowe zarysowanie profilu skośnie ustawionego noża. Gdy nacinamy np. rowek trapezowy lub kwadratowy (rys. 43 i 44), żadna część profilu nie będzie zarysowana po prostej linii. Krawędź czołowa przylega do rdzenia śruby po elipsie, jaką się otrzymuje w przecięciu walca płaszczyzną nierównoległą do jego osi (rys. 45). Krawędzie boczne również nie będą prostymi liniami. Aby określić zarys krawędzi bocznych, obliczamy szerokość rowka w przekroju skośnym na kilku wysokościach. Dla celów praktyki wystarcza zwykle określenie wysokości w trzech miejscach: u rdzenia śruby, (rys. 45), na linii środkowej i na linii zewnętrznej. Linie śrubowe — rdzeniowa, środkowa i zewnętrzna pochylone są do podstawy pod różnymi kątami (rys. 46) φ_1 , φ_2 i φ_3 .

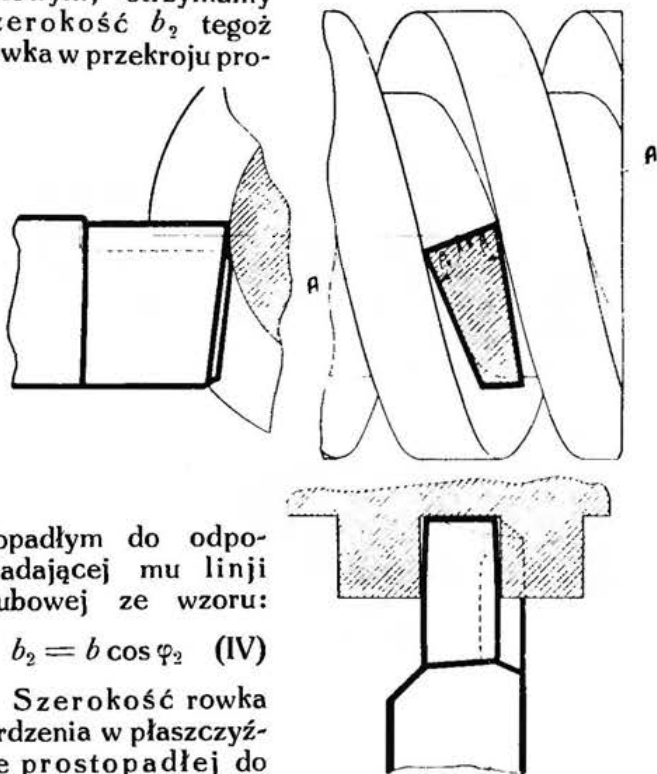
Oznaczając przez D_1 , D_2 i D_3 odpowiednie średnice śruby i przez S skok linii śrubowej, określimy wielkości kątów podnoszenia ze wzorów:

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{S}{\pi D_1} \dots \dots \dots (I)$$

$$\operatorname{tg} \varphi_2 = \frac{S}{\pi D_2} \dots \dots \dots (II)$$

$$\operatorname{tg} \varphi_3 = \frac{S}{\pi D_3} \dots \dots \dots (III)$$

Mając trzy szerokości rowka śrubowego a , b i c u podstawy, środka i wierzchołka w przekroju poposiowym, otrzymamy szerokość b_2 tegoż rowka w przekroju pro-



stopadłym do odpowiadającej mu linii śrubowej ze wzoru:

$$b_2 = b \cos \varphi_2 \quad (IV)$$

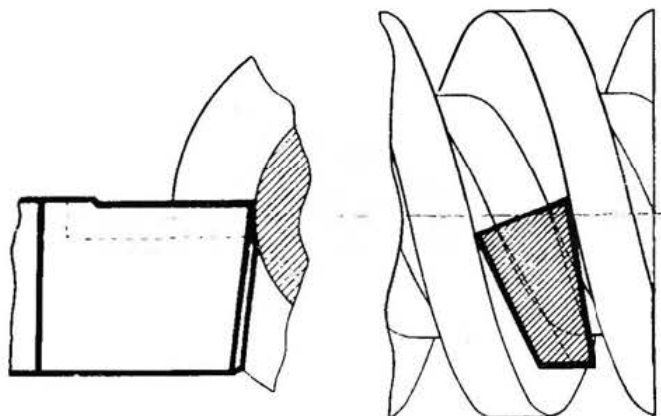
Szerokość rowka u rdzenia w płaszczyźnie prostopadłej do rdzeniowej linii śrubowej będzie:

$$a_1 = a \cos \varphi_1.$$

Rys. 43. Ustawienie noża przy toczeniu gwintu płaskiego o dużym skoku.

do środkowej, która tworzy z rdzeniową kąt $\varphi_1 - \varphi_2$, otrzymamy rzeczywistą szerokość noża u rdzenia:

$$a_2 = \frac{a_1}{\cos (\varphi_1 - \varphi_2)} = \frac{a \cos \varphi_1}{\cos (\varphi_1 - \varphi_2)} \quad (V)$$



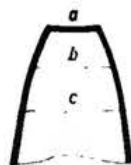
Szerokość noża C_2 u wierzchołka rowka określimy na podstawie identycznych rozważań. Jeżeli szerokość ta C_1 prostopadła do wierzchołkowej linii śrubowej wyniesie:

$$C_1 = C \cos \varphi_3,$$

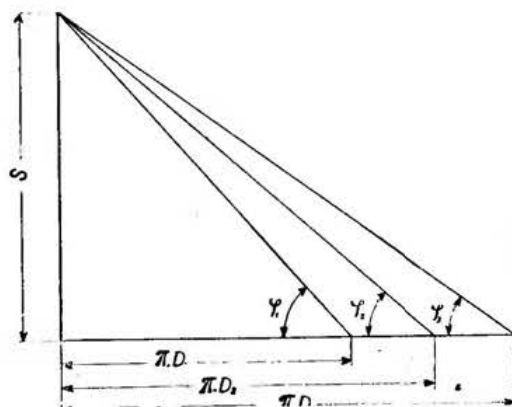
to w płaszczyźnie prostopadłej do średniej linii śrubowej, tworzącej ze środkową kąt $\varphi_2 - \varphi_3$, szerokość rowka będzie:

$$C_2 = \frac{C_1}{\cos (\varphi_2 - \varphi_3)} = \frac{C \cos \varphi_3}{\cos (\varphi_2 - \varphi_3)} \quad (VI)$$

Gdy chodzi o zarys noża dla rowka kwadratowego, obliczenie odbywa się, jak poprzednio z tą różnicą, że trzy szerokości a , b i c są sobie równe.



Rys. 45. Określanie zarysu noża przy toczeniu gwintów o dużym skoku.



Rys. 46. Określanie zarysu noża przy toczeniu gwintów o dużym skoku.

Skośnie noże kształtowe używane są dla wykończania rowków śrubowych uprzednio naciętych zapomocą noża o przybliżonym kształcie. Gdy wymagana jest wysoka dokładność, stosuje się często dla wykończania rowków śrubowych trzy osobne noże, z których dwa wykończają powierzchnie boczne i jeden powierzchnię rdzeniową. Zaletą tego

sposobu jest możność nadania krawędziom pewnego kąta natarcia, co czyni pracę spokojniejszą.

Przykład. Obliczyć zarys noża do wykończenia gwintu trapezowego o skoku 37,7 mm. Gwint dwuzwojowy.

Średnice: rdzeniowa, środkowa i wierzchołkowa wynoszą odpowiednio — $D_1 = 64,08$ mm, $D_2 = 78$ mm, $D_3 = 90$ mm.

Szerokości rowka u rdzenia, środka i wierzchołka wynoszą odpowiednio: $a = 5,48$ mm; $b = 8,82$ mm i $c = 11,82$ mm.

Rozwiązanie. Kąty podnoszenia trzech linii śrubowych określamy ze wzorów (I), (II) i (III)

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{37,7}{\pi \cdot 64,08} = 0,18727$$

skąd $\varphi_1 = 10^\circ 35'$

$$\operatorname{tg} \varphi_2 = \frac{12}{\pi \cdot 78} = 0,1546$$

skąd $\varphi_2 = 8^\circ 45'$

$$\operatorname{tg} \varphi_3 = \frac{12}{\pi \cdot 90} = 0,1333$$

skąd $\varphi_3 = 7^\circ 35'$

Odpowiednie szerokości noża według wzorów (IV), (V) i (VI)

$$a_2 = \frac{5,48 \cdot \cos 10^\circ 35'}{\cos (10^\circ 35' - 8^\circ 45')} = \frac{5,48 \cdot 0,98299}{0,99949} = 5,48.$$

$$b_2 = 8,816 \cdot \cos 8^\circ 45' = 8,816 \cdot 0,98836 = 8,702.$$

$$c_2 = \frac{11,816 \cdot \cos 7^\circ 35'}{\cos (8^\circ 45' - 7^\circ 35')} = \frac{11,816 \cdot 0,99125}{0,99979} = 11,64.$$

21. *Szlifowanie noży tokarskich.* Opisane powyżej zjawiska, jakie zachodzą przy skrawaniu wióra najwymowniej świadczą o tem, jak wielki wpływ wywiera kształt roboczej części noża na prawidłową jego pracę. Okoliczność ta wyłoniła oddawna potrzebę wyszukania takiego sposobu szlifowania noży tokarskich, który umożliwiłby nadanie mu właściwego kształtu w sposób prosty i tani. Ostrzenie noża przez samego tokarza na zwykłej szlifierce lub toczaku bynajmniej nie odpowiada wymogom ekonomicznej obróbki. Postój maszyny prowadzi do straty czasu. Dokładność szlifowania zależna jest od zręczności wykonawcy. Rzadko kiedy zdarza się, by jeden szlifierz wykonał dwa zupełnie jednakowe noże, gdyż przy największym nawet wysiłku i staraniu wyjdą na jaw niedokładności ręcznej obróbki. W nowożytnych wytwórniach nadawanie i przywracanie kształtu nożom tokarskim odbywa się w specjalnym oddziale narzędziowym, którego zadaniem jest szlifowanie, jak również hartowanie lub przekuwanie stępionych noży.

Tokarze nie ostrzą swych narzędzi, lecz oddają je do szlifierni. Posiadając pewną ilość zapasowych noży, nie są oni zmuszeni do przerywania swej pracy w okresie ostrzenia. Wśród maszyn, służących do szlifowania noży, największą wziętość mają szlifierki Gisholt'a. Jedną z takich szlifierek w wyko-

naniu Państwowej Szkoły Budowy Maszyn i Elektrotechniki w Warszawie przedstawiona jest na *tablicy IV*. Garczkowe koło szlifierskie K (rys. 2) obraca się na wałku wrzeciona W_1 , osadzonym w dwóch samosmarujących łożyskach, zabezpieczonych od pyłu szlifierskiego przy pomocy fibrowych uszczeltek. Imak nożowy mieści się w wannie A , która może otrzymać dwa ruchy: jeden posuwowy przy pomocy śruby pociągowej S_1 , wprowadzanej w ruch od koła ręcznego D_1 i drugi wahadłowy naokoło osi wałka W_2 ; ruch ten uskutecznia się przez podnoszenie lub opuszczanie dźwigni D_2 . Pierwszy z opisanych ruchów służy dla dosuwania noża do tarczy szlifierskiej — ruch wahlowy jest właściwym posuwem roboczym. Osobliwość szlifierki Gisholt'a stanowi imak obrotowy, w którym mocuje się nóż poddany szlifowaniu. Imak wraz z nożem może się obracać naokoło czterech osi — dwóch pionowych $E-E$ i $C-C$ (rys. 3) i dwóch poziomych — $F-F$ i $G-G$ (rys. 3 i 4), wobec czego nożowi może być nadane dowolne położenie w przestrzeni. Kąty, na jakie pokręcamy nóż, są odmierzane na podziałkach kątowych. Chcąc np. zaszlifować piętę noża i nadać jej pewien kąt odsadzenia, (rys. 7) pokręcamy imak nożowy na odpowiedni kąt naokoło osi $F-F$ (rys. 4) i unieruchomiamy skalę, pokręcając dźwignię D_3 . Po dosunięciu noża do tarczki, nadajemy mu wahlowe ruchy robocze. Na rys. 2 pokazany jest sposób nadawania bocznego kąta odsadzenia. Imak z nożem pokręcamy naokoło osi $G-G$ i unieruchomiamy skalę śrubką S_3 . Na rys. 6 widzimy sposób nadawania kąta natarcia. Nóż pokręcony naokoło osi $E-E$, a skala unieruchomiona dźwignią D_4 .

Zaokrąglanie szpica noża może być dokonane na szlifierce Gisholt'a przy pomocy przyrządu H , jaki widzimy na rys. 3. Nóż mocuje się w imaku w ten sposób, by środek zaokrąglania mieścił się na pionowej osi $E-E$ — obracania imaka. Po dosunięciu noża do tarczki szlifierskiej, pokręcamy imak wraz z nożem naokoło osi $E-E$. Aby umocować nóż we właściwym miejscu, posiłkujemy się przymiarem L .

Podstawa imakowa M , mieszcząca się wewnątrz wanny A , może mieć niewielkie przesuwanie w kierunku prostoliniowym, które uskutecznia się przy pomocy dźwigni D_5 imaka. Na korpusie przyrządu mieści się przymiar L , który może się przesuwać w kierunku pionowym w ten sposób, że koniec jego mieści się zawsze na pionowej osi $E-E$ obracania imaka. Nóż ustawiony jest tak, by koniec przymiaru L mieścił się nad środkiem zaokrąglania ostrza. Z uwagi na to, że położenie tego środka nie bywa wyznaczone na nożu, lecz trzeba go wyszukać, przymiar L zaopatrzony jest w podziałkę milimetryczną. Po wyszukaniu środka i umocowaniu noża w należytem położeniu, zdejmujemy przyrząd i zaokrąglamy szpic w sposób wyżej opisany (rys. 5).

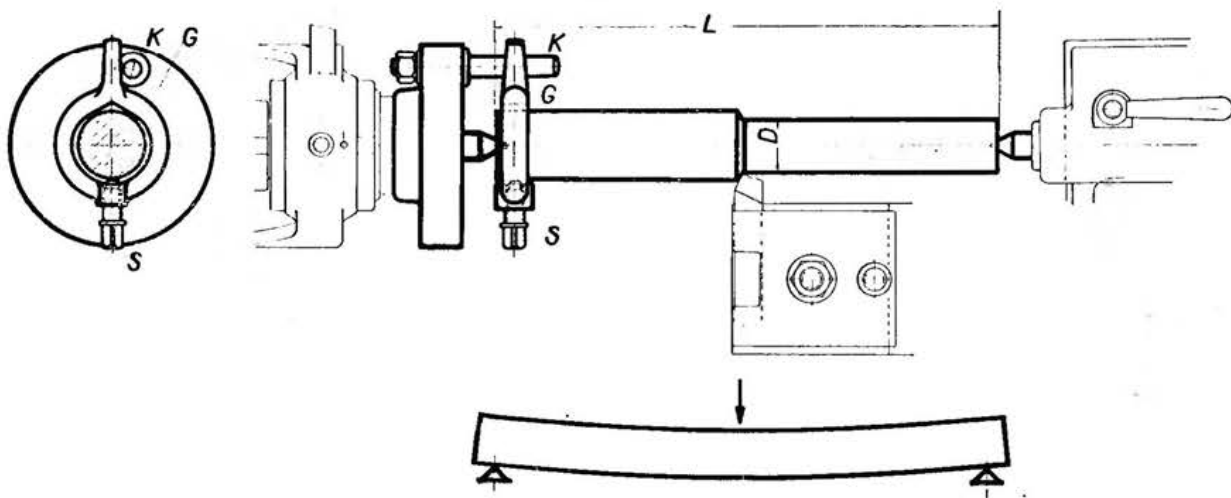
Z podanego opisu wynika, że obsługa szlifierki Gisholt'a jest prosta i dostępna nawet dla niewykwalifikowanego robotnika. W nowożytnych wytwórniach używane w warsztatach noże tokarskie bywają znormalizowane do niewielkiej liczby odmian, a na specjalnych tablicach podawane są wielkości kątów, na jakie pokręcić należy odpowiednie skale imaka, by nadać nożowi kształt właściwy.

CZĘŚĆ IV.

UCHWYTOWE NARZĘDZIA TOKARSKIE.

1. *Mocowanie przedmiotów* Rozróżniamy dwa rodzaje mocowania przedmiotów na tokarce: na kłach (rys. 47) i w uchwycie (rys. 48). Stosując pierwszy z tych sposobów, obtaczamy uprzednio sztorcowe powierzchnie przedmiotu, by płaszczyzna ich była prostopadła do osi obrotu, nawiercamy

Widzimy więc, że ugięcie wzrasta wraz ze zwiększeniem długości przedmiotu i zmniejszeniem jego średnicy. Mocowanie na kłach daje mniejsze ugięcie, niż mocowanie w uchwycie. Jeżeli kształt przedmiotu jednakowo nadaje się do osadzenia go pomiędzy kłami lub do zaciśnięcia w uchwycie, to wybór



Rys. 47. Mocowanie na kłach.

na końcach stożkowe wgłębienia, zwane nakielkami, poczem osadzamy przedmiot między kłami tokarki tak, by końce kłków zachodziły w nakielki. Aby przedmiot obracał się wraz z wrzecionem, mocujemy na nim tak zw. chomontko *G* (rys. 47), przyciskając je śrubką *S*. Koniec chomontka zahacza o sterzący kołek *K*, zwany zabieraczem i obraca przedmiot wraz z wałkiem wrzeciona. Kiel konika jest nieruchomy. Powierzchnia nakielka trze się o koniec kła. Aby zmniejszyć szkodliwy wpływ tarcia, miejsce styku jest smarowane. Mocowanie w uchwycie (rys. 48) polega na zaciśnięciu jednego końca przedmiotu pomiędzy dwiema, trzema lub czterema przesuwkami szczękami; przeciwny koniec jest wiszący.

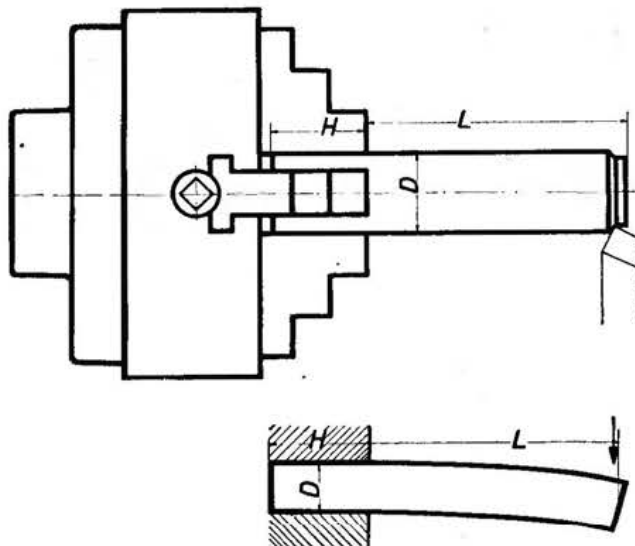
Mocowanie na kłach wymaga dodatkowych zabiegów — obtaczania i kielkowania, których nie wymaga mocowanie w uchwycie, to też ostatni z tych sposobów jest poręczniejszy i tańszy. Rozważymy w jakich wypadkach stosować należy ten lub inny rodzaj mocowania.

Mocowanie przedmiotu musi przede wszystkim zabezpieczyć go od odkształceń, jakie mogą powstać pod naciskiem skrawającego narzędzia. Przedmiot, umocowany na kłach, porównać możemy do obciążonej belki, spoczywającej na dwóch podporach (rys. 47); przedmiot osadzony w uchwycie — do belki z jednym końcem umocowanym, a drugim wiszącym (rys. 48). W pierwszym wypadku wielkość

ugięcia wyrazi się wzorem
$$f = 0,424 \frac{Pl^3}{d^4 E};$$

w wypadku drugim (rys. 48)
$$f = 6,794 \frac{Pl^3}{d^4 E}.$$

tego lub innego sposobu zależy od wymiarów *L*, *D* i *H* i ich wzajemnego ustosunkowania. Przedmioty o małej średnicy *D* i znacznej długości *L* wymagają mocowania na kłach. Jeżeli średnica *D* jest duża, długość *L* niewielka, to wystarcza mocowanie w uchwycie, które jest sposobem tańszym.



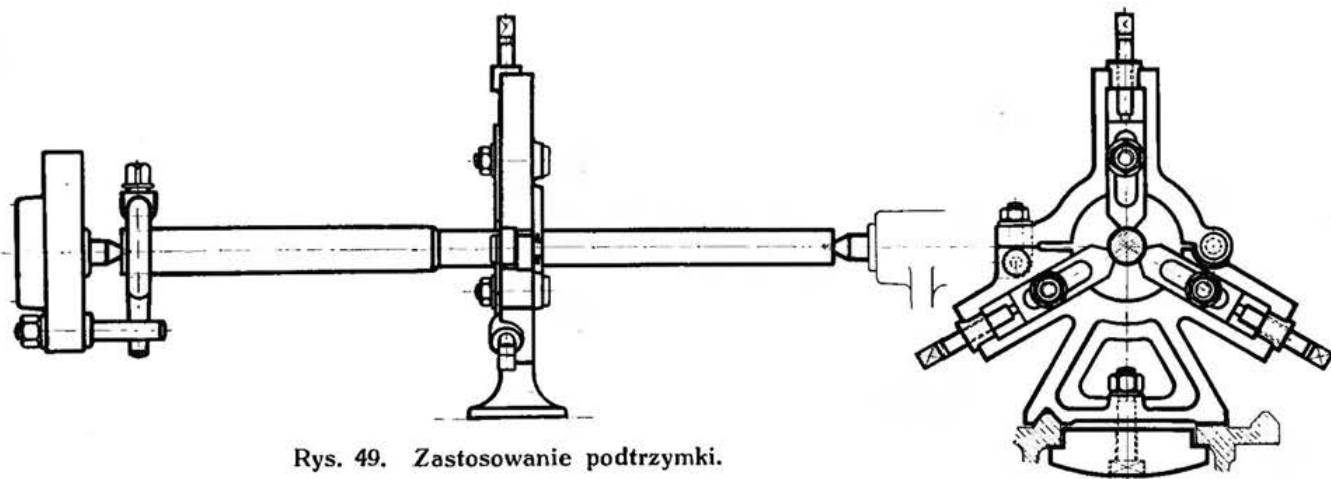
Rys. 48. Mocowanie w uchwycie.

W codziennej praktyce warsztatowej wybór sposobu mocowania zależy od stosunku długości *L* do średnicy *D*. Jeżeli długość toku *L* nie przekracza trzykrotnej średnicy przedmiotu *D*, czyli $L \leq 3 D$, to mocowanie w uchwycie nie wywołuje dostrzegalnych odkształceń. Jeżeli $L > 3 D$, wówczas należy mocować na kłach.

Przy większych długościach toku i małych średnicach, osadzenie na dwóch kłach nie jest wystarczające i wymaga podparcia przedmiotu podtrzymałą, jak na rys. 49.

Aczkolwiek osadzenie na kłach daje większą odporność na uginanie, jednak oparcie końca o kiel

aby ją wytoczyć, musimy obrócić przedmiot czyli zmienić chwyt, co nastrocza obawę przesunięcia osi obrotu na przedmiocie, gdyż położenie jej uzależnione jest od dokładności wykonania narzędzi uchwytowych i rodzaju powierzchni, które przedmiot przylega do tych narzędzi. Przesunięcie osi



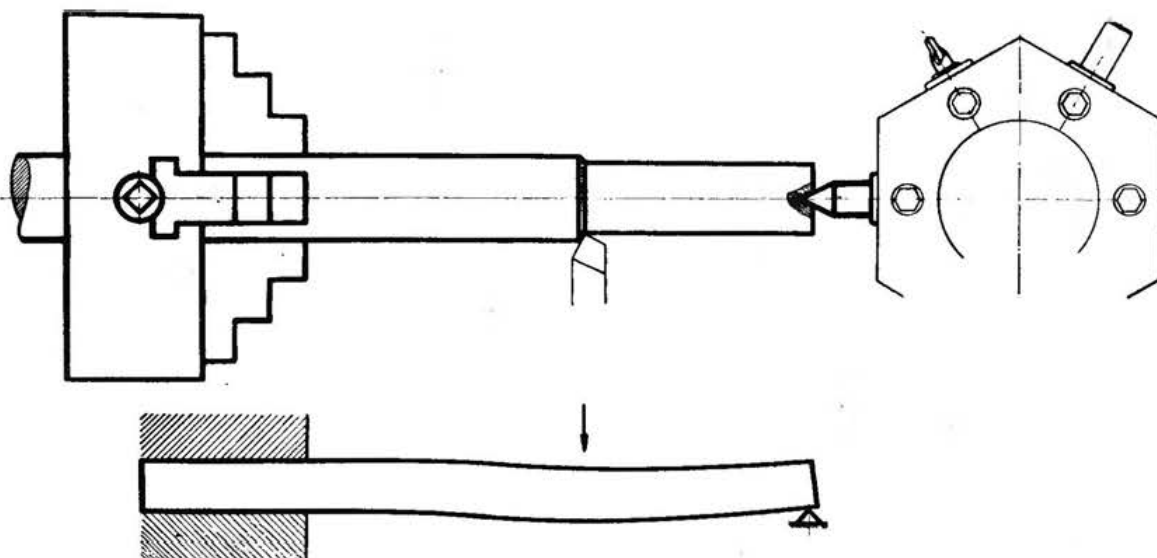
Rys. 49. Zastosowanie podtrzymki.

wrzeczona nie jest tak mocne, jak zaciśnięcie go w szczękach uchwytu, które zespala przedmiot z wałkiem w jedną sztywną całość. Pokazany na rys. 50 sposób osadzenia jednego końca w uchwycie z oparciem przeciwnego o kiel daje większą rękojmię co do zmniejszenia odkształceń, niż zwykle mocowanie na kłach. Sposób ten ma jednak ograniczone zastosowanie.

Na wybór sposobu mocowania niemalże wpływ wywiera przebieg samej obróbki i kształt obrabianych przedmiotów. Jeden z najgłówniejszych zabiegów mocowania stanowi centrowanie, czyli nadanie osi obrotu właściwego położenia na samym przedmiocie i zabezpieczenie położenia tej osi przy wszel-

obrotu spowodować może, że powierzchnia pierwszego chwytu po obróbce nie będzie współśrodkowa z pozostałą częścią. Obawa ta upada, gdy przedmiot może być całkowicie wykończony za jednym chwytym, wtedy obraca się on w trakcie wszystkich zabiegów naokoło jednej osi i wytoczone na nim powierzchnie będą współśrodkowe. Lecz możliwość całkowitego wykończenia bez wyjmowania z kłów lub uchwytu rzadko kiedy zdarzyć się może w codziennej praktyce.

Z tego punktu widzenia osadzenie na kłach posiada mocną przewagę przed zaciskaniem w uchwycie. Położenie osi obracania określają zaledwie dwa kły i nakielki, które stanowią urządzenie proste.



Rys. 50. Mocowanie w uchwycie z oparciem o kiel.

kich zmianach mocowania, jakich wymaga dalszy przebieg obróbki.

Słabą stroną mocowania zarówno w kłach, tak, jak i w uchwycie stanowi brak możliwości całkowitego wykończenia obróbki za jednym chwytym, to jest bez wyjmowania zaciśniętego przedmiotu. Powierzchnia chwytu pozostaje zwykle nieobrobioną,

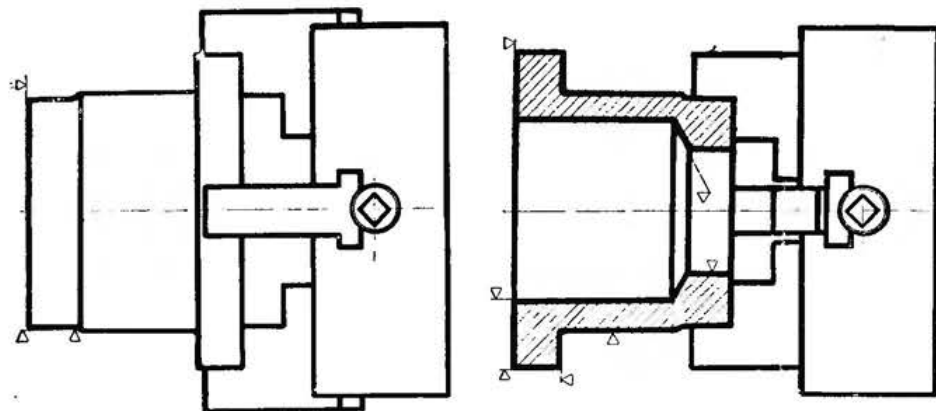
Możliwość prawidłowego utrzymania osi obracania na przedmiocie wzmacna się dzięki temu, że kły stanowią przedmioty toczzone i częstokroć na tej samej tokarce, na której pracują, to też współśrodkowość geometrycznej ich osi z osią obracania wynika z natury rzeczy. Ponadto miejsce przylegania przedmiotu do kła, czyli nakielki, jest powierzchnią

obrobioną. Przedmiot obrabiany na kłach może być obracany lub przenoszony na inne tokarki, frezarki lub szlifierki dla dalszej obróbki.

Uchwyty składają się z kilku przesuwnych szczęk, których wzajemne położenie nasuwa większą moż-

dzia i inne, nie mogą być kielkowane. Upřednio mocuje się je w uchwycie celem wywiercenia lub wytoczenia otworu, poczem osadza się na trzpieniu i dalsza obróbka odbywa się na kłach.

Sposób ten gwarantuje spółśrodkowość zewnętrznych powierzchni z wykonanym w uchwycie otworem (rys. 52).



Rys. 51. Obróbka w uchwycie.

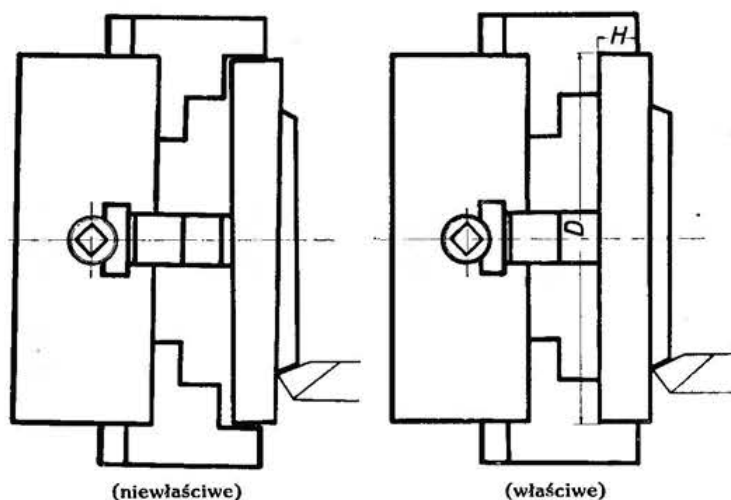
liwość odchylenia osi przy zmianach chwytu, zwłaszcza gdy w początkowych zabiegach przedmiot przylegał do szczęk powierzchnią nieobrabianą.

Prostota mocowania na kłach daje im przewagę pod względem dokładności obróbki, lecz zakres zastosowań musi się ograniczyć do przedmiotów okrągłych lub foremnych. Istnieje zakres robót, które w żaden sposób nie nadają się do obróbki w kłach, bądź to ze względu na swój kształt, który nie pozwala na wykonanie nakielków, bądź też z konieczności zaciskania końca przedmiotu w kilku punktach.

Pod tym względem toczenie w uchwycie daje większy zakres zastosowań, gdyż umożliwia toczenie przedmiotów o kształtach nieforemnych i niesymetrycznych, wykonanie wytoczeń niewspółśrodkowych oraz innych zabiegów.

Jednym ze sposobów zabezpieczenia stałej osi obrotu przedmiotów, które w trakcie obróbki muszą być kilkakrotnie mocowane w uchwycie, jest upřednie obtoczenie jednej jego powierzchni po zaciśnięciu na powierzchni surowej, a następnie umocowanie go na powierzchni obtoczonej (rys. 51)

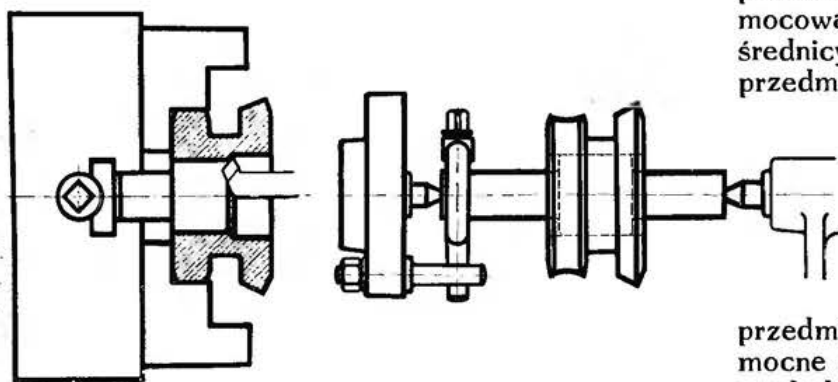
opiera się naciskom noża, bądź to w kierunku wzdłużosiowym, bądź też poprzecznym bez obawy wyrwania go ze szczęk.



Rys. 53. Mocowanie cienkich przedmiotów.

Mniej dogodne warunki co do równowagi sił posiada wypadek pokazany na rys. 51. Długość chwytu mocowanego przedmiotu jest znacznie mniejsza od średnicy (D). Będąc przyciskany tylko z boku, przedmiot może opierać się tylko siłom poprzecznym. Bezpieczeństwo mocowania wymaga, by przedmiot przylegał do szczęk sztorcową powierzchnią, dzięki czemu opierać się będzie wzdłużosiowym naciskom, co ma niemałe znaczenie przy wierceniu, gdyż nacisk posiada przeważnie kierunek wzdłużosiowy. Cienkie przedmioty o dużej średnicy (rys. 53) muszą mieć mocne oparcie o czołową powierzchnię szczęk bez względu na rodzaj obróbki. Nacisk noża nawet przy posuwie poprzecznym posiada pewną składową w kierunku poosiowym, która z łatwością mogłaby wyrwać przedmiot, gdyby nacisk ten nie był w odpowiedni sposób równoważony.

3. *Uchwyt ośmiośrubowy.* Uchwyt ośmiośrubowy pokazany na rys. 1 (tabl. V) przedstawia najprostszą konstrukcję tego rodzaju narzędzi. Składa się



Rys. 52. Zastosowanie trzpienia tokarskiego.

i wykończenie reszty zabiegów. Sposób ten jednak nie jest tak pewny pod względem zabezpieczenia osi, jak toczenie na kłach.

Przedmioty okrągłe, które posiadają pośrodku otwór jak np. koła pasowe, zębate, okrągłe narzęd-

on z wydrążonego walca, naśrubowanego na wałku wrzeciona. Dwa rzędy śrub przyciskają obrabiany przedmiot. Rzecz oczywista, że umocowanie przedmiotu współśrodkowo z osią wrzeciona stanowi zabieg żmudny, kłopotliwy i związany ze stratą czasu. Prymitywna budowa tego uchwytu nie zadawalnia wymagań nowoczesnej obróbki, w której czas odgrywa pierwszorzędą rolę, to też uchwyt ten dawno ustąpił miejsca uchwytom samocentrującym, jednak nie dał się całkowicie wyrugować z użycia i ma jeszcze zastosowanie w tych wypadkach, gdy chodzi o mocne osadzenie obrabianego przedmiotu. Dwa rzędy śrub, przyciskające przedmiot w ośmiu punktach, dają pod tym względem większą gwarancję, niż przesuwne szczęki.

4. *Tarcza czteroszczękowa (rys. 2, tabl. V).* Szczęki mogą być przesuwane niezależnie od siebie drogą pokręcania śrub pociągowych zapomocą klucza. Tarcza czteroszczękowa ma tę przewagę nad uchwytom ośmiośrubowym, że zakres jej zastosowania nie ogranicza się do mocowania przedmiotów okrągłych lub foremnych, lecz może być ona użyta do osadzania wszelkich części niesymetrycznych o złożonych kształtach i wykonania na nich wytoczeń współśrodkowych lub mimośrodkowych. Cztery szczęki, przesuwające się niezależnie od siebie, dają możliwość przyciskania przedmiotów w żądanym miejscu. Aby zabezpieczyć opór w kierunku poosiowym, mocowane przedmioty mogą być oprócz tego dociskane do czołowej powierzchni korpusu przy pomocy dodatkowych śrub, zachodzących w odpowiednie otwory. Na rys. 3 (tabl. V) pokazany jest sposób stosowania tak zw. kątownika dla umocowania przedmiotu nieforemnego. Centrowanie w tarczy czteroszczękowej nie może być dokonane szybko. Stanowi to wadę tego rodzaju uchwytów.

Pewne ułatwienie dają współśrodkowe krążki na czołowej powierzchni korpusu, jednak dociskanie szczęk niezależnie jedna od drugiej nie jest sposobem poręcznym.

5. *Samocentrujący uchwyt Cushmana.* Trzy szczęki tego uchwytu przesuwane są jednocześnie dzięki pokręcaniu tarczki T (rys. 4, tabl. V) mieszczącej się wewnątrz korpusu P . Tarczka posiada rowek, nacięty po spirali Archimedesza, której środek geometryczny mieści się na osi obrotu wałka wrzeciona. Szczęki przesuwają się w kierunku promieniowym, w rowkach prowadzących o przekroju teowym.

Od strony wewnętrznej szczęki są zazębione i zagłębiają się w zwoje spiralnego rowka. Tarczka T jest luźno osadzona na piaście korpusu P i może się na niej obracać. Przeciwna strona tarczki posiada stożkowe uzębienie skojarzone z trzema kołami zębatymi Z , które się obracają w korpusie uchwytu. Pokręcając więc jedno z kół Z przy pomocy klucza, wprawiamy w ruch obrotowy tarczę T i dzięki temu przesuwamy jednocześnie wszystkie trzy szczęki ruchem równomiernym. W ten sposób centrowanie odbywa się samoczynnie. Dokładność samocentrowania w znacznej mierze zależy od sposobu osadzenia samego uchwytu na wałku wrzeciona. Jest rzeczą oczywistą, że uchwyt musi być osadzony tak, by geometryczny środek spirali przechodził przez oś obracania.

Mocowanie uchwytu skutecznia się drogą naśrubowania na wałku wrzeciona tarczy złączonej

z pokrywą, do której przymocowany jest korpus. W tym celu koniec wałka wrzeciona jest nagwintowany. Sposób ten nie gwarantuje jednak współśrodkowego osadzenia. Gwintowane powierzchnie mocują, lecz nie centrują, to też współczesne uchwyty posiadają na swojej piaście okrągłe wytoczenie, szczelnie dopasowane do wrzeciona, co zabezpiecza współśrodkowość osadzenia w większym stopniu, niż gwintowana powierzchnia. Uchwyty Cushmana, aczkolwiek rozpowszechniły się po całym świecie mają jednak poważne braki. Zwoje spiralne nie posiadają na całej swej długości stałej krzywizny, to też nie może być mowy o szczelnym dopasowaniu szczęk (rys. 4 tabl. V). Szczęki przylegają wzdłuż jednej linii, wobec czego zęby ich szybko się wyrabiają. Proces zaciskania, czyli przesuwanie szczęk pochłania wielką siłę tarcia, co w równej mierze prowadzi do wyrabiania trących powierzchni i straty czasu na zaciskanie, które odbywa się powolnie. Trzy rowki prowadzące, w których przesuwają się szczęki odsłaniają spiralne rowki i przyczyniają się do zanieczyszczania ich wiórami. Wreszcie dokładne wykonanie śrubowego rowka nie jest rzeczą łatwą. Powierzchnia rowka musi być zahartowana i wymaga przedewszystkiem dobrego materiału i umiejętnego traktowania, nieodpowiedni bowiem sposób termicznej obróbki naraziłby spiralny rowek na mocne zniekształcenie.

Dodać należy, że uchwyt Cushmana, jak i wszystkie inne trzyszczękowe uchwyty samocentrujące, posiada tę wadę, że siła mocowania jest względnie niewielka i niezawsze może zadowolnić wymagania praktyki.

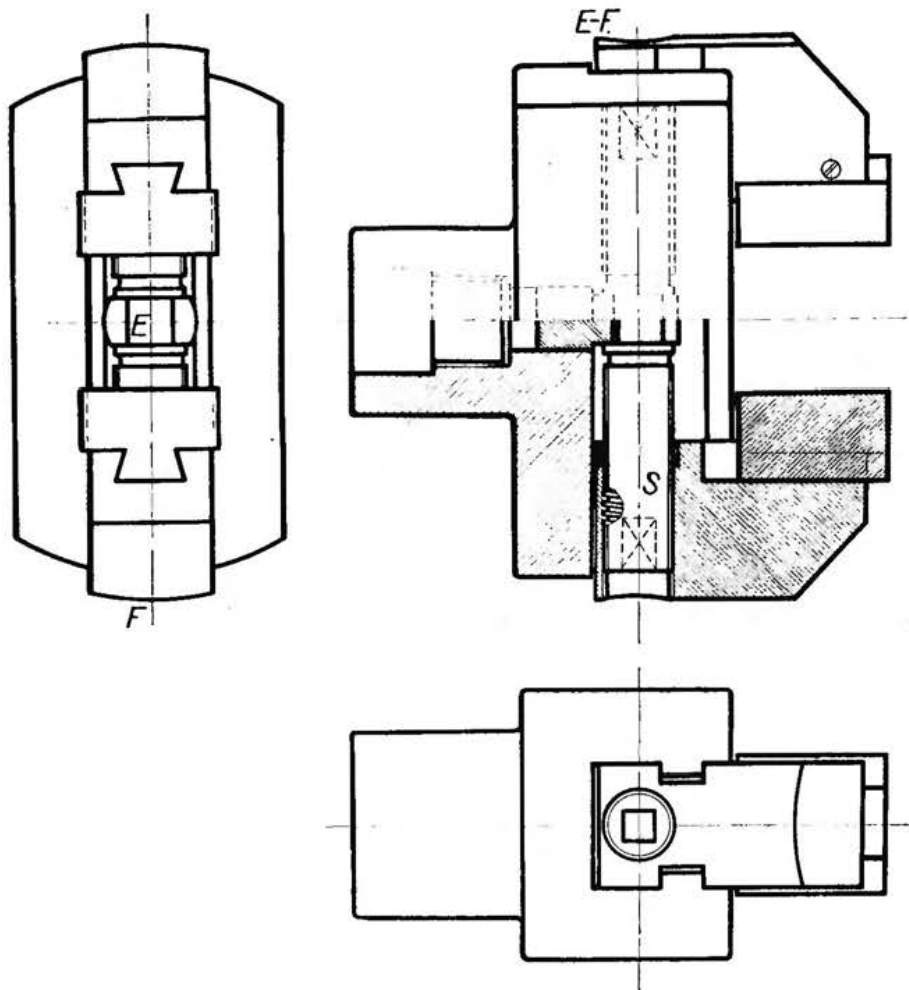
Przedmiot trzymany jest zaledwie w trzech punktach i na niewielkiej długości. Pod względem mocy osadzenia ustępuje on zwykłemu uchwytowi ośmiośrubowemu, w którym długość chwytu jest znacznie większa, a przedmiot dociskany jest w ośmiu punktach. Jednoczesne przesuwanie trzech szczęk ogranicza zakres zastosowań tego uchwytu, gdyż może on mocować tylko przedmioty okrągłe lub foremne. Pewne udoskonalenie pod tym względem stanowi konstrukcja kombinowanego uchwytu Cushmana jaką widzimy na rys. 6, tabl. V. Szczęki składają się z dwóch części A — i B — z których część A przesuwać się może względem B dzięki pokręcaniu śruby pociągowej. W ten sposób przesuwając możemy wszystkie trzy szczęki jednocześnie, pokręcając tarczkę T ze spiralnym rowkiem, ponadto poszczególne szczęki mogą być przesuwane niezależnie od siebie, zapomocą śruby pociągowej, co umożliwia mocowanie przedmiotów niesymetrycznych lub też mimośrodkowe ustawianie przedmiotów foremnych lub okrągłych.

6. *Uchwyt Forkardta (rys. 7 tabl. V).* Spiralny rowek, z którego wynikają wszystkie wady uchwytu Cushmana jest zastąpiony w uchwycie Forkardta trzema zębatkami Z o skośnych zębach, które są w chwycie z takimiż zębami, naciętymi na ruchomych szczękach C . Szczęki przesuwają się w rowkach prowadzących w kierunku promieniowym, otrzymując ruch od zębatek, przesuwających się w kierunku prostopadłym do ruchu szczęk. Zębata Z otrzymuje ruch posuwowy od śruby S wprawiając jednocześnie w ruch obrotowy koło K . Obracające się koło zębate K wprawia w ruch posuwowy dwie pozostałe zębata Z , od których przesuwają

się odpowiednie szczęki uchwytu. Skośne rowki szczęk i zębatek uchwytu Forkardta mogą być identyfikowane z rowkami spiralnymi o nieskończenie długim promieniu wodzącym. Prostopadły kierunek tych rowków umożliwia przede wszystkim szczelne doleganie zębów na całej bocznej powierzchni, wobec czego wyrabianie jest tu niewielkie. Pomiędzy ściankami skojarzonych ze sobą zębów nie ma wolnej przestrzeni, to też zanieczyszczanie rowków nie jest tak łatwe, jak w uchwycie Cushmana. Szczęki z prostoliniowymi zębami mogą być odwrócone i użyte do mocowania od wewnątrz, czego nie można dokonać ze szczękami uchwytu Cushmana, którego spiralne zęby muszą mieć odpowiednio dopasowaną krzywiznę. Poręczność obsługi uchwytu Forkardta tkwi jeszcze w tym, że zęby mogą być całkowicie wyprowadzone z chwytu i szczęki przesuwane można ręcznie i zestawiać niewspółśrodkowo, wobec czego zakres zastosowań tego uchwytu nie ogranicza się do mocowania przedmiotów okrągłych, lub foremnych.

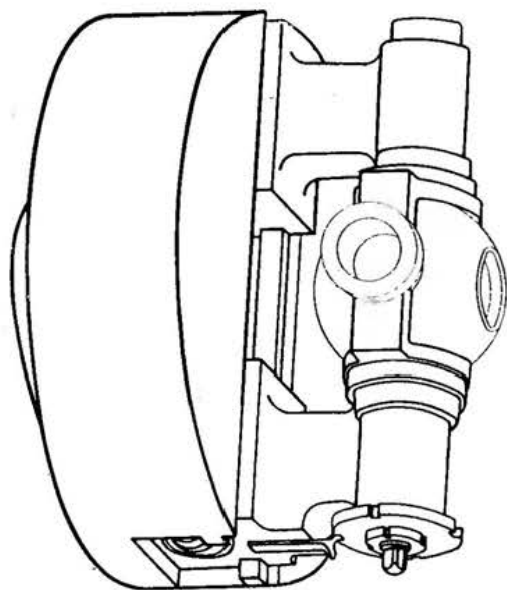
W tym celu zębaki posiadają na pewnej przestrzeni zupełnie gładką powierzchnię, która umożliwia wolne przesuwanie szczęk i ustawianie ich na żądanej odległości od środka. Aby szczękom wyprowadzonym z chwytu nadać należyte położenie, posługujemy się zatrzaskiem *U*. Wysuwanie koła *W* sygnalizuje bliskie wyprowadzenie szczęk z chwytu, ostrzegając przed mocowaniem przedmiotów w chwili, gdy zęby, dotykając się na niewielkiej długości, mogą być narażone na połamanie. Uchwyt Forkardta, aczkolwiek kosztowniejszy od uchwytu Cushmana,

nie pozwala na budowę mocnej konstrukcji samych szczęk i nadania im odpowiedniego prowadzenia. Dla serwowego wytwarzania na tokarkach rewolwero-



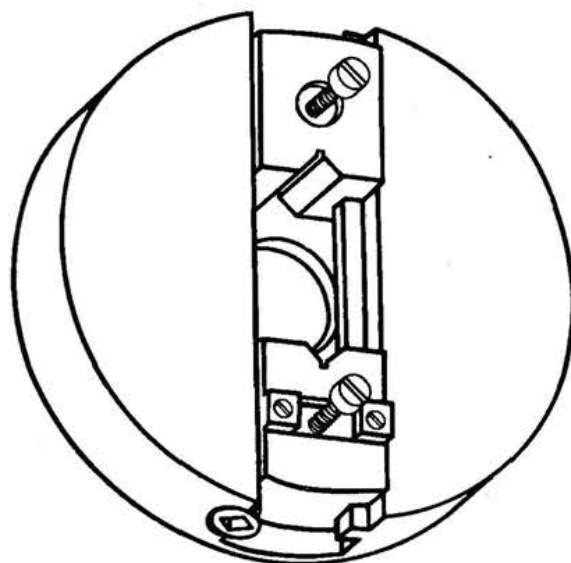
Rys. 54. Uchwyt dwuszcękowy.

wych używane są uchwyty dwuszcękowe, które zapewniają większą moc osadzenia obrabianych przedmiotów. Możliwość dodania naszczękówek podług



Rys. 55.

Uchwyty dwuszcękowe.



Rys. 56.

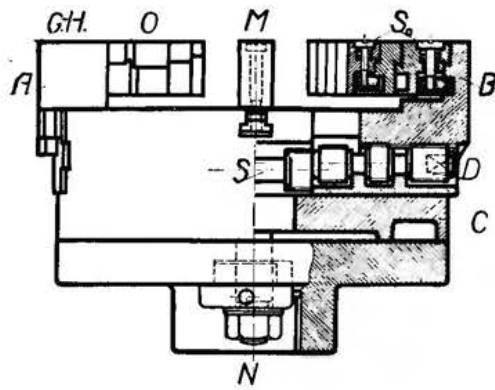
znalazł jednak duże zastosowanie w praktyce dzięki swym zaletom.

7. *Uchwyty dwuszcękowe.* Ograniczona przestrzeń na korpusach uchwytów wieloszczękowych

kształtu przedmiotu ułatwia dostosowanie uchwytu do wszelkich osobliwości specjalnej obróbki. Na rys. 54, 55 i 56 pokazane są charakterystyczne odmiany uchwytów dwuszcękowych. Zwrócić należy uwagę,

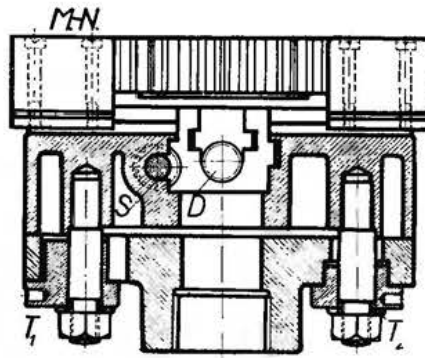
że uchwyty z okrągłym korpusem (rys. 55 i 56) są bezpieczniejsze i nie narażają pracującego na po-

wa się zapomocą śruby pociągowej *S* o prawym i lewym gwincie. Oś śruby

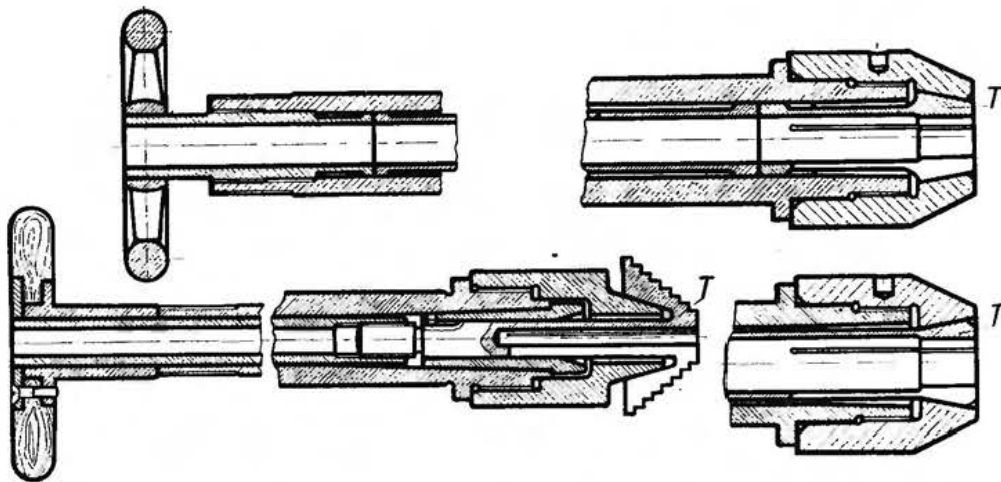
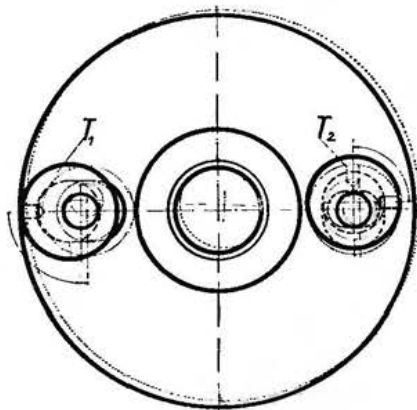
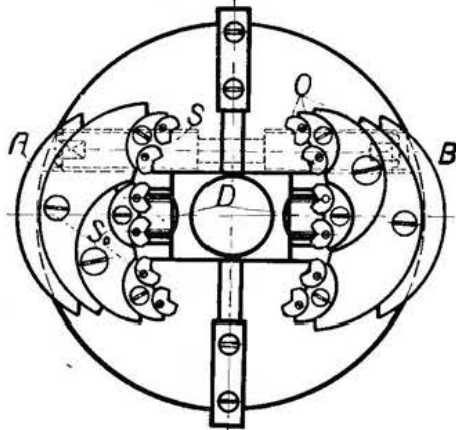


Rys. 57.

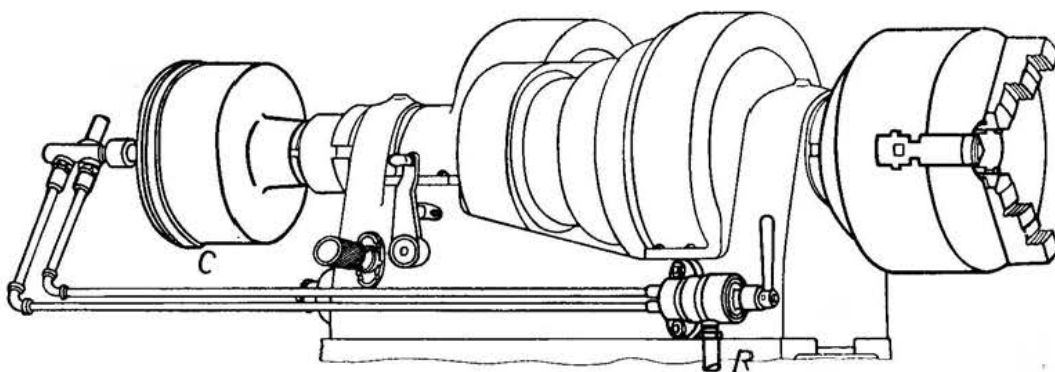
Uchwyty reakcyjne.



Rys. 58.



Rys. 59, 60 i 61. Uchwyty sprężynujące.



Rys. 62. Urządzenie do mocowania pneumatycznego.

W pierwszym wypadku otrzymujemy lepsze prowadzenie szczęk, w drugim uzyskuje się możliwość toczenia przedmiotów z pręta dzięki temu, że uchwyt może posiadać otwór na wylot.

Dla mocowania przedmiotów okrągłych szczęki posiadają wykrój pryzmatyczny jak na rys. 56. Gdy chodzi o dostosowanie szczęk do kształtu przedmiotów obrabianych, mocuje się do nich specjalne naszczękówki. Jedna z naszczęków zachodzi swym występem w rowek kwadratowy, nacięty na szczęcie i jest mocowana dwiema śrubami, co czyni ją nieruchomą, druga ma niewielki obrót na sworzniu mocującym i będąc pokręcaną naokoło sworznia może dopasować powierzchnię przylegania do wszelkich nierówności na przedmiocie obrabianym; w ten sposób przedmiot trzymany jest w trzech punktach, co do pewnego stopnia zbliża ten uchwyt do chwytów trójszczękowych. Na rys. 55 pokazany jest uchwyt, którego szczęki dostosowane są do masowej obróbki korpusu zaworu. Przedmiot może być obrabiany z trzech stron bez wyjmowania. Szczęki zaopatrzone są w przyrząd podziałowy. Uchwyty dwuszczękowe, aczkolwiek poręczniejsze w użyciu posiadają jednak tę wadę, że nie centrują tak dokładnie jak uchwyty trójszczękowe. Złożona konstrukcja naszczęków, składających się częstokroć z kilku części utrudnia dokładne osadzenie przedmiotu, to też przy obróbce wymagającej większej precyzji uchwyty dwuszczękowe nie mogą być stosowane.

8. Uchwyty reakcyjne.

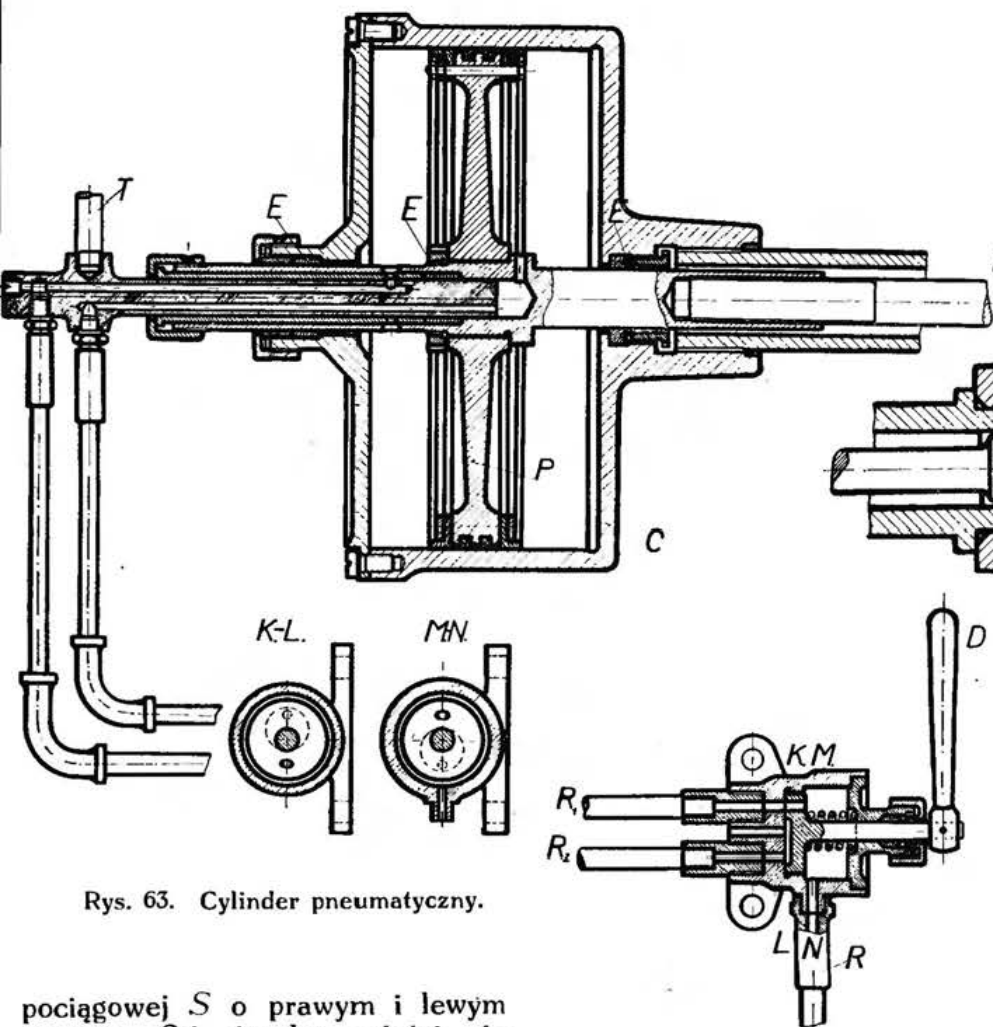
Używanie naszczęków obrotowych, mających niewielki obrót naokoło nieruchomej osi, dzięki któremu mocująca część chwytu samodzielnie dostosować się może do różnych kształtów obrabianego przedmiotu i przyciskać

kaleczenie, jak uchwyty posiadające korpus prostokątny (rys. 54), to też okrągłym uchwytem zawsze należy się pierwszeństwo. Przesuwanie szczęk odby-

wa się zapomocą śruby pociągowej *S* o prawym i lewym gwincie. Oś śruby

go w odpowiednich punktach, dało podstawę do rozwoju, tak zw. uchwytów reakcyjnych, z których jeden widzimy na rys. 57. Część mocująca składa się z dwóch kombinowanych szczęk *C*, których korpusy przesuwają się jednocześnie od śruby

stożkiem. Ścianki tulei są rozcięte w trzech miejscach, tworząc trzy sterzące wycinki walcowe. W miarę zaciskania tulei wgłęb stożkowej powierzchni korpusu, sterzące wycinki uginając się u podstaw zbliżają się do siebie i mocują pręt. Tulejki



Rys. 63. Cylinder pneumatyczny.

Rys. 65. Uchwyt pneumatyczny.

Rys. 64. Zawór pneumatyczny.

pociągowej *S* o prawym i lewym gwincie. Oś śruby mieści się z boku, wobec czego uchwyt może mieć pośrodku otwór nawylot i służyć do obróbki przedmiotów z pręta.

Naszczekówki *A* i *B* (rys. 57) mogą być przesuwane niezależnie od siebie przy pomocy śruby *D*. Na korpusach naszczekówek *A* i *B* mieści się szereg naszczekówek obrotowych *O*. Po ustawieniu głównej naszczekówki we właściwym miejscu i pokręceniu naszczekówek obrotowych stosownie do kształtu mocowanego przedmiotu, unieruchamia się ją drogą dociskania śrubami *S*. Właściwe mocowanie odbywa się zapomocą przesuwania obydwu szczęk od śruby pociągowej *S*. Aby rozszerzyć zakres zastosowań uchwytu reakcyjnego, korpus jego może być ustawiony mimośrodowo.

W tym celu korpus mocuje się do tarczy uchwytowej (rys. 57) zapomocą dwóch śrub, przechodzących przez mimośrodowe tuleje *T*₁ i *T*₂. Pokręcając tuleje przy pomocy klucza, możemy przesunąć korpus względem tarczy na pewną niewielką długość i w ten sposób ustawić mimośrodowo względem osi wałka wrzeciona (rys. 58).

9. *Uchwyty sprężynujące* (rys. 59, 60 i 61). Działanie tych uchwytów polega na ślizganiu po sobie dwóch stożkowych powierzchni. Część mocująca (rys. 60) przedstawia okrągłą tuleję *T* zakończoną

mocujące wykonane są ze stali narzędziowej i hartowane; w miejscach gdzie kończą się wycięcia, ściany tulejek są odpuszczone, by nie pękały podczas uginania. Zaletą uchwytów sprężynujących jest łatwe

i dokładne centrowanie, co wynika z samej ich budowy, gdyż korpus i osadzona w nim tuleja stanowią części toczone. Zaciskanie zabiera niewiele czasu, gdyż odbywa się jednym pokręceniem kółka ręcznego lub przesunięciem dźwigni. Dzięki swym zaletom uchwyty sprężynujące stosowane są przy masowym wytwarzaniu na tokarkach rewolwerowych i samoczynnych, często są używane na frezarkach i szlifierekach. Liczne uchwyty specjalne dla okrągłych przedmiotów oparte są na zasadzie sprężynującej tulei.

Rzecz oczywista, że zbliżanie się szczęk ograniczone jest wielkością bezpiecznych naprężeń dla wyginających się wycinków sterzących u podstawy. Zbyt mocno ugięte szczęki przylegałyby do mocowanego przedmiotu na niewielkiej długości, co obniżyłoby siłę mocowania i powiększyłoby zużywanie się szczęk. Z tego względu uchwyty sprężynowe mocować mogą tylko pręty o jednakowej średnicy; różnica nie może przekraczać 0,1 mm. Aby rozszerzyć zakres zastosowań tych uchwytów, jeden korpus posiada komplet tulei dostosowanych do różnych średnic.

10. *Uchwyty pneumatyczne*. Czas zużywany na mocowanie przedmiotów przy pomocy opisanych powyżej

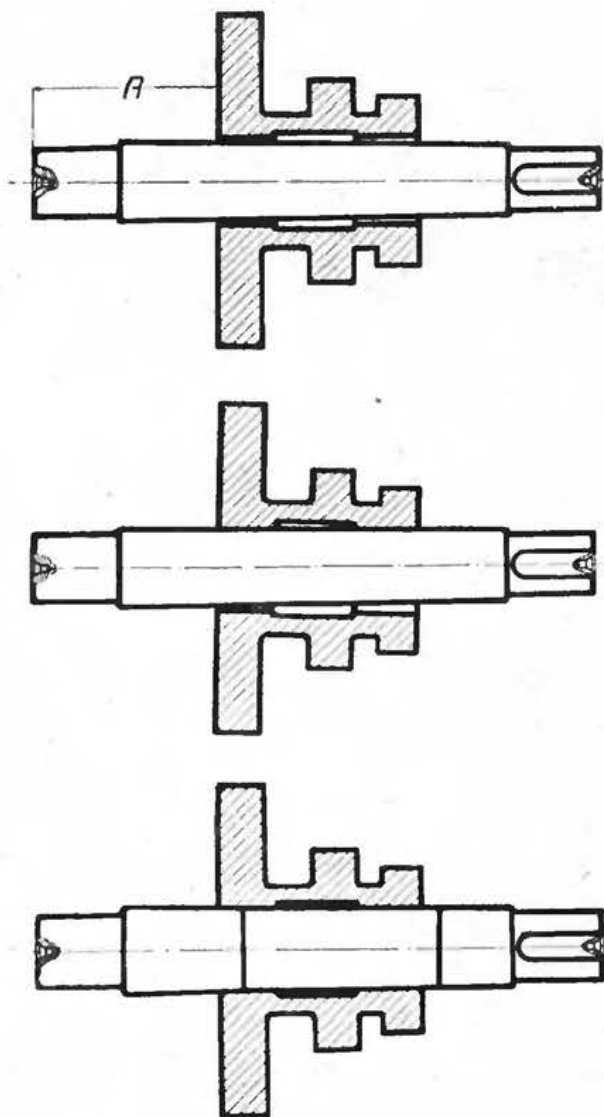
uchwytów może być mocno zmniejszony przy użyciu uchwytów pneumatycznych. Mechaniczna siła mocowania oszczędza ręczną pracę robotnika, ograniczając jego czynności do pokręcania kurka wpu-
stowego. Praktyczność uchwytów pneumatycznych okazała się przy masowym wytwarzaniu tak wielką, że przeważająca liczba amerykańskich wytwórni amunicji była zaopatrzona w tego rodzaju urządzenia. Jeżeli tokarka posiada przewiercone wrze-
ciono, to założenie uchwytu pneumatycznego nie przedstawia trudności. Sprężone powietrze dopły-
wa od instalacji pneumatycznej, która zazwyczaj służy jednocześnie do innych celów wytwórni. Na rys. 62 pokazane jest pełne urządzenie do mocowa-
nia pneumatycznego. Przez rurkę R doprowadzamy sprężone powietrze do cylindra C , którego tłok P po-
pycha trzpień, przechodzący przez otwór we wrze-
cionie i przez odpowiednie drążki zaciska szczęki uchwytu. Na rys. 63, 64 i 65 widzimy w przekroju cylinder pneumatyczny i uchwyt. Rury R_1 i R_2 służą
do doprowadzania sprężonego powietrza do przed-
niej lub tylnej strony tłoka P . Wpuszczanie i wy-
puszczanie odbywa się przez pokręcanie dźwigni D
(rys. 64). Podczas pracy tłok P obraca się wraz
z cylindrem, zaś kran rozdzielczy, dźwignia D
i rury R_1 i R_2 pozostają nieruchome. Dla unieru-
chomienia tych części służy trzpień T (rys. 63).
Dławnice E służą do uszczelnienia luzów pomiędzy
częściami obracającymi się i nieruchomymi. Tłok P
posiada uszczelki z natłuszczonej skóry. Ciśnienie
powietrza wynosi około 6 atm. Średnica tłoka od 150
do 400 mm, pełny skok około 2,5 cm. Mocująca
część uchwytu (rys. 65) składa się z ruchomej
szczęki A , w której mieści się przesuwna naszczę-
kówka B , poruszana od śruby pociągowej S .

Przesuwanie szczęk odbywa się od trzpienia F ,
przechodzącego przez wałek wrzeciona, i dźwigni
dwuramiennej G , mającej niewielki obrót naokoło
osi O . Stosunek długości ramion dźwigni wynosi
zwykle 1:3. Przesuwanie to bywa bardzo niewiel-
kie i sięga zaledwie kilku milimetrów.

Trzpień tokarskie.

1. *Trzpień stożkowe.* Najczęściej używany typ
trzpienia tokarskiego pokazany jest na rys. 66. Śred-
nica trzpienia musi być dopasowana do otworu
osadzonego na nim przedmiotu. Przedmiot jest
wciskany przy pomocy prasy. Aby ułatwić osadze-
nie, trzpień posiada kształt stożka o małym kącie
pochylenia. Trzpień stożkowe posiadają tę wadę,
że jeżeli pochylenie stożka jest dość słabe (rys. 66),
to przedmiot mocuje się tylko na końcu swej pia-
sty, pozostała część leży na niej luźno — gdy po-
chylenie stożka jest zbyt duże, może nastąpić
skośne ustawienie (rys. 67), co naruszy spółśrodko-
wość obtoczonych powierzchni z otworem. Przed-
mioty, wymagające dokładnej obróbki, osadzone są
na trzpieniach walcowych, posiadających niewielkie
zakończenie stożkowe (rys. 68). W ten sposób cy-
lindryczna część służy do centrowania, a stożkowa
do mocowania. Z natury rzeczy wynika, że średnica
cylindrycznej części trzpienia i otworów mocowa-
nych przedmiotów muszą być utrzymane w grani-
cach szczelnego pasowania, gdyż wszelkie odchy-
lenia spowodować by mogły skośne ustawienie. Ujemną
stronę trzpieni stożkowych stanowi to, że przy pew-

nych różnicach średnic obtaczanych przedmiotów
odległość A (rys. 66) nie może być utrzymana jed-
nakowa, co wywołuje potrzebę dodatkowych usta-
wień noża przy obróbce każdej sztuki. Gdy w grę
wchodzi takie zabiegi, jak planowanie lub zaciska-
nie, ustawienie noża związane jest z pomiarami,
które zajmują pokaźną część pełnego okresu obróbki.



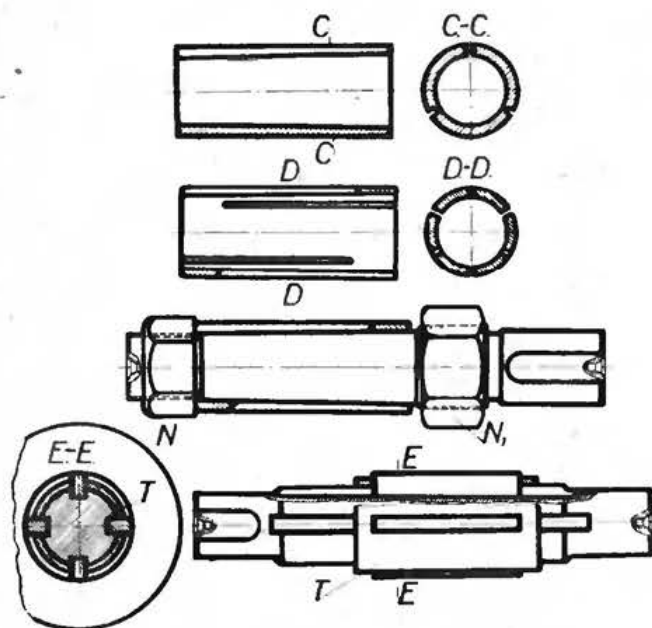
Rys. 66, 67 i 68. Trzpień tokarskie.

2. *Trzpień rozporowe.* Zakres zastosowań zwy-
kłych trzpieni tokarskich ograniczony jest wielkością
średnicy otworu. Wywołuje to potrzebę posiadania
dużego kompletu trzpieni, stosownie do różnych
średnic, z jakimi ma doczynienia ten lub inny
warsztat. Niedogodność ta spowodowała niejedno-
krotnie próby budowania trzpieni w ten sposób, by
na każdym można było osadzać przedmioty, któ-
rych otwory różnią się w pewnych granicach i przez
to zmniejszyć komplet niezbędnych trzpieni i unie-
zależnić je od drobnych odchyłek, jakie powstać
mogą przy toczeniu lub rozwiercaniu otworów, a na-
stępnie uzyskać możliwość mocowania przedmiotu na
stałym miejscu ($A = \text{const}$). Na rys. 70 widzimy
trzpień stożkowy z osadzoną na nim tuleją, której
zewnątrzna powierzchnia jest cylindryczna, a we-
wnętrzna stożkowa. Tuleja posiada wycięcia po-
dłużne. Będąc popychaną wzdłuż trzpienia przy po-
mocy nakrętki N , rozpiera się ona pod naciskiem
stożkowej jego powierzchni, przez co wywiera na-
cisk na osadzony na niej przedmiot i w ten sposób

mocuje go. Dla zluźniania przedmiotu służy inna nakrętka N_1 , która popycha tuleję w przeciwnym kierunku. Trzpień rozporowy, oparty na tej samej zasadzie, lecz prostszej konstrukcji, widzimy na rys. 69. Tuleja posiada jedno pełne wycięcie i dwa niepełne. Gdy trzpień wpychany jest wgłąb tulei, rozszerza się jej średnica zewnętrzna.

Inny typ trzpienia rozporowego widzimy na rys. 71. Trzpień walcowy posiada cztery skośne rowki, w których ślizgają się kliny osadzone w tulejce T . Tulejka T służy do przesuwania klinów. Kliny, ślizgając się po pochyłej powierzchni rowka, wysuwają się nazewnątrz i mocują przedmiot, naciskając na ściankę otworu.

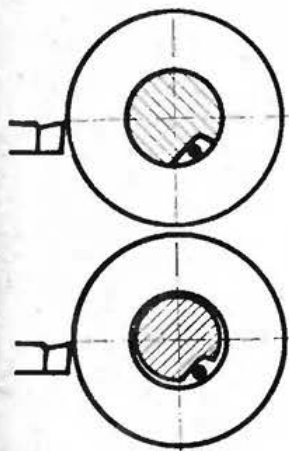
Trzpienie rozporowe cechuje mniejsza siła mocowania, gdyż naciski rozszerzających się tulejek



Rys. 69, 70 i 71. Trzpienie tokarskie rozporowe.

lub wysuwających się klinów są umiejscowione, czyli nie rozpowszechniają się na całą ścianę otworu, lecz na pewną jej część. Trzpienie te nie mogą być używane przy mocnym obciążeniu tokarki, to jest przy zdejmowaniu grubego wióra. Gdy otwór posiada cienkie ścianki nie może być on osadzony na trzpieniach o klinach przesuwanych, gdyż lokalny nacisk grozi uszkodzeniem ścianek.

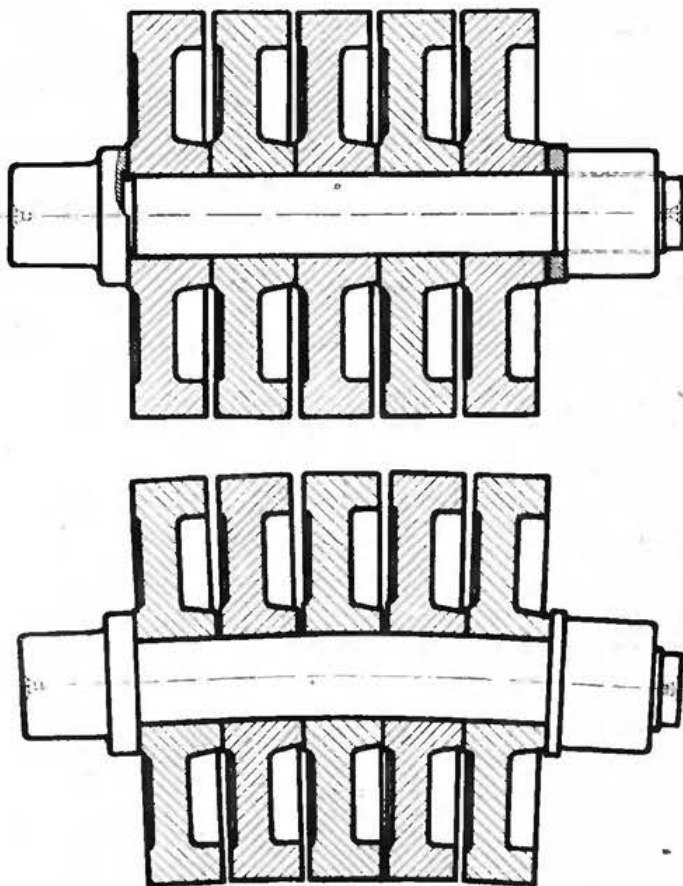
Na rys. 72 i 73 widzimy trzpień, na którym przedmiot mocuje się przy pomocy kołka wpuszczonego w żłobek nacięty na trzpieniu. Nie potrzeba dowodzić, że prymitywna konstrukcja tego trzpienia nie może odpowiadać warunkom dobrego centrowania ani też mocnego osadzenia, to też nie może być stosowana przy dokładnych robotach lub też przy zdejmowaniu grubego wióra.



Rys. 72 i 73. Trzpienie tokarskie rozporowe.

3. *Trzpienie nakrętkowe.* Na odmiennych nieco zasadach budowane są trzpienie nakrętkowe (rys. 74). Mocowanie odbywa się drogą przyciskania ich na-

krętką w kierunku osiowym. Zaletą jest możliwość jednoczesnego mocowania kilku przedmiotów. Z natury rzeczy wynika, że dokładne centrowanie może być osiągnięte, gdy poszczególne krążki przylegają do siebie w płaszczyznach równoległych i prostopadłych do osi trzpienia. Nierównoległość tych płaszczyzn prowadzi do wykrzywienia osi (rys. 75).



Rys. 74 i 75. Trzpienie tokarskie nakrętkowe.

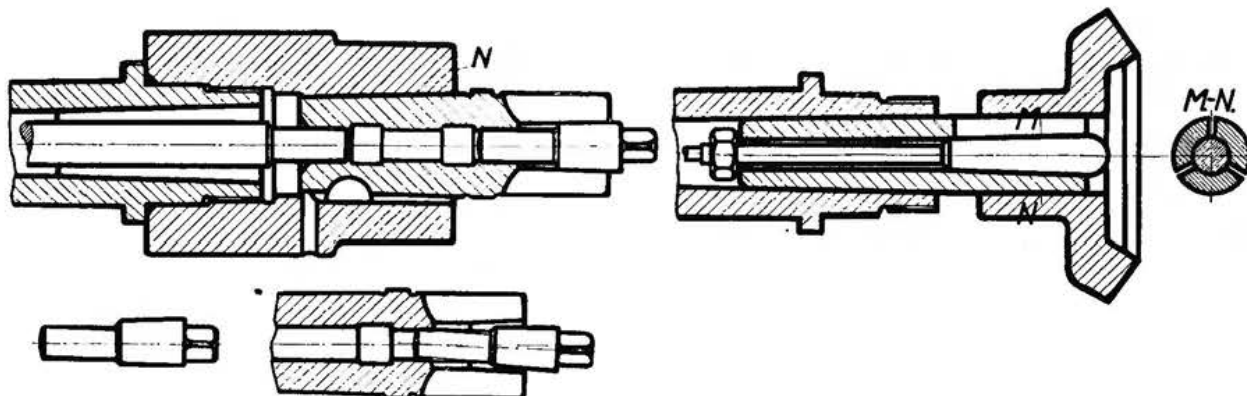
Z tego względu trzpienie nakrętkowe mogą być używane dla toczenia lub frezowania przedmiotów, których boczne powierzchnie są już obrobione. Jednak przy starannej nawet obróbce przedwstępnej, trudno jest osiągnąć dokładność sięgającą $0,05 \text{ mm}$, to też przy wykończaniu zawsze dać należy pierwszeństwo zwykłym trzpieniom cylindrycznym.

4. *Trzpienie wiszące.* Osobliwość tych trzpieni stanowi sposób osadzenia ich na tokarce. Nie są one oparte o kły, lecz osadzone jednym końcem w wałku wrzeciona bezpośrednio, jak na rys. 77, lub za pośrednictwem nakrętki N , jak na rys. 76. Nakrętka pośrednicząca komplikuje budowę trzpienia, co wywiera ujemny wpływ na dokładność centrowania, jednak dzięki nakrętce umożliwia się mocowanie grubego trzpienia i przenoszenie przez wałek wrzeciona większej siły obwodowej. Trzpienie tego typu, jako oparte tylko z jednej strony, cechuje mniejsza moc osadzenia, nie mogą one być zbyt obciążane, gdyż to spowodowałoby ślizganie w obsadzie i wyrabianie stożkowego wałka wrzeciona, to też przedmiotów o dużej średnicy nie należy mocować na trzpieniach wiszących.

Typ rozporowego trzpienia wiszącego pokazany jest na rys. 76. Trzpień jest wewnątrz przewiercony. Otwór posiada zakończenie stożkowe, sterzący koniec ma trzy wycięcia wzdłużosiowe. Przechodząca

wewnątrz śruba ze stożkowym łbem służy do rozpięcia ścianek i mocowania przedmiotu. Baczność uwagę zwracać należy na współśrodkowość gwintu śruby i osi trzpienia, najmniejsze bowiem odstępstwo

kielka winna być taka, by ostrze nie opierało się o materiał (rys. 84). Zdarza się często, że kiel trzyma przedmiot opierając się o sztorcową powierzchnię w pobliżu nakielka (rys. 86).



Rys. 76, 77, 78 i 79. Trzpienie tokarskie wiszące.

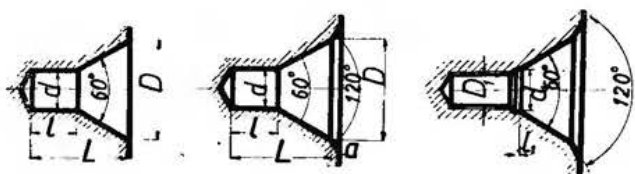
(rys. 78 i 79) spowodować może jednostronne rozpięcie trzpienia i mimośrodkowe osadzenie (rys. 79).

By takie wypadki nie miały miejsca, nakielki często posiadają pogłębienie zabezpieczające. Są

Wykonanie nakielków.

Nakielki stanowią okrągłe otwory na sztorcowej powierzchni obrabianego przedmiotu. Wierch otworów jest rozwiercony na stożek (rys. 80). Warunkiem prawidłowej pracy jest ścisła współśrodkowość części walcowej i stożkowej.

Normalne nakielki wg. PN/N-202.

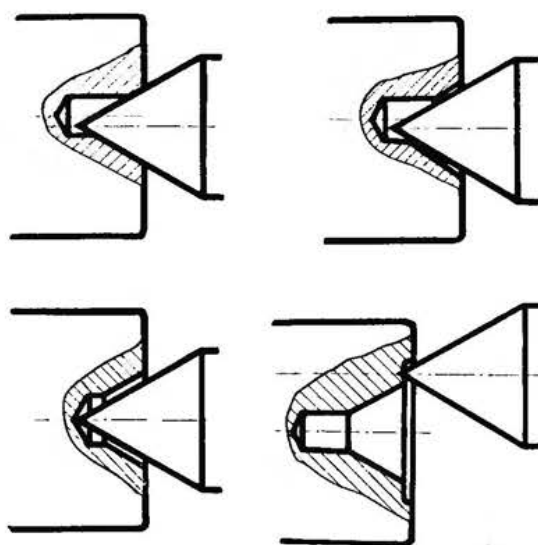


Rys. 80, 81 i 82.

d	D	L	l	a
0,5	1,2	1,2	0,6	0,2
0,75	2	2	1	0,3
1	2,5	2,5	1,2	0,4
1,5	3,8	3,8	1,8	0,6
2	5	5	2,4	0,8
2,5	6,3	6,3	3	0,9
3	7,5	7,5	3,6	1
4	10	10	4,8	1,2
5	12,5	12,5	6	1,5
6	15	15	7,2	1,8
8	20	20	9,6	2
12	30	30	14	2,5

Na rys. 83 pokazany jest nakielk rozwiercony mimośrodkowo. Wobec tego, że koniec kła przylega do powierzchni nakielka niejednakowo na całym swym obwodzie, następuje lokalne wyrabianie stożkowej części, a skutkiem tego przesuwanie osi toczzonego przedmiotu, co powoduje tak zw. „bicie”, czyli zdejmowanie nierównomiernej warstwy materiału. Najdotkliwiej odczuwa się to zjawisko, gdy obtoczony przedmiot umocowany jest na szlifierce dla wykończenia. Na rys. 85 pokazany jest nakielk, którego stożek nie odpowiada stożkowi kła.

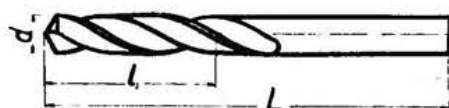
Brzgi nakielków i ostrze kła muszą być należycie zabezpieczone od uszkodzeń. Głębokość na-



Rys. 83, 84, 85 i 86. Wadliwe wykonanie nakielków.

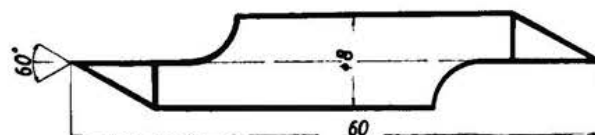
one poszerzone u góry drogą dodatkowego rozwiercania (rys. 81 i 82).

Normalne wiertła nakielkowe wg. PN/N-240.



Rys. 87.

d . . .	0,5	0,75	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6
L . . .	23	24	25	28	30	32	35	40	45	50
l . . .	8	9	10	11	12	14	16	19	22	25



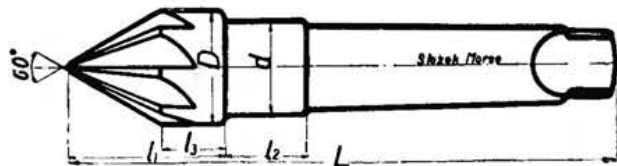
Rys. 88. Nawiertak wg. PN/N-243.

Dla wykonania nakielków służą różne narzędzia, zwane nawiertakami. Kielkowanie odbywa się na tokarkach, wiertarkach lub specjalnych maszynach,

zwanych centrówkami. Otwór cylindryczny wierci się przy pomocy zwykłego wiertła (rys. 87), poczem następuje rozwiercanie tego otworu przy pomocy specjalnych nawiertaków, z których najprostszy widzimy na rys. 88.

Wielokrawędziowe nawiertaki (rys. 89) wyróżniają się dokładniejszą pracą. Nawiertak, pokazany

Normalne nawiertaki stożkowe wg. PN/N-243.

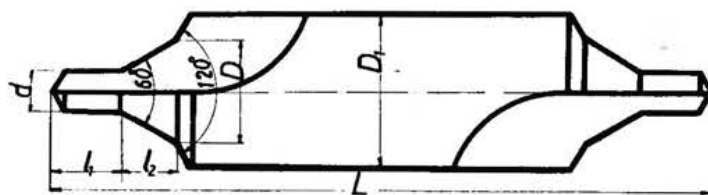


Rys. 89.

D	d	L	l ₁	l ₂	l ₃	Stożek Morse
35	22	150	45	25	19	2
50	28	190	65	25	25	3

na rys. 90 wykonywa całkowity nakiełek za jednym zabiegiem, nie jest on jednak praktyczny, gdyż cienki koniec podtoczony prędko się łamie.

Normalne nawiertaki wg. PN/N-210.



Rys. 90.

d	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6
D _{max} . .	2,5	3,8	5	6,3	7,5	10	12,5	15
D ₁	6	8	10	12	14	18	22	25
L	45	50	55	60	65	76	88	100
l ₁	1,8	2,6	3,4	4,2	5	6,4	7,8	9,2
l ₂	1,3	2	2,6	3,3	3,9	5,2	6,5	7,8

CZĘŚĆ V.

ROBOTY TOKARSKIE.

1. *Toczenie na stożek.* Aby nadać toczonemu przedmiotowi kształt stożka, musimy przesunąć nóż roboczy w kierunku nierównoległym do linii kłków.

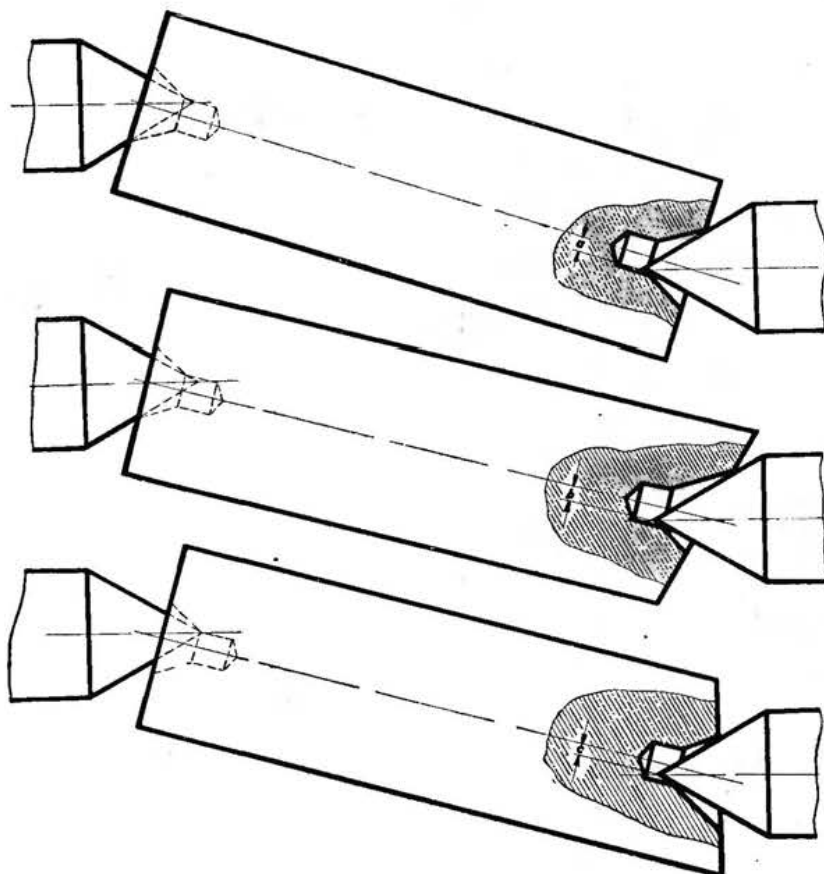
Istnieje kilka sposobów toczenia na stożek, z których najprostszy tkwi w bocznym przesunięciu konika w ten sposób, by linia kłków była pochylona względem kierunku posuwu podłużnego na pewien kąt α (rys. 91).

Oznaczając przez L długość toczzonego przedmiotu, przez l — długość stożkowej części, zaś przez d_1 i d_2 średnicę większej i mniejszej podstawy stożka, określimy wielkość e , na jaką mamy przesunąć konik tokarki, ze wzoru:

$$e = \frac{(d_1 - d_2) L}{2l}$$

Sposób przesuwania konika posiada jednak tę wadę, że oś obracania przedmiotu nie zgadza się z osią kłków, co daje się odczuć w tem większym stopniu, im większe jest przesunięcie konika, czyli im większy jest

małym kącie, nie przekraczającym dwóch lub trzech stopni, jak np. w trzpieniach tokarskich, obsadach stożkowych i innych.



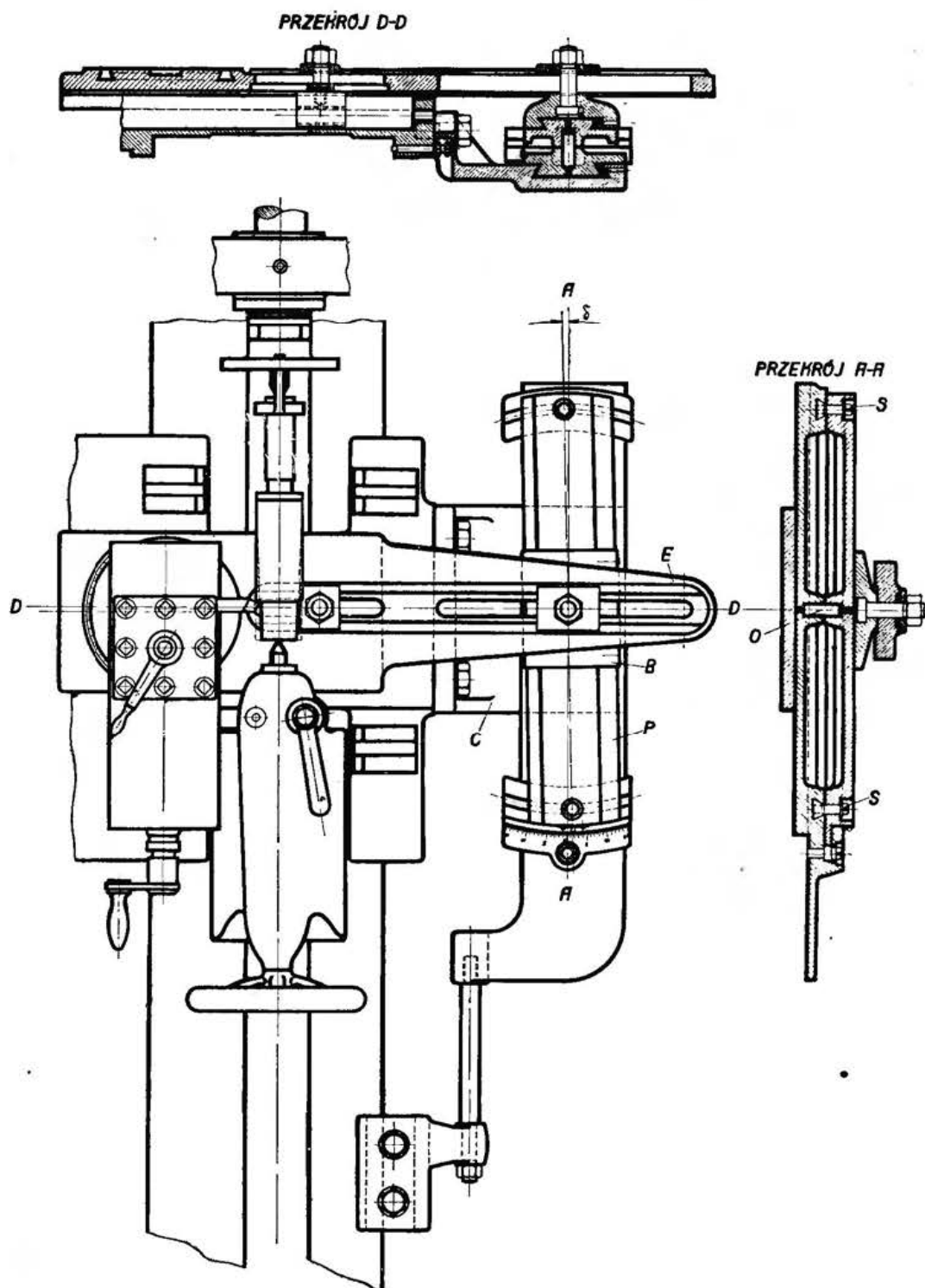
Rys. 91, 92, 93 i 94. Toczenie na stożek, za pomocą przesuwania konika.

kąt stożka. Z uwagi na to, przesuwanie konika stosuje się tylko dla wykonania stożków o bardzo

Jeżeli przedmiot jest toczony na stożek sposobem przesuwania konika, muszą być obydwie sztor-

cowe powierzchnie przed kielkowaniem splanowane (rys. 92). Zabieg ten zapobiega skośnemu nawiercaniu nakielków, które spowodować by mogło okresowe zmiany położenia osi toczzonego przedmiotu, czego wynikiem byłoby otrzymanie powierzchni nieokrągłej, lecz cokolwiek owalnej, jak to widzimy na rys. 93 i 94, gdzie przedmiot pokazany jest

stosowany. O wiele poręczniejszy jest sposób toczenia na stożek zapomocą linjału, którego konstrukcja w wykonaniu wytwórni J. John w Łodzi, pokazana jest na rys. 95. Suport tokarki otrzymuje jednocześnie dwa posuwy w ten sposób, że sanie podłużne przesuwają się wzdłuż swych prowadnic od śruby lub wałka pociągowego. Korpus sań po-



Rys. 95. Toczenie na stożek zapomocą linjału.

w dwóch położeniach pokręconych względem siebie o 180° . Odległość osi od ostrza kła (b i c) na obydwóch rysunkach nie jest jednakowa.

Dokładny stożek rzadko kiedy może być otrzymany przy pomocy przesuwania kłków. O wiele racjonalniej byłoby nadać suportowi jednocześnie dwa samoczynne posuwy — w kierunku podłużnym i poprzecznym. Sposób ten wymagałby znacznej liczby kół zmianowych, to też rzadko kiedy bywa

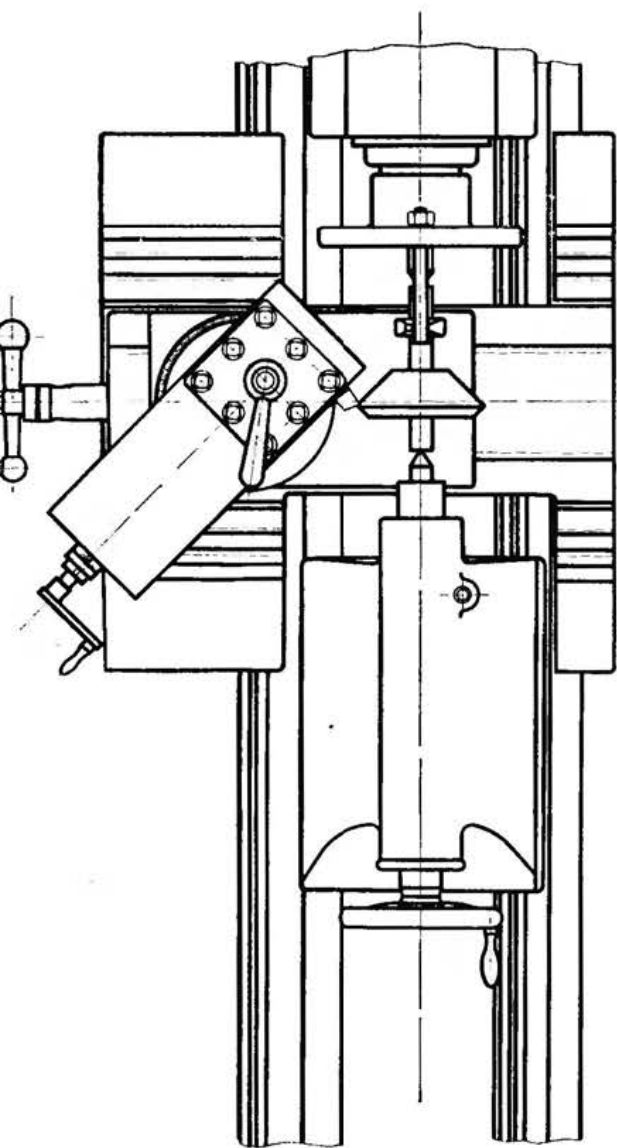
przecznym połączony jest zawiasowo z suwaczką B , ślizgającą się w prowadnicach linjału P , osadzonego nieruchomo na wsporniku C .

Kierunek prowadzenia suwaczka tworzy pewien kąt z osią tokarki. Przy ruchu suportu wzdłuż łoża, drążek pociągowy E , kierowany przez linjał, odsuwa lub przybliża sanie poprzeczne, dzięki czemu nóż kopiuje stożek, na jaki jest nastawiony linjał. Linjał może być pokręcony naokoło osi O i nastawiony

pod żądanym kątem do osi kłów. Po ustawieniu linjału mocuje się go śrubami S.

Trzeci sposób toczenia na stożek tkwi w nadaniu nożowi skośnego posuwu zapomocą skrętu, po- siłkując się wyłącznie saniami górnymi, których prowadnice mogą być ustawione na pokrętnym stole pod żądanym kątem do osi tokarki (rys. 96). Wielkość kąta, na jaki ustawić należy skręt okre- ślamy, ze wzoru:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{d_1 - d_2}{2l}$$

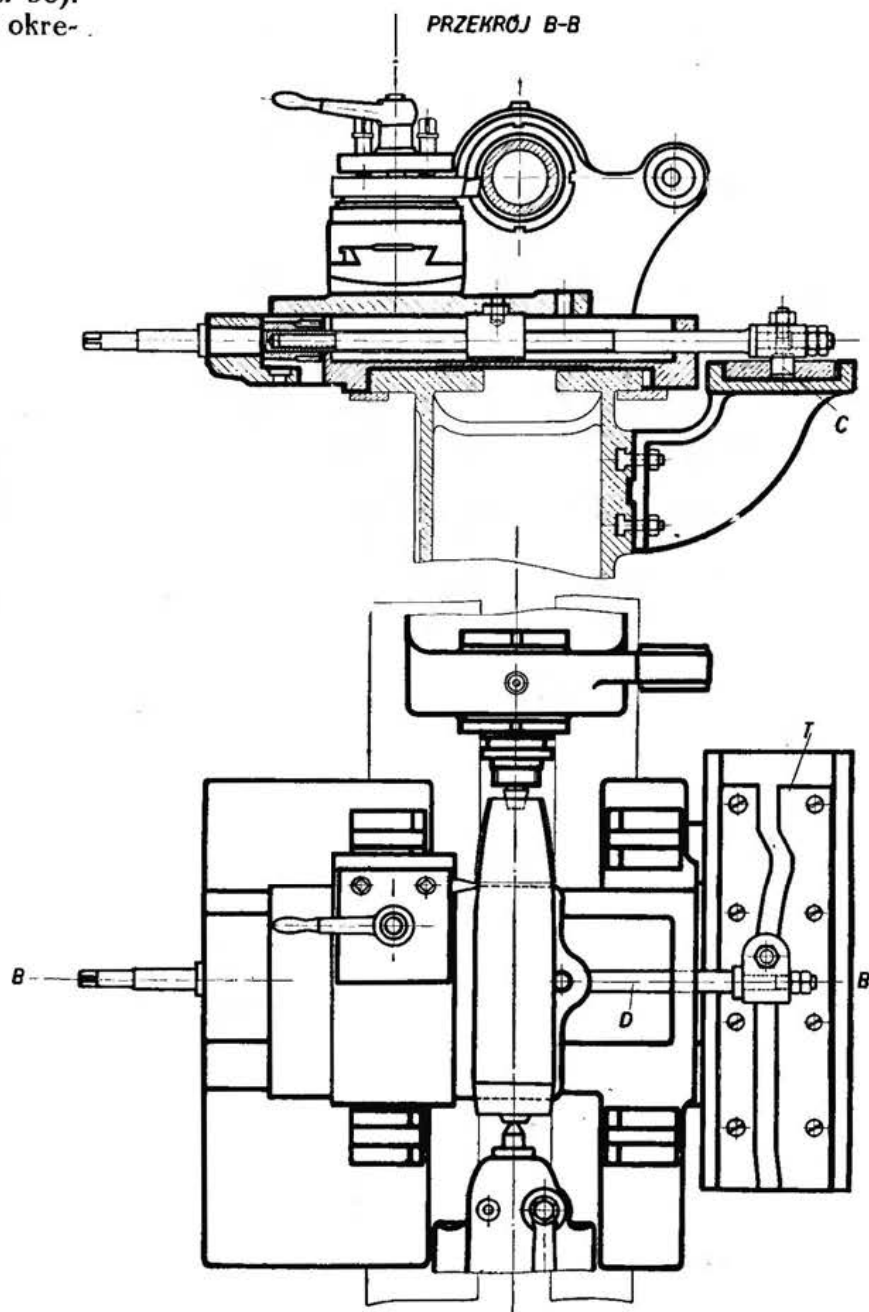


Rys 96. Toczenie na stożek zapomocą skrętu.

Porównywując przytoczone dwa sposoby, widzimy, że używanie linjału celowe jest wtedy, gdy do to- czenia mamy długi stożek o niewielkim kącie. Zbyt duże pochylenie linjału spowodowałoby mogło za- haczanie suwaczka w prowadnicach. Krótkie stożki o dużym kącie wierzchołkowym toczyć należy przy pomocy skrętu, bowiem prowadnice górnych sań ustawione być mogą pod dowolnym kątem, długość zaś prowadzenia ograniczona jest wymiarami sa- mego suportu.

2. *Toczenie kształtowe.* Gdy średnica toczonego przedmiotu nie jest stałą na całej długości, obra- biający nóż tokarski przesuwając się musi po pewnej krzywej linii, której kształt określa rodzaj roboty.

W tych wypadkach suport otrzymuje jednocze- śnie dwa posuwy (rys. 97). Podłużne sanie mają zwykle równomierny ruch posuwowy od śruby lub wałka pociągowego. Sanie poprzeczne osadzone są luźno na swych prowadnicach i połączone zapomo-



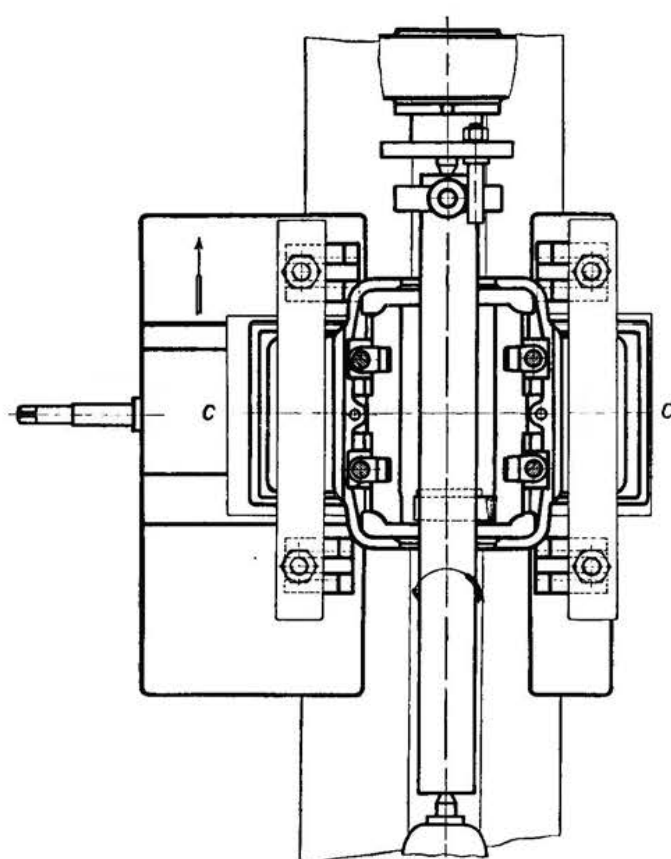
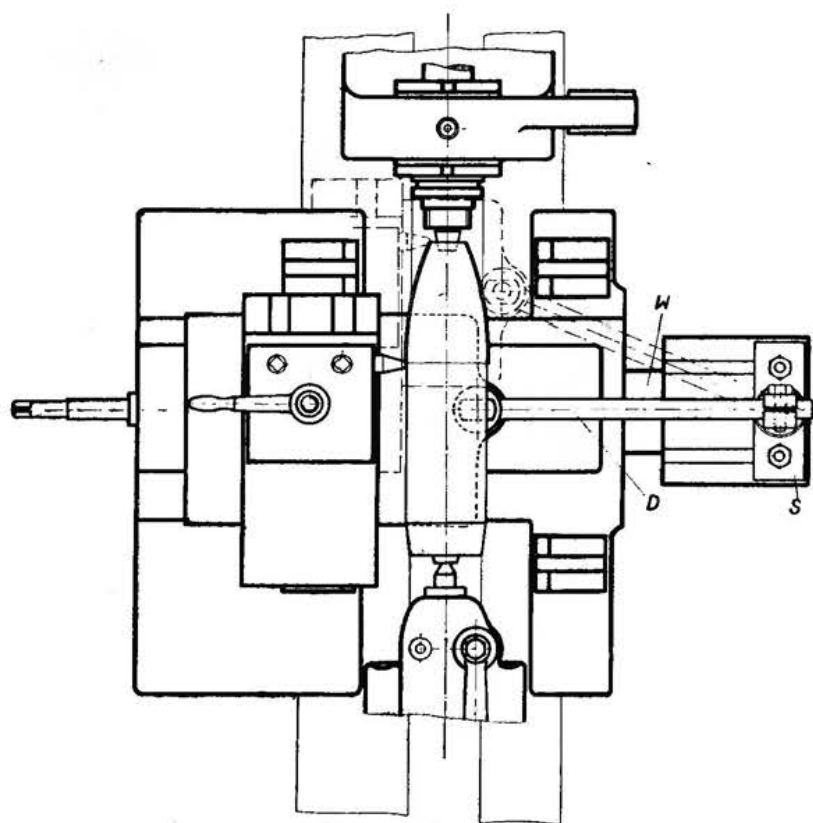
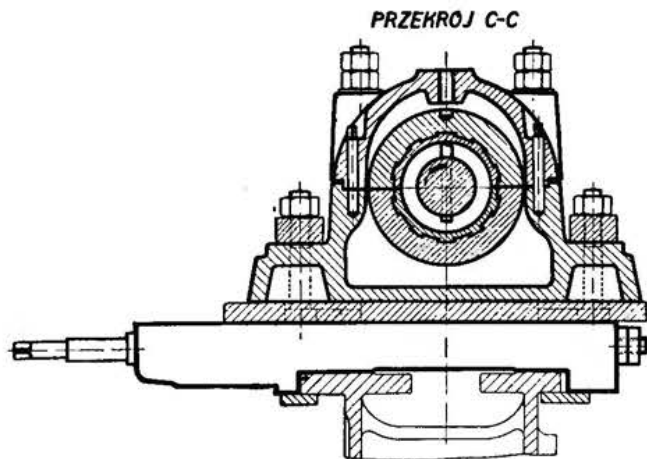
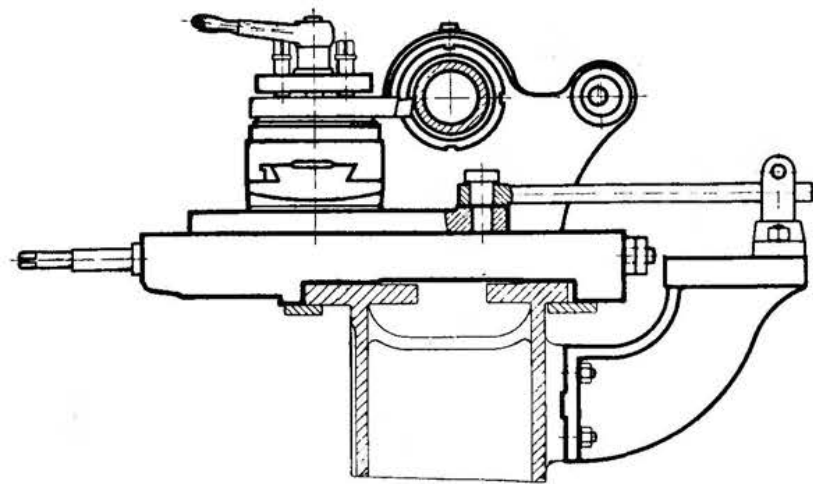
Rys. 97. Toczenie kształtowe przy pomocy krzywki szablonowej.

cą drążka D z tarczką szablonową T. Czop C za- chodzi w krzywoliniwny rowek prowadnicy i prze- suwając się w tym rowku nadaje saniom poprzecz- nym odpowiednie ruchy, zbliżając je lub oddalając od osi toczonego przedmiotu. Krzywoliniwny zarys tarczek szablonowych nie może być zbyt stromo pochyłony względem osi obracania przedmiotu, bo- wiem duży kąt spowodowałby zahaczanie czopa w rowku prowadnym. Istnieje zakres tokarek spe- cjalnych do toczenia kształtowego, w których krzy- wki szablonowe urządzone są w samym suporcie i stanowią nierozdzielalną z nim całość.

3. *Toczenie promieniowe.* Pewną odmianę tocze- nia kształtowego stanowi toczenie promieniowe,

w którym przedmiot posiada w przekroju kształt łuku kołowego. Jako przykład podajemy toczenie pocisku zapomocą przyrządu pokazanego na rys. 98. Sanie podłużne przesuwane są jak poprzednio od wałka pociągowego lub śruby. Dla przesuwu sań w kierunku poprzecznym służy drążek *D*, umocowany zawiasowo jednym końcem do korpusu sań,

ności zastąpić może wytaczarkę. Wytaczanie krótkich otworów odbywa się w taki sam sposób jak zwykle toczenie; przedmiot otrzymuje ruch obrotowy, zaś nóż zwany wytaczakiem, otrzymuje posuw roboczy. Wytaczanie wymaga długiego trzona nożowego, który musi być tem dłuższy, im dłuższy jest wytaczany otwór. Zbyt długi trzon powoduje ugi-



Rys. 98. Toczenie promieniowe.

Rys. 99. Wytaczanie.

drugim zaś do suwaczka *S* na nieruchomym wsporniku *W*. Suwaczek może być umocowany dalej lub bliżej stosownie do długości promienia koła, po którego linii przesuwają się noże.

4. *Wytaczanie.* Tokarki mogą być użyte do wytaczania otworów. Aczkolwiek do tego celu służą specjalne maszyny zwane wytaczarkami; istnieje jednak zakres robót, dla których tokarka w zupeł-

ności zastąpić może wytaczarkę. Wytaczanie krótkich otworów odbywa się w taki sam sposób jak zwykle toczenie; przedmiot otrzymuje ruch obrotowy, zaś nóż zwany wytaczakiem, otrzymuje posuw roboczy. Wytaczanie wymaga długiego trzona nożowego, który musi być tem dłuższy, im dłuższy jest wytaczany otwór. Zbyt długi trzon powoduje ugi-

Przedmiot mocuje się na suporcie i nadaje się mu ruch posuwowy, zaś nóż osadza się na wałku wiertniczym i wprawia się w ruch obrotowy. Na rys. 99 pokazane jest wytaczanie łożyska przy zastosowaniu wałka wiertniczego.

Niżej podane są cztery rodzaje *A*, *B*, *C* i *D*, zamocowania noży w wałkach wiertniczych, wraz z odnośnymi wymiarami ujętymi w tabelki.

Typy wałków wiertniczych według Machinery's Handbook, podane w tabelce rys. 100 przedstawiają:

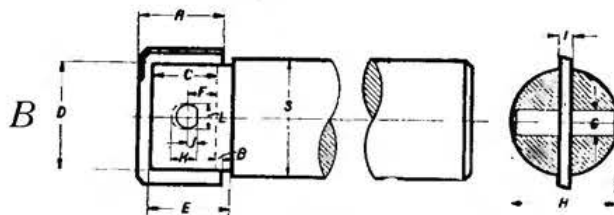
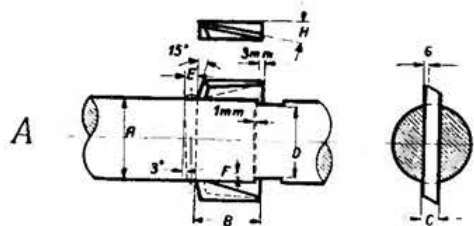
1. Nóż o prostym kształcie wykonany jest z okrągłej stali i zamocowany stożkowym kołkiem *K*, który go przyciska na specjalnym wykroju pośrodku trzona.

2. Nóż jest zaciśnięty przy pomocy okrągłego kołka *K* ze skośnym ścięciem. W miejscu, gdzie

6. Uproszczony sposób osadzania noża o pojedynczej krawędzi. Mocowanie odbywa się przy pomocy śruby *A*, ustawianie śrubą *B*.

7. Nastawne noże, wykonane z okrągłej stali posiadają płaskie wycięcie z jednej strony, do którego przylegają końce śrub mocujących *A*. Śruba nastawna *B* posiada stożkowy koniec, wpuszczony pomiędzy dwoma nożami.

8. Niedrogi sposób mocowania noża osadzonego w pobliżu końca wałka wiertniczego.



Wymiary w milimetrach						
S	A	B	C	D	E	F
25	22	1,5	18	22	21	9
30	25	1,5	21	27	24	10
35	27	1,5	23	32	26	12
40	30	1,5	25	37	29	13
45	33	1,5	28	42	32	14
50	36	1,5	31	46	34	15
55	38	1,5	33	50	37	16
60	42	1,5	35	55	39	17
65	44	1,5	38	60	42	18
70	47	1,5	41	65	44	19
75	50	1,5	44	70	47	20
G	H	I	J	K	L	
6	20	6	5	8	6,5	
7	25	6,5	5,5	9	7,5	
8	30	7	6	10	8,5	
9	35	8	6,5	10,5	9,5	
10	40	8,5	7	11	10,5	
11	44	9	7,5	12	11,5	
12	48	10	8	13	12,5	
13	53	10,5	8,5	14	13,5	
14	58	11	9	14,5	14,5	
15	63	11,5	9,5	15	15,5	
16	68	12	10	16	16,5	

Wymiary w milimetrach							
A	D	B	F	C	G	H	E
10	8	12	2	2,5	0,8	5°	3,5
13	11	14	2	3	0,8	5°	3,5
16	14	16	3	4	0,8	6°	4
20	18	18	3	6	0,8	6°	5
25	23	22	4	7	1,0	7°	5
30	28	25	4	8	1,0	7°	6
35	33	30	4	8	1,2	7°	6
40	38	35	5	8	1,2	7°	7
45	43	40	5	10	1,5	8°	7
50	48	40	5	10	1,5	8°	8
55	53	40	6	12	1,5	8°	8
60	58	40	6	12	1,5	8°	8
65	63	40	8	12	2	10°	10
70	68	40	8	12	2	10°	10
75	73	40	8	12	2	10°	10
80	78	45	10	15	2,5	10°	10
85	83	45	10	15	2,5	10°	10
90	88	45	12	15	2,5	10°	12
95	93	45	12	15	2,5	10°	12
100	98	50	12	20	3,0	10°	12
110	108	50	12	20	3,0	10°	15
120	118	50	12	20	3,0	10°	15
125	123	50	12	20	3,0	10°	15

przylega kołek mocujący, ostre brzegi noża są zaokrąglone, by nacisk kołka nie był umiejscowiony na rogu płytki nożowej. Środkowe położenie noża zabezpieczają ramiona *R*.

3. Płaski nóż osadzony jest w prostokątnym wykroju wałka i przyciśnięty klinem *M* o jednostronnym pochyleniu. Środkowe ustawienie uskutecznia się przy pomocy ramion *R*.

4. Nóż przyciśnięty jest klinem *M* i umiejscowiony przy pomocy kołka *K*. Nóż przedstawia płytkę o kształcie prostokątnym, z wycięciem pośrodku dla kołka nastawnego.

5. Nóż przyciskany jest przy pomocy nakrętki o drobnym gwincie. Mocowanie posiada tę przewagę nad zwykłym klinem, że wzmacnia wałek w miejscu osłabionem przez wykrój, przeto zapobiega wyginaniu wałka. Sposób ten często bywa stosowany dla osadzania wykończaków.

9. Nóż ze stali okrągłej z płaskim wycięciem, umocowany stożkowym kołkiem *K* i nastawiany śrubą *B*.

10. Wałek ze skośnie ustawionym nożem do wytaczania ślepych otworów, umocowanym śrubą *A* i nastawianym śrubą *B*.

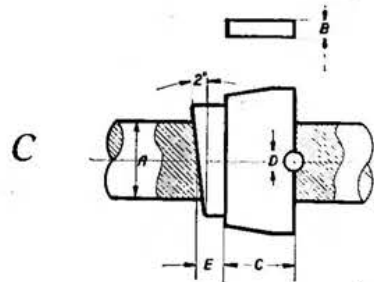
11. Odmiana typu pokazanego na rys. 10.

12. Nóż z jedną krawędzią do planowania i drugą do wytaczania zaciśnięty jest w wykroju wałka przy pomocy śruby *A*, której oś jest pochylona względem osi wałka.

Śruba *A* przyciska nóż za pośrednictwem hartowanej tulei stalowej *T*.

13. Wałek do obróbki miedzi i innych miękkich materiałów posiada dwa noże, które mogą być nastawione drogą przesuwania w skośnych rowkach; mocowanie noży odbywa się przez wciskanie stożkowych kołków *K*.

14. Główna nożowa do obróbki stali. Cztery noże mocowane są śrubami *A*. Śrubki nastawne *B* mieszczą się w pierścieniu *C*.



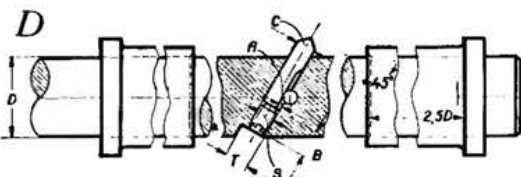
15. Wałek wiertniczy specjalnie nadający się do obróbki żelaza łanego. Dwa noże przymocowane są śrubami *A* i nastawiane śrubami *B* z hartowa-

17. Główna dla wykańczaków. Sześć noży zaciśnięta się za pomocą śrub ze stożkowymi łbami, wpuszczonymi w wykroje na korpusie główki.

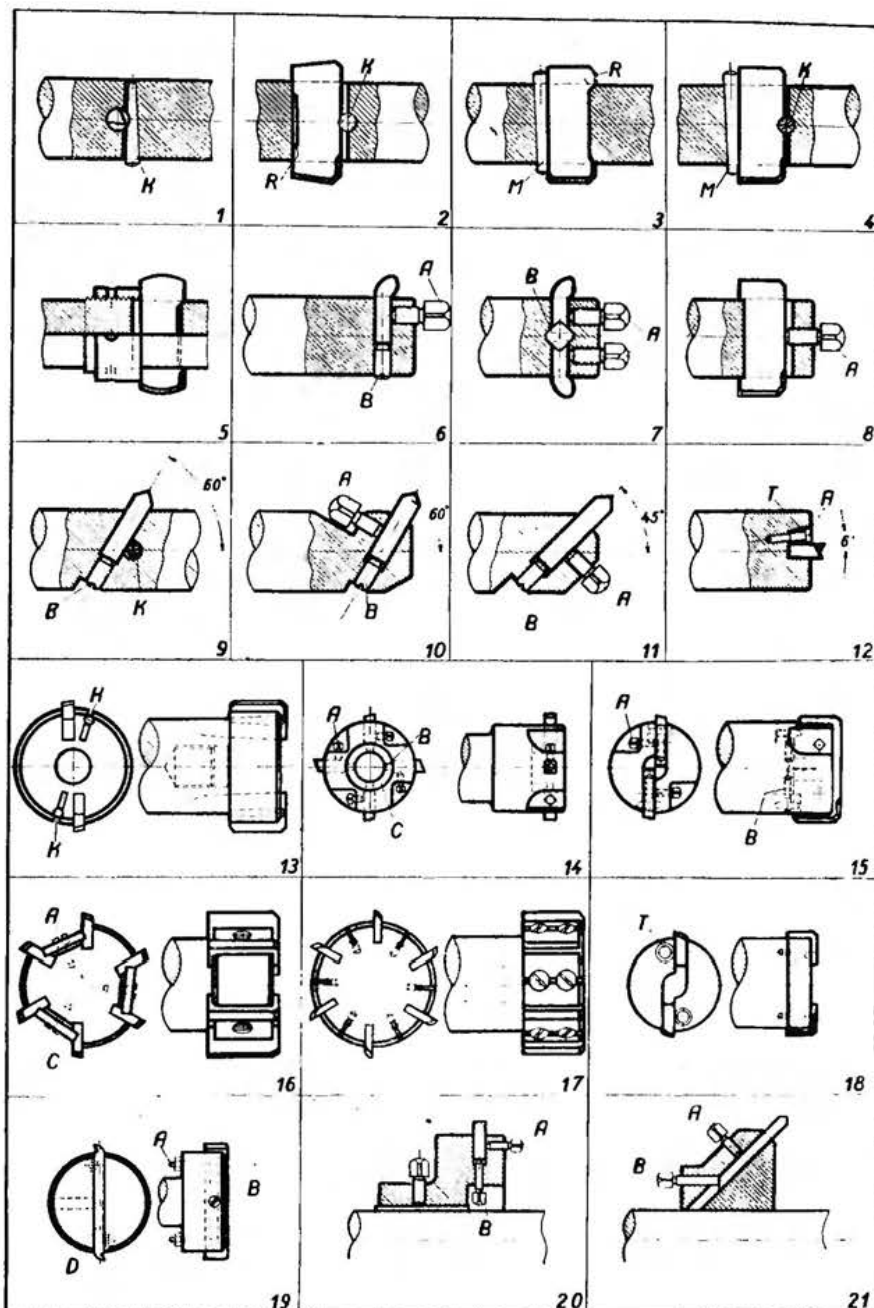
18. Typ wałka wiertniczego dla lekkich robót. Noże trzymane są przy pomocy tulejek *T*, mających płaskie ścięcie nazewnątrz. Oś śruby jest cokolwiek pochylona do płaszczyzny noża, aby zabezpieczyć mocne dociskanie tulejki.

19. Nóż do wiercenia i planowania ustawiany przy pomocy śruby *B* ze stożkowym końcem i mocowany śrubami *A*, których łby wpuszczone są w rowki *D*.

Wymiary w milimetrach				
A	B	C	D	E
20—24	6,5	19,5	5	6,5
25—35	8	19,5	5	6,5
36—60	9,5	19,5	6,5	6,5
61—75	12,5	25	6,5	8
76.....	16	31,5	8	9,5



Wymiary w milimetrach						
D	C	Ø kołka	A	S	T	B
9,5	3	1,5	0,5	1,5	3	2
11	3	2	0,5	1,5	3	2
12,5	3	2,5	0,5	1,5	3	2
14	3	3	1,0	3	4	3
16	4,5	3	1,0	3	4	3
17,5	5	4	1,0	3	5	4
19	5	4	1,0	3	5	4
20,5	6	4	1,0	4	6	5
22	6	4	1,0	4	6	5
24	6	5	1,0	4	6	6
25	6	5	1,0	4	6	6
28,5	8	5,5	1,0	6	8	8
31,5	8	6	1,0	6	8	8
35	9,5	6	1,0	6	8	8
38	9,5	7	1,5	8	9,5	9,5
41	11	8	1,5	8	9,5	9,5
44,5	11	8	1,5	9,5	11	12,5
47,5	12,5	8,5	1,5	9,5	11	12,5
50,5	12,5	9,5	1,5	11	12,5	14
53,5	14	10	1,5	11	12,5	14
57	14	10	1,5	12,5	14	15,5
60	15,5	11	2	12,5	14	15,5
63	15,5	12	2	14	15,5	17
66,5	17	12,5	2	14	15,5	17
69,5	17	12,5	2	15,5	17	19
73	19	13,5	2,5	15,5	19	22
76	19	14	2,5	15,5	19	22



Rys. 100.

Typy wałków wiertniczych według Machinery's Handbook.

nej stali. Łby śrub nastawnych zachodzą w prostokątne wykroje, wycięte na nożach.

16. Główna nożowa dla wykańczaków, posiadająca sześć narzędzi, które są wpuszczone w skośne rowki. Rowki trzymane są przy pomocy śrubek *A* i płytek zaciskowych *C*.

20. Główna nożowa do wytaczania otworów o dużej średnicy. Mocowanie i ustawianie noża widoczne jest z rysunku.

21. Główna nożowa do wytaczania otworów o dużej średnicy. Noże mocowane są śrubami *A* i ustawiane śrubami *B*.

CZĘŚĆ VI.

ZATACZANIE.

1. *Zataczanie* stanowi jedną z odmian toczenia nieokrągłego i ma zastosowanie przeważnie w wyrobie frezów, których osobliwością jest zachowanie zarysu zębów po każdym ich zaszlifowaniu od strony pierśi. Istotą tego zabiegu jest nadanie nożowi tokarki okresowych ruchów wpoprzek łoża w tę i drugą stronę, dzięki którym umożliwia się skrawanie wióra po linii spiralnej $A-A$ (rys. 102), według której ma być zarysowany grzbiet zęba.

W tym celu górna część suportu zaopatrzona jest w skrzynkę przesuwą P , na której mocuje się nóż (rys. 101). Skrzynka ta, zwana skakanką, otrzymuje okresowe posuwy pod naciskiem obracającej się tarczki szablonowej T i cofa się po każdym przejściu noża przez grzbiet zęba, będąc stale odpychaną sprężyną S .

Obroty freza i skoki noża ustosunkowane są w ten sposób, że każdemu pełnemu obrotowi wrzeciona tokarki i osadzonego na nim freza odpowiada tyle obrotów tarczki szablonowej, ile zębów posiada obrabiany frez.

Jeżeli więc zataczamy frez z prostymi rowkami, który posiada Z zębów, to przełożenie φ pomiędzy wałkiem tarczki szablonowej W_7 i wałkiem wrzeciona W_1 wyrazić się musi liczbą:

$$\varphi = Z. \quad (I)$$

W praktyce zataczanie zwykle odbywa się kilkoma przejściami noża przez grzbiety wszystkich zębów. Jeżeli np. zataczamy frez profilowy, to stosujemy nóż, posiadający krawędź tnącą o takim samym zarysie, jaki winien być nadany zębom freza (rys. 101) i nadajemy nożowi oprócz okresowych skoków pewien posuw poprzeczny, który może być odręczny lub też samoczynny. Jeżeli zataczamy długi frez walcowy z prostymi rowkami, to przy takim samym ustosunkowaniu ruchów skakanki, nadajemy suportowi posuw podłużny, puszczając w ruch wałek pociągowy i pełny zabieg odbywamy tak samo, jak przy toczeniu wzdłużnem.

Osobliwość pewną stanowi zataczanie frezów ze śrubowymi rowkami (rys. 103 i 104). Łatwo zauważyć, że po każdym pełnym obrocie freza nóż tokarski, przesuając się wzdłuż łoża i przechodząc ponownie przez te same zęby, musi cokolwiek uprzedzić obroty wrzeciona lub też opóźnić je, gdyż krawędzie zataczanych zębów nie leżą na liniach poziomych. Wielkość uprzedzeń lub opóźnień zależy od skoku linii śrubowej i szybkości posuwu, wobec czego ustosunkowanie ruchów skakanki i obrotów wrzeciona musi być odmienne od tego, które miało miejsce przy zataczaniu frezów z prostymi rowkami.

Jeżeli przez S oznaczymy skok linii śrubowej, według której nacięte są rowki zataczanego freza, a przez δ , wielkość posuwu na jeden obrót wrzeciona, wtedy liczba obrotów freza, jaka jest nie-

zbędna dla przejścia noża ruchem posuwowym przez pełną długość skoku S , wyrazi się wzorem:

$$n = \frac{S}{\delta}$$

W okresie tego przejścia, nóż musi uprzedzić lub opóźnić ruch wrzeciona o jeden pełny obrót, wobec czego stosunek ilości skoków noża do obrotów wrzeciona będzie następujący:

$$\varphi = \left(\frac{Z}{\delta} \pm 1 \right) = Z \left(1 \pm \frac{\delta}{S} \right) \quad (II)$$

2. *Przyrząd do zataczania*. Na rys. 101 pokazany jest typowy mechanizm do zataczania, budowany przez fabrykę J. John w Łodzi w zastosowaniu do tokarki pociągowej (tablica VI).

Wałek tarczki szablonowej W_7 (rys. 101) otrzymuje napęd od wałka wrzeciona W_1 za pośrednictwem czterech przekładni zębatych o stałej liczbie zębów (1) — (2), (3) — (4), (5) — (6) i (15) — (16) oraz jednej lub dwu przekładni zmianowych $Z_1 - Z_2$ i $Z_3 - Z_4$, osadzonych na gitarze. Do mechanizmu napędowego może być włączony zespół, składający się z dwóch stałych przekładni ślimakowych (7) — (8) i (9) — (10), jednej lub dwóch przekładni zmianowych $Z_5 - Z_6$ i $Z_7 - Z_8$ oraz przekładni różnicowej (11) — (12) — (13) i (14). Przytoczony zespół kół zmianowych stosuje się wyłącznie przy zataczaniu frezów z rowkami śrubowymi.

Przełożenie od wałka wrzeciona do wałka głównego W_5 wynosi:

$$\varphi = \frac{(1) \cdot (3) \cdot (5) \cdot Z_1 \cdot Z_3}{(2) \cdot (4) \cdot (6) \cdot Z_2 \cdot Z_4} \quad (III)$$

Gdy koła ślimakowe (7) — (8) i (9) — (10) są wyłączane z napędu, a koło (11) jest unieruchomione, wałek W_6 i W_7 otrzyma taką samą liczbę obrotów, co wałek W_5 i przełożenie wyrazi się tym samym wzorem (III). Uwzględniając wzór (I) oraz liczby zębów przekładni stałych otrzymamy

$$\varphi_1 = \frac{60}{15} \cdot \frac{60}{20} \cdot \frac{15}{30} \cdot \frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{Z_3}{Z_4} = Z,$$

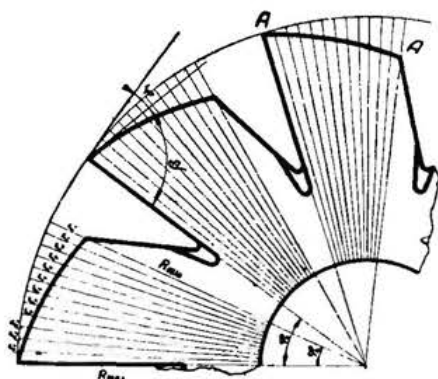
skąd wyliczamy wielkość przełożenia dla kół zmianowych

$$\frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{Z_3}{Z_4} = \frac{Z}{6} \quad (IV)$$

3. *Przekładnia różnicowa*. W skład przekładni różnicowej wchodzi cztery koła stożkowe (11), (12), (13) i (14) oraz przekładnie ślimakowe (7) — (8) i (9) — (10), do których mogą być włączone koła zmianowe Z_5, Z_6, Z_7 i Z_8 .

Cechą charakterystyczną omawianej przekładni różnicowej stanowi możliwość nadania wałkowi W_6 pewnej szybkości odmiennej od tej, jaką posiada

Nadając więc trybowi (11), zapomocą jakichkolwiek zmianowych przekładni, potrzebne liczby obrotów, możemy otrzymać żadaną liczbę obrotów wałka W_6 , wobec danej liczby obrotów wałka W_5 .



Rys. 102. Zęby zafaczane.

Liczba obrotów tarczki szablonowej, przypadająca na jeden obrót wałka wrzeczona stosownie do wzoru (II) winna wynosić:

$$n_w = 2n_b \pm n_f = Z \left(1 + \frac{\delta}{S} \right) = Z + Z \frac{\delta}{S} \quad (\text{VI})$$

Jeżeli dobierzemy

$$2n_b = Z \quad \dots \dots \dots (\text{VII})$$

to na podstawie równania (VI) otrzymamy

$$Z \frac{\delta}{S} = n_f \quad \dots \dots \dots (\text{VIII})$$

Na podstawie równań (VII) i (VIII) otrzymamy przełożenie od wałka W_1 do wałka W_5 w postaci

$$\varphi_2 = \frac{n_f}{n_b} = 2 \frac{\delta}{S} \quad \dots \dots \dots (\text{IX})$$

Wielkość tego przełożenia według rys. 101 wynosi

$$\frac{(7)}{(8)} \cdot \frac{Z_5}{Z_6} \cdot \frac{Z_7}{Z_8} \cdot \frac{(9)}{(10)} = \frac{(2)}{40} \cdot \frac{1}{60} \cdot \frac{Z_5}{Z_6} \cdot \frac{Z_7}{Z_8} \quad \dots \dots \dots (\text{X})$$

Przyrównując do siebie równania (IX) i (X) otrzymamy

$$\frac{2}{2400} \cdot \frac{Z_5}{Z_6} \cdot \frac{Z_7}{Z_8} = 2 \frac{\delta}{S}$$

skąd

$$\frac{Z_5}{Z_6} \cdot \frac{Z_7}{Z_8} = 2400 \frac{\delta}{S} \quad \dots \dots \dots (\text{XI})$$

Jeżeli jedna z danych wielkości δ lub S jest wyrażona w calach, a druga w milimetrach, należy sprowadzić je do jednakowych jednostek, mnożąc liczbę cali przez 25,4.

Przykład 1. Obliczyć przełożenie kół zmianowych oraz liczbę zębów tych kół, dla zatoczenia freza z prostymi rowkami o 14 zębach.

Rozwiązanie. Według wzoru (IV)

$$\frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{Z_3}{Z_4} = \frac{Z}{6} = \frac{14}{6} = \frac{70}{30}$$

Zastosujemy pojedynczą przekładnię osadzając koła: Z_1 o 70 zębach i Z_2 o 30 zębach.

Przykład 2. Obliczyć przełożenie kół zmianowych oraz liczbę zębów tych kół dla zatoczenia freza o 10 zębach ze śrubowymi rowkami. Średnica freza wynosi 100 mm. Kąt podnoszenia linii śrubowej 20° , posuw wynosi 0,14 mm/obr.

Rozwiązanie. Skoki linii śrubowej otrzymamy ze wzoru:

$$S = \pi D \cotg \alpha = \pi \cdot 100 \cdot \cotg 20^\circ = \\ = \pi \cdot 100 \cdot 2,747 = 865 \text{ mm.}$$

Liczba obrotów wałka W_5 według wzoru (VII)

$$n_b = \frac{Z}{2} = 5$$

Przełożenie trybów zmianowych na przekładni do wałka W_5 według wzoru (IV)

$$\frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{Z_3}{Z_4} = \frac{Z:2}{6} = \frac{Z}{12} = \frac{10}{12} = \frac{35 \cdot 103}{60 \cdot 70}$$

Wstawiamy tryby o następujących liczbach zębów:

$$\begin{array}{ll} Z_1 = 35 & Z_3 = 100 \\ Z_2 = 60 & Z_4 = 70 \end{array}$$

Przełożenie trybów zmianowych na gitarze przyrządu różnicowego określimy ze wzoru (XI).

$$\frac{Z_5}{Z_6} \cdot \frac{Z_7}{Z_8} = 2400 \cdot \frac{0,14}{865} = 0,389 = \frac{44 \cdot 90}{127 \cdot 80}$$

Osadzamy na gitarze przyrządu różnicowego koła o następujących ilościach zębów:

$$\begin{array}{ll} Z_5 = 44 & Z_7 = 90 \\ Z_6 = 127 & Z_8 = 80 \end{array}$$

4. Frezy ślimakowe. Frez ślimakowy (rys. 105 i 106) stanowi jedną z odmian frezów modułowych i służy do nacinania rowków na ślimakowych kołach zębatach. Oprócz tego ma zastosowanie w wyrobie zębatach kół czołowych i śrubowych metodą obwiedniową. Wobec tego, cynematyczne ustosunkowanie ruchów ślimaka i współpracującego z nim koła ślimakowego niczem się nie różni od ruchów, jakie są nadawane temuż kołu względem obrabiającego go freza, ten ostatni wobec tego, winien posiadać kształt ślimaka, z jakim obrabiane koło ma współpracować. Średnice podziałowe oraz skoki śrubowych zwojów są identyczne na ślimakach i frezach ślimakowych.

Istnieje jednak pewna różnica, która tkwi w odwrotnem ustosunkowaniu szerokości zębów i wrębów na średnicy podziałowej oraz średnic obwodów wierzchołków i pni, co wynika z warunków przeznaczenia freza ślimakowego, którego zęby nadają kształt wrębom koła, zaś powierzchnia wierzchołków obrabia powierzchnię pni. Oznaczając przez M — moduł i przez D średnicę podziałową, otrzymamy dla ślimaka:

$$\text{średnica obwodu wierzchołków } D_w = D + 2M$$

$$\text{średnica obwodu pni } \dots \dots D_p = D - 2,32M$$

grubość zęba na linii podziałowej . . . $S_z = \frac{19}{40}$
 grubość wrębu na linii podziałowej . . . $S_w = \frac{21}{40}$

Dla freza ślimakowego te same wielkości przedstawiają się w postaci

$$D_w = D + 2,32M (XII)$$

$$D_p = D - 2M$$

$$S_z = \frac{21}{40} \quad \text{i} \quad S_w = \frac{19}{40}$$

Przystępując do obliczenia zasadniczych wymiarów frezów ślimakowych, zwrócimy przedewszystkiem uwagę, że średnica podziałowa D (rys. 106),

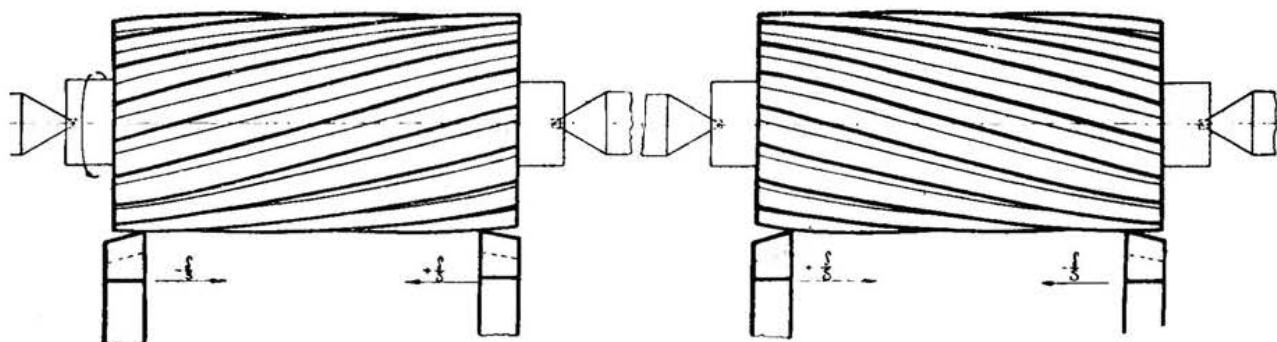
są do siebie zbliżone, czego niedałoby się uskutecznić, stosując rowki proste, lub też pochylone pod innym kątem.

Oznaczając przez α , kąt pochylenia zwojów ślimakowych i przez α_1 , kąt pochylenia rowków, otrzymamy:

$$\alpha_1 = 90 - \alpha$$

5. Zataczanie frezów ślimakowych odbywa się na tych samych zasadach, jakie były przytoczone dla frezów ze śrubowymi rowkami, z tem jednak uzupełnieniem, że wielkości δ , stanowiące posuw na jeden obrót wrzeciona, wynoszą w danym wypadku długość skoku ślimakowego uzwojenia, które określa się wzorem:

$$\delta = \pi D \operatorname{tg} \alpha = \pi M$$



Rys. 103 i 104. Zataczanie frezów z rowkami śrubowymi.

jak również związane z nią średnice obwodu wierzchołków D_w i pni D_p , nie są wielkościami stałymi.

Szlifowanie zębów od strony piersi prowadzi za sobą zmniejszenie średnicy zewnętrznej D_w , co wywołuje zmniejszenie średnicy D i D_p . Granice, w jakich zmieniają się te średnice zależą od głębokości zatoczenia r_n (rys. 102). Przypuszczając, że całkowite zużycie freza następuje wtedy, gdy zęby są zeszlifowane na $\frac{2}{3}$ swej długości, i że głębokość zatoczenia zmniejsza się wspólnie z szerokością zęba, otrzymamy średnicę podziałową D_{min} , przy której frez przestaje być zdolnym do dalszego użytku.

$$D_{min} = D_{max} - 2 \cdot \frac{2}{3} r_n$$

Za podstawę dalszych obliczeń brać będziemy średnią arytmetyczną pomiędzy D_{max} i D_{min} , czyli:

$$D = \frac{D_{max} + D_{min}}{2} = D_{max} - \frac{2}{3} r_n \quad (XIII)$$

Jeżeli zewnętrzna średnica freza nieużywanego wynosi D_w , to na podstawie wzorów (XII) i (XIII) otrzymamy:

$$D = D_w - \frac{2}{3} r_n - 2,32M . . (XIV)$$

Oprócz tego, mając na względzie, że skok linii śrubowej rowków wynosi:

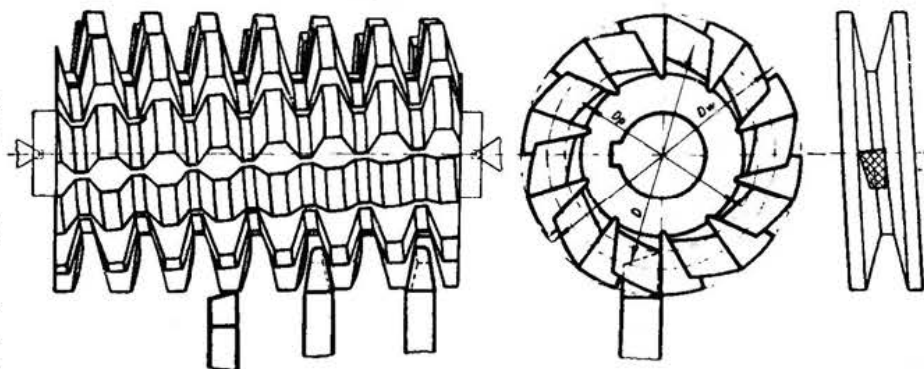
$$S = \pi D \operatorname{tg} \alpha_1 = \pi D \operatorname{tg} \alpha$$

Wzór (II) przyjmie postać:

$$\varphi = Z \left(1 + \frac{\delta}{S} \right) = Z (1 + \operatorname{tg}^2 \alpha) . . (XIV)$$

zaś wzór (XI)

$$\frac{Z_5}{Z_6} \cdot \frac{Z_7}{Z_8} = 2400 \operatorname{tg}^2 \alpha . . . (XV)$$



Rys. 105 i 106. Zataczanie freza ślimakowego.

Frezy ślimakowe posiadają zwykle rowki śrubowe, przyczem nadaje się im kierunek prostopadły do linii ślimakowych zwojów. Kierunek ten daje najdogodniejsze ukształtowanie ostrzy zębów, gdyż wielkości kątów rzeźowych na całej długości ostrza

Na rys. 107 przedstawiona jest graficznie zależność pomiędzy wielkościami D , δ , α_1 i α , w postaci trójkąta prostokątnego, w którym wysokość względem przeciwprostokątnej oznacza rozwiniętą długość obwodu podziałowego, odcinki zaś samej przeciw-

prostokątnej z przyległymi do nich kątami α i α_1 , tworzą długość skoków obydwu linii śrubowych i odpowiadające im kąty podnoszenia.

Przykład. Obliczyć przełożenie kół zmianowych i liczby zębów dla zatoczenia freza ślimakowego o następujących danych:

$$D_w = 90 \text{ mm}, z = 10, M = 6, r_n = 5 \text{ mm}.$$

Rozwiązanie: średnica podziałowa według wzoru (XIV)

$$D = D_w - \frac{2}{3} r_n - 2,32 M = 90 - \frac{2}{3} \cdot 5 - 2,32 \cdot 6 = 73,5 \text{ mm}$$

Kąt podnoszenia zwojów ślimakowych:

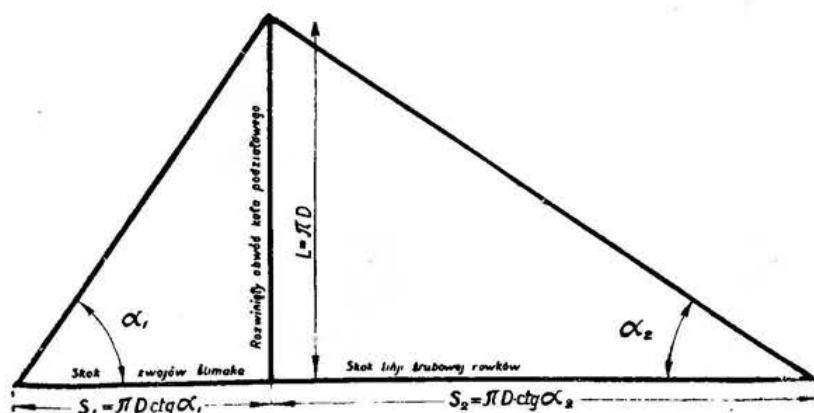
$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\pi \cdot M}{\pi \cdot D} = \frac{6}{73,5} = 0,08163$$

$$\alpha = 4^\circ$$

Przełożenie trybów zmianowych do napędu wałka głównego W_5 zostało określone w przykładzie poprzednim.

Przełożenie trybów zmianowych na przyrządzie różnicowym określmy podług wzoru (XV)

$$\frac{Z_5}{Z_6} \cdot \frac{Z_7}{Z_8} = 2400 \cdot (0,08163)^2 = 14,4 = \frac{102 \cdot 110}{20 \cdot 32}$$



Rys. 107. Wykres zależności między wielkościami D , δ , α_1 i α .

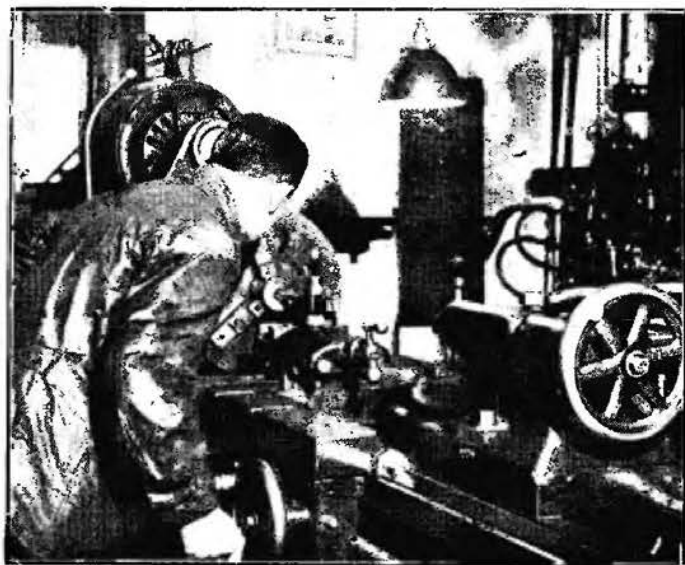
TABLICA 14.

Tablica kół zmianowych dla frezów modułowych do zatarczki T. Akc. J. John w Łodzi.

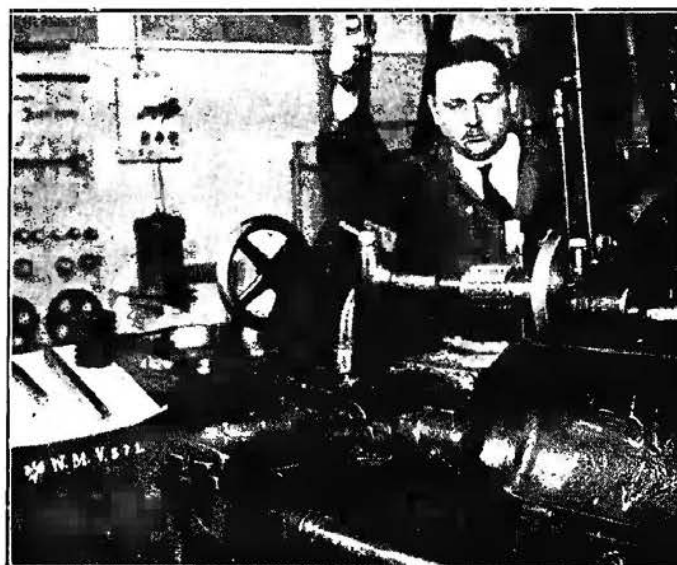
Moduł	Średnica zewnętrzna freza D mm	Kąt uzwojenia ślimakowego α	Otwór	Skok S śrubowych zwojów w calach	Głębokość zatoczenia w mm	Ilość zębów	Przekładnia dla posuwu wzdłużnego $\frac{Z_9 \cdot Z_{11}}{Z_{10} \cdot Z_{12}}$	Przekładnia dla ilości zębów $\frac{Z_1}{Z_2}$	Przekładnia do przyrządu różnicowego $\frac{Z_5 \cdot Z_7}{Z_6 \cdot Z_8}$
$M = 1$ do 35 (korba g rys. 101 na lewo).									
1	43	$1^\circ 30'$	16	180"	3	8	$\frac{25 \cdot 49}{55 \cdot 45}$	$\frac{40}{60}$	$\frac{40 \cdot 37}{23 \cdot 39}$
1,5	47	$2^\circ 10'$	18	134"	3	8	$\frac{65 \cdot 20}{35 \cdot 50}$	$\frac{40}{60}$	$\frac{35 \cdot 95}{40 \cdot 25}$
2	60	$2^\circ 12'$	22	168"	3	10	$\frac{32 \cdot 65}{30 \cdot 70}$	$\frac{50}{60}$	$\frac{90 \cdot 110}{80 \cdot 35}$
2,5	63	$2^\circ 40'$	22	146"	4	9	$\frac{80 \cdot 65}{60 \cdot 70}$	$\frac{30}{40}$	$\frac{44 \cdot 85}{21 \cdot 35}$
3	68	$2^\circ 55'$	22	143"	4	9	$\frac{50 \cdot 107}{45 \cdot 80}$	$\frac{30}{40}$	$\frac{80 \cdot 106}{34 \cdot 40}$
3,5	68	$3^\circ 28'$	22	116"	4	9	$\frac{87 \cdot 67}{70 \cdot 48}$	$\frac{30}{40}$	$\frac{85 \cdot 95}{20 \cdot 40}$
$M =$ ponad 3,5 (korba g rysunek 101 na prawo)									
0	76	$3^\circ 37'$	27	116"	5	8	$\frac{40 \cdot 29}{65 \cdot 108}$	$\frac{30}{45}$	$\frac{80 \cdot 100}{26 \cdot 30}$
4,5	80	4°	27	114"	5	9	$\frac{38 \cdot 37}{108 \cdot 70}$	$\frac{30}{40}$	$\frac{102 \cdot 85}{25 \cdot 33}$
5	80	$4^\circ 32'$	27	98"	5	9	$\frac{67 \cdot 20}{60 \cdot 108}$	$\frac{30}{40}$	$\frac{90 \cdot 130}{22 \cdot 35}$
5,5	85	$4^\circ 43'$	27	100"	5	9	$\frac{43 \cdot 20}{63 \cdot 60}$	$\frac{30}{40}$	$\frac{85 \cdot 105}{25 \cdot 22}$
6	90	$4^\circ 53'$	27	102"	5	10	$\frac{26 \cdot 33}{32 \cdot 108}$	$\frac{50}{60}$	$\frac{102 \cdot 110}{20 \cdot 32}$
7	100	$5^\circ 04'$	32	110"	5	10	$\frac{26 \cdot 23}{43 \cdot 48}$	$\frac{50}{60}$	$\frac{100 \cdot 110}{20 \cdot 29}$
8	110	$5^\circ 03'$	32	110"	7	8	$\frac{80 \cdot 29}{65 \cdot 108}$	$\frac{40}{60}$	$\frac{90 \cdot 127}{21 \cdot 25}$

OBRÓBKA FREZA ŚLIMAKOWEGO

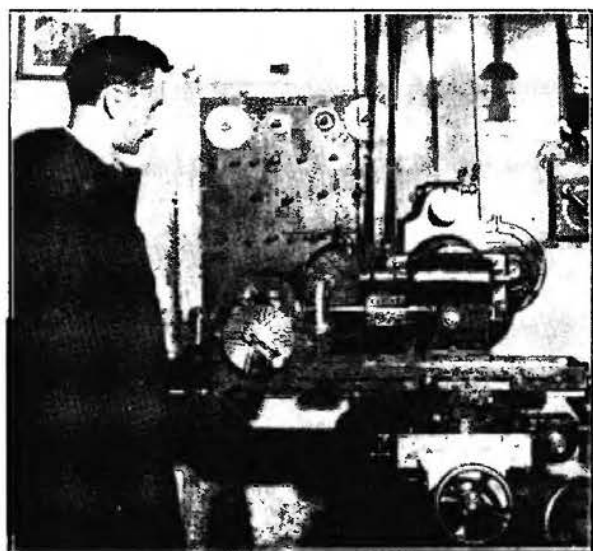
w Państw. Szkole Budowy Maszyn i Elektrotechniki im. H. Wawelberga i S. Rotwanda w Warszawie.



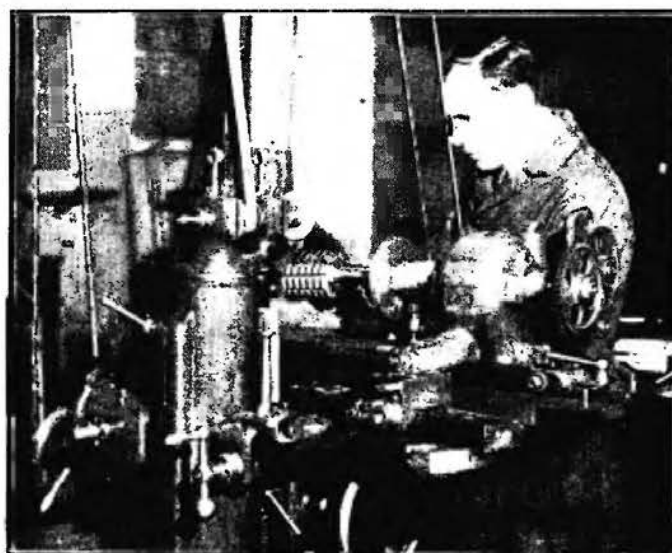
Rys. 108. Obcinanie, wiercenie, wytaczanie i dłutowanie na tokarce.



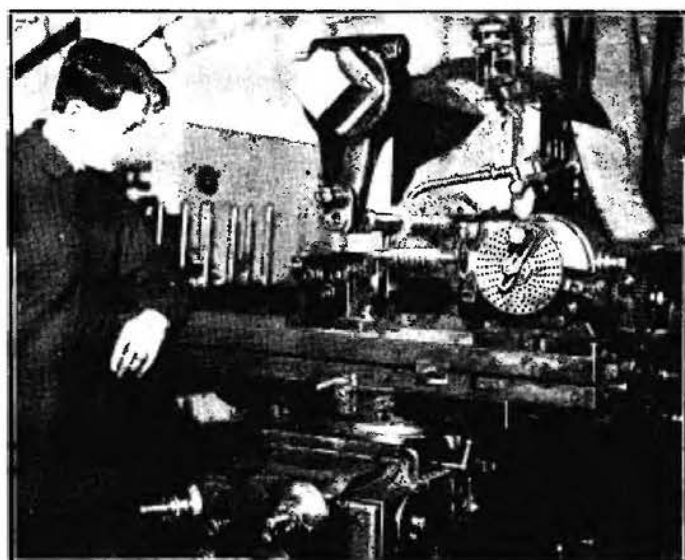
Rys. 111. Zataczanie.



Rys. 109. Gwintowanie na frezarce.



Rys. 112. Szlifowanie.



Rys. 110. Frezowanie rowków śrubowych.



Rys. 113. Badanie twardości za pomocą skleroskopu Shore'a.

Ustawiamy tryby o następujących ilościach zębów:

$$\begin{array}{ll} Z_5 = 102 & Z_7 = 110 \\ Z_6 = 20 & Z_8 = 32 \end{array}$$

Przełożenie kół zmianowych wyniesie:

$$\frac{Z_5}{Z_6} \cdot \frac{Z_7}{Z_8} = \frac{102 \cdot 110}{20 \cdot 32} = 17,53$$

Widzimy, że otrzymane przełożenie trybów zmianowych różni się od żądanego. Określimy jak wpływ ta różnica na wielkość kąta α_1 .

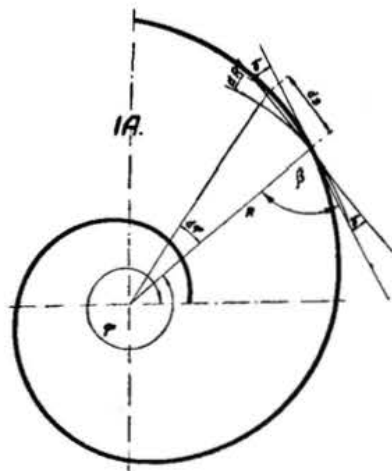
$$2400 \cdot \cotg^2 \alpha_1 = 17,53$$

skąd

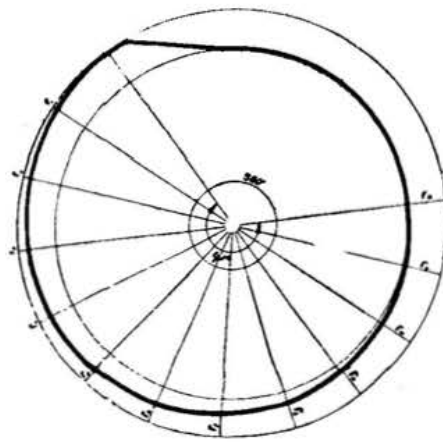
$$\cotg \alpha_1 = 0,08572$$

$$\alpha_1 = 85^\circ 7'$$

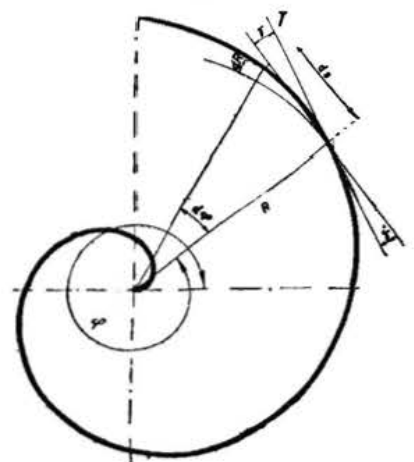
Kąty α i α_1 nie uzupełniają się wzajemnie do 90° , wobec czego kierunek rowków nie jest ściśle prostopadły do linii zwojów freza, odchylenie jednak jest niewielkie, co jest w zupełności dopuszczalne.



Rys. 114. Spirala logarytmiczna.



Rys. 115. Tarczka szablonowa.



Rys. 116. Spirala Archimedesowa.

Obliczenie trybów zmianowych dla podłużnego posuwu suportu nie przedstawia trudności.

Na podstawie rys. 101, na którym pokazany jest napęd od wałka wrzeciona do śruby pociągowej o skoku $\frac{1}{4}$ ", łatwo przekonamy się, że przełożenie trybów zmianowych dla nacinania gwintu o skoku S mm wyniesie:

$$\frac{Z_9}{Z_{10}} \cdot \frac{Z_{11}}{Z_{12}} = \frac{20 \cdot S}{127} \quad \dots \quad (XVI)$$

(gdy korba g obrócona jest w lewo)

$$\frac{Z_9}{Z_{10}} \cdot \frac{Z_{11}}{Z_{12}} = \frac{20 \cdot S}{127 \cdot 12} \quad \dots \quad (XVII)$$

(gdy korba g obrócona jest w prawo)

Pierwszy z tych wzorów stosuje się dla frezów, których moduł nie przekracza 3,5. Dla frezów o modułu ponad 3,5 stosuje się wzór (XVII).

Dla przytoczonego przykładu ($M=6$) przełożenie trybów zmianowych wyniesie

$$\frac{Z_9}{Z_{10}} \cdot \frac{Z_{11}}{Z_{12}} = \frac{20 \cdot 6 \cdot \pi}{127 \cdot 12} = \frac{26 \cdot 33}{32 \cdot 108}$$

Wstawiamy kolejno tryby zmianowe o następujących ilościach zębów:

$$\begin{array}{ll} Z_9 = 26 & Z_{11} = 33 \\ Z_{10} = 32 & Z_{12} = 108 \end{array}$$

6. *Krzywa zataczania*. Z pośród krzywych, według których zataczać należy grzbiety zębów,

pierwsze miejsce zajmuje tak zw. spirala logarytmiczna. W ogólnej formie wyraża się ona wzorem następującym (rys. 114)

$$R = ae^{m\varphi} \quad \dots \quad (XVIII)$$

Cechą charakteryzującą tę krzywą jest stała wielkość kąta β (rys. 102 i 114), zawartego pomiędzy styczną T i promieniem wodzącym R , w każdym jej punkcie. Z natury rzeczy wynika, że kąt γ pomiędzy tą samą styczną i linią M , prostopadłą do promienia wodzącego R , pozostaje również stałym, gdyż kąty β i γ uzupełniają się wzajemnie do 90° . O stałej wielkości tych kątów przekonamy się z następujących rozważań.

Oznaczamy:

dR — przyrost promienia wodzącego w jakimkolwiek punkcie spirali,

ds — przyrost długości łuku w tym samym punkcie,

$d\varphi$ — przyrost kąta centralnego — otrzymamy

$$\tg \gamma = \frac{dR}{ds}$$

Wiadomo, że

$$ds = R d\varphi$$

Różniczkując równanie (XVIII), otrzymamy:

$$dR = ame^{m\varphi} d\varphi$$

skąd

$$\tg \gamma = \frac{ame^{m\varphi} d\varphi}{ae^{m\varphi} d\varphi} = m$$

Widzimy więc, że $\tg \gamma$, a więc i kąt γ wyrażają się liczbą stałą.

Zęby zataczane według spirali logarytmicznej zachowują stałą wielkość kątów odsadzenia γ i kątów rzeźowych β po każdym ich zaszlifowaniu od strony piersi (rys. 102), w kierunku promienia wodzącego, co stanowi ich zaletę, gdyż wpływa dodatnio na równomierność obciążenia zębów.

Wracając do rys. 102 widzimy, że największemu promieniowi wodzącemu R_{max} odpowiada centralny kąt $\varphi=0$. Wstawiając w równanie (XVIII) $R=R_{max}$ i $\varphi=0$ otrzymamy

$$R_{max} = a$$

Stąd wynika, że wchodzący w równanie (XVIII) stały współczynnik a stanowi w naszym wypadku

połowę zewnętrżnej średnicy freza. Mając na względzie, że wzrastającym kątom φ odpowiadają zmniejszające się promienie R i wyrażając kąt φ w stopniach, otrzymamy równanie (XVIII) w zastosowaniu do linii grzbietów zęba w postaci następującej:

$$R = R_{max} e^{-m\varphi \frac{\pi}{180}} \quad \dots \quad (XIX)$$

7. *Głębokością zataczania* (r_n) nazywamy różnicę pomiędzy długością promieni wodzących, odpowiadających krańcowym punktom krzywej zataczania (rys. 102)

$$r_n = R_{max} - R_{min}$$

Aby wyliczyć głębokość zataczania, znajdujemy R_{min} na podstawie równania (XIX).

Przykład. Średnica freza D_w wynosi 90 mm liczba zębów $Z = 10$. Zęby zajmują na obwodzie (rys. 102) $\frac{2}{3}$ podziałki, zaś wręby $\frac{1}{3}$, kąt odsadzenia wynosi $15^\circ 42'$. Wyliczyć głębokość zatoczenia.

Rozwiązanie.

$$R_{max} = \frac{D_w}{2} = 45 \text{ mm}$$

Centralny kąt podziałki

$$\frac{360^\circ}{Z} = \frac{360^\circ}{10} = 36^\circ$$

Centralny kąt pomiędzy R_{max} i R_{min}

$$36^\circ \cdot \frac{2}{3} = 24^\circ$$

Oprócz tego mamy

$$m = \operatorname{tg} \gamma = \operatorname{tg} 15^\circ 42' = 0,2811$$

Wstawiając w równanie (XIX) wielkości m , φ_n i R_{max} otrzymamy:

$$R_{min} = 45 e^{-0,2811 \cdot 24 \frac{\pi}{180}}$$

skąd

$$\lg \operatorname{nat} R_{min} = \lg \operatorname{nat} 45 - 0,2811 \frac{24 \cdot \pi}{180} =$$

$$= 1,65321 - 0,051132 = 1,60207$$

$$R_{min} = 40 \text{ mm}$$

$$r = R_{max} - R_{min} = 45 - 40 = 5 \text{ mm.}$$

8. *Profilowanie tarczki szablonowych.* Profil tarczki szablonowej winien być zarysowany tak, by prowadzony przez nią nóż zdejmował na grzbiecie zęba wiór po spirali logarytmicznej. W tym celu promienie obwodu tarczki winny wzrastać w takich samych wielkościach $r_1, r_2, r_3, \dots, r_n$ (rys. 115), w jakich zmniejsza się promień zęba freza (rys. 102) od początkowego, do końcowego punktu linii grzbietu.

Pełny obrót tarczki daje jeden skok noża, przyczem tylko pewna część (ψ) jej obwodu prowadzi nóż ruchem roboczym; tę część obwodu nazwiemy roboczą. Centralne kąty odpowiadające pełnemu obrotowi tarczki (360°) i roboczej jego części ψ (rys. 115) tak się mają do siebie, jak pełny kąt podziałki φ_n do kąta zawartego między skrajnymi promieniami zęba φ_n (rys. 102) czyli $360 : \psi = \varphi_n : \varphi_n$.

Aby zarysować profil roboczej części obwodu tarczki, dzielimy kąt (rys. 102) na pewną liczbę jed-

nakowych części i obliczamy wielkości spadków r_1, r_2, r_3 i t. d. promienia R dla każdej podziałki, odpowiadającej kątom $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ i t. d., posługując się wzorem (XIX). Podzielimy następnie centralny kąt ψ roboczej części obwodu tarczki na taką samą liczbę części i odkładamy w odpowiednich podziałkach na przedłużeniu promienia wielkości r_1, r_2, r_3 i t. d. (rys. 115), przyczem zasadnicza średnica tarczki D_t może być wybrana dowolnie. Łącząc znalezione punkty krzywą linią, otrzymamy roboczy profil obwodu.

Przykład. Zarysować profil roboczej części tarczki szablonowej dla freza o średnicy zewnętrznej $D_w = 90 \text{ mm}$ i o 10 zębach. Centralny kąt zęba wynosi $\frac{2}{3}$ podziałki. Tangens kąta odsadzenia γ wynosi 0,281188.

Rozwiązanie.

Centralny kąt pomiędzy R_{max} i R_{min}

$$\varphi_n = 36^\circ \cdot \frac{2}{3} = 24^\circ$$

Centralny kąt roboczej części obwodu tarczki

$$\varphi_z = 360 \cdot \frac{2}{3} = 240^\circ$$

Kąt φ_n dzielimy na 12 równych części i obliczamy wielkości $R_1, R_2, \dots, R$, logarytmując równanie (XIX).

$$\lg \operatorname{nat} R = \lg \operatorname{nat} 45 = 0,281188 \frac{\varphi \pi}{180}$$

Wstawiając kolejno zamiast φ wielkości

$$\varphi_1 = 2^\circ, \varphi_2 = 4^\circ, \varphi_3 = 6^\circ, \dots, \varphi_{12} = 24^\circ,$$

obliczamy wielkości R i r dla każdej podziałki:

TABLICA 15.

Centralne kąty	Promienie R_n	Głębokości zataczania
$\varphi_1 = 2^\circ$	$R_1 = 44,56$	$r_1 = 0,44$
$\varphi_2 = 4^\circ$	$R_2 = 44,13$	$r_2 = 0,87$
$\varphi_3 = 6^\circ$	$R_3 = 43,69$	$r_3 = 1,31$
$\varphi_4 = 8^\circ$	$R_4 = 43,27$	$r_4 = 1,73$
$\varphi_5 = 10^\circ$	$R_5 = 42,85$	$r_5 = 2,15$
$\varphi_6 = 12^\circ$	$R_6 = 42,43$	$r_6 = 2,57$
$\varphi_7 = 14^\circ$	$R_7 = 42,01$	$r_7 = 2,99$
$\varphi_8 = 16^\circ$	$R_8 = 41,60$	$r_8 = 3,40$
$\varphi_9 = 18^\circ$	$R_9 = 41,20$	$r_9 = 3,80$
$\varphi_{10} = 20^\circ$	$R_{10} = 40,80$	$r_{10} = 4,20$
$\varphi_{11} = 22^\circ$	$R_{11} = 40,40$	$r_{11} = 4,60$
$\varphi_{12} = 24^\circ$	$R_{12} = 40,00$	$r_{12} = 5,00$

9. *Spirala Archimedes.* Z przytoczonego przykładu widzimy, że nadanie tarczce dokładnego profilu wg. spirali logarytmicznej jest możliwe tylko

zapomocą ręcznego opilowania lub docierania, wobec czego jest kłopotliwe i wymaga ponadto długich i znużających obliczeń. O wiele prostsze jest zarysowanie tarczki wg. spirali Archimedes (rys. 116), które może być dokonane drogą zwykłego frezowania*).

Krzywa ta w ogólnej formie wyraża się wzorem:

$$R = a\varphi, \quad (XX)$$

w którym wielkość a oznacza skok spirali, czyli różnicę pomiędzy promieniami wodzącymi, jaka przypada na jeden pełny zwój linii. W spiralach Archimedes długość promieni wodzących jest proporcjonalna do wielkości odpowiadających im kątów centralnych. Chcąc więc zarysować roboczą część naszej tarczki według spirali Archimedes i mając dwa skrajne jej promienie R_n i R_t (rys. 115), obliczymy wielkość skoku a na podstawie stosunku

$$\frac{R_n - R_t}{\varphi} = \frac{a}{360^\circ}$$

skąd

$$a = (R_n - R_t) \frac{360}{\varphi}$$

Mając skok a , obliczyć możemy przełożenie trybów, jakie jest niezbędne dla nadania tarczce odpowiedniego zarysu drogą frezowania. Kąt odsadzenia (rys. 116), zawarty pomiędzy styczną w jakimkolwiek punkcie spirali Archimedes i linią prostą padłą do promienia wodzącego w tym samym punkcie, nie jest wielkością stałą.

Mając na względzie, że

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{dR}{ds}$$

Oprócz tego $ds = R d\varphi$ i różniczkując równanie (XX), otrzymamy

$$\frac{dR}{d\varphi} = a$$

skąd

$$dR = a d\varphi = \frac{R}{\varphi} d\varphi$$

Wobec czego

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{R d\varphi}{\varphi R d\varphi} = \frac{1}{\varphi} \quad \dots \quad (XXI)$$

Widzimy więc, że $\operatorname{tg} \gamma$ zależny jest od zmiennej wielkości kąta φ .

Zęby, zataczane według spirali Archimedes, nie będą posiadały jednakowych kątów rzeźwowych po każdym ich zaszlifowaniu.

Aby porównać, jak się będzie zmieniała wielkość kąta γ dla grzbietu zęba zarysowanego według spirali Archimedes w dwóch skrajnych jego punktach, określimy centralne kąty w zębach, odpowiadające promieniom $R_{\max} = 45$ i $R_{\min} = 40$ mm, przypuszczając, że kąt między temi promieniami wynosi 24° (jak w przykładzie poprzednim).

$$R_{\max} = a(\varphi + 24^\circ) \frac{\pi}{180} = 45$$

$$R_{\min} = a\varphi_0 - \frac{\pi}{180} = 40$$

Z tych dwóch równań określamy kąty:

$$\varphi_1 = (\varphi_0 + 24^\circ) \frac{\pi}{180} = \frac{6}{5} \pi$$

$$\varphi_2 = \varphi_0 \frac{\pi}{180} = \frac{16}{15} \pi$$

Wstawiając w równanie (XXI) zamiast φ kolejno φ_1 i φ_2 otrzymamy

$$\operatorname{tg} \gamma_1 = \frac{1}{\varphi_1} = \frac{5}{6\pi} = 0,26525$$

$$\operatorname{tg} \gamma_2 = \frac{1}{\varphi_2} = \frac{15}{16\pi} = 0,298418$$

$$\gamma_1 = 14^\circ 51'; \quad \gamma_2 = 16^\circ 7'$$

Największy i najmniejszy kąt γ różnią się $1^\circ 16'$. Różnica ta niewiele wpływa na pracę zębów, wobec czego spirala Archimedes może być stosowana dla celów zataczania.

10. *Noże do zataczania.* Do zataczania używa się przeważnie takich samych noży, jakie są stosowane do zwykłego toczenia. Cechuje je jednak znacznie większy kąt odsadzenia γ_1 . Kąt ten zapobiega tarcii czołowej, lub bocznej powierzchni noża o powierzchnię obrabianą i bywa tem większy, im większe posuwy robocze posiada nóż. Miarą tego kąta jest wielkość kąta, zawartego pomiędzy stycznymi do krzywej zataczania i promienia wodzącego.

Z natury rzeczy wynika, że kąt odsadzenia noża powinien przewyższać kąt γ_n , gdyż nóż otrzymuje obok skoków, normalny posuw podłużny.

Zataczanie frezów profilowych z prostemi rowkami, odbywa się zapomocą noży kształtowych. Obrabianym krążkom nadaje się uprzednio przybliżony kształt drogą zwykłego toczenia, a następnie po nafrezowaniu rowków, zatacza się zęby przy pomocy noża, którego krawędź tnąca posiada kształt odpowiadający zarysowi zęba. Najtrudniejszym zabiegiem jest nadanie krawędzi noża odpowiedniego zarysu. Szlifowanie tych noży odbywa się od strony piersi, by nie wypaczać raz nadanego mu kształtu.

Profilowe noże do zataczania nie posiadają kąta natarcia, gdyż zataczanie wymaga, by zarys krawędzi w roboczym położeniu mieścił się w płaszczyźnie, przechodzącej przez oś obracania zataczanego przedmiotu. Kąt skrawania przeniesie w tym wypadku 90° , co ujemnie wpływa na ekonomiczność obróbki, wpływ ten nie jest zbyt szkodliwy z uwagi na to, że dzięki dużemu kątowi odsadzenia, nóż musi być dość ostry.

Do zataczania frezów ślimakowych używa się takich samych noży, jakie są stosowane do nacinania gwintów trapezowych, z tem jednak uzupełnieniem, że kąty odsadzenia muszą być większe, a wielkość ich musi być obliczona dla każdego wypadku.

Przebieg pracy można podzielić na trzy operacje: zataczanie powierzchni zewnętrznej oraz dwóch boków, przy użyciu osobnych noży dla każdej czynności (rys. 105 i 106).

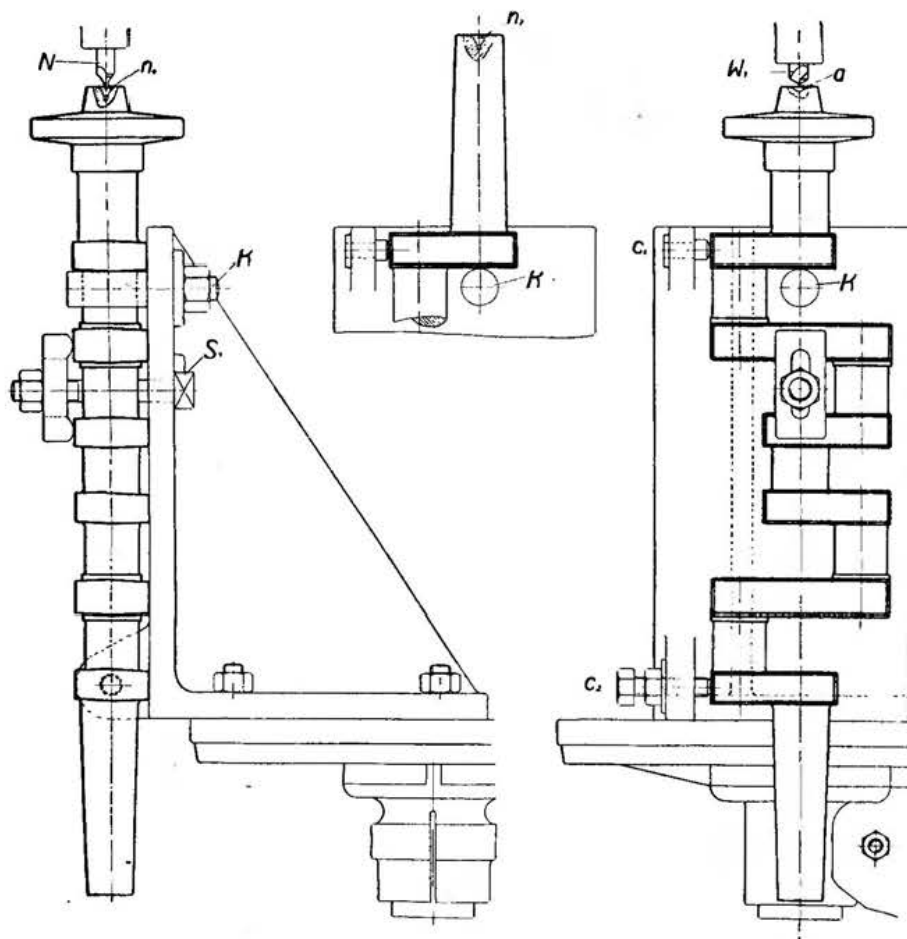
*) Patrz „Frezarka uniwersalna i praca na niej” — inż. E. M. Pietraszkiewicz — str. 23 — *Frezowanie kutek spiralnych*.

OBRÓBKA WAŁU KORBOWEGO.

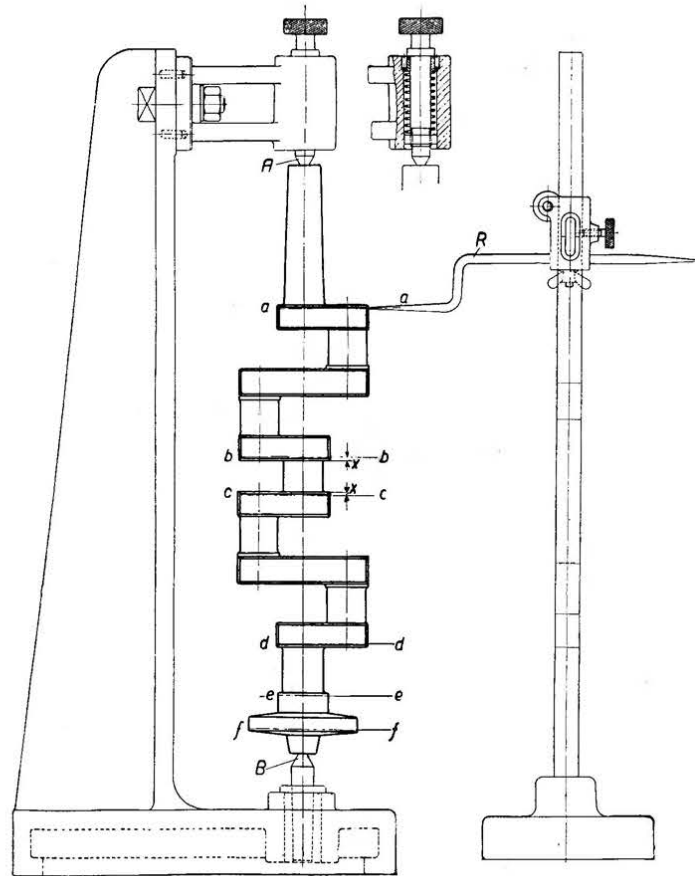
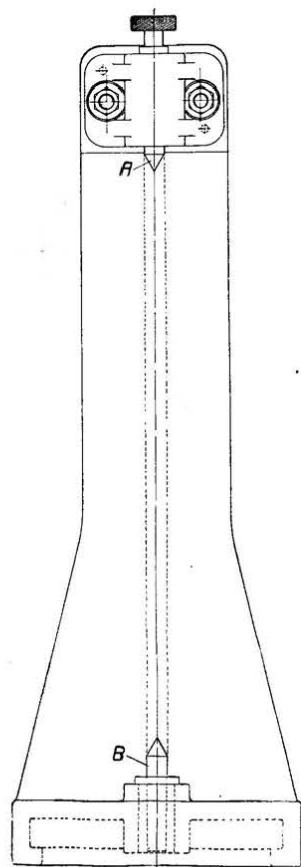
(FABRYKA SAMOCHODÓW „URSUS” W CZECHOWICACH).

OPERACJA I

Kiełkowanie.



1. Zawiesić wał na kołku K , docisnąć do kołków nastawczych C_1 i C_2 i zamocować śrubą S_1 .
2. Nawiercić a krótkim wiertłem W_1 ; nawiercić nakiełek n_1 nawiertakiem N .
3. Zluzować śrubę S_1 , wyjąć wał i zamocować jak poprzednio.
4. Nawiercić nakiełek n_2 jak poprzednio.



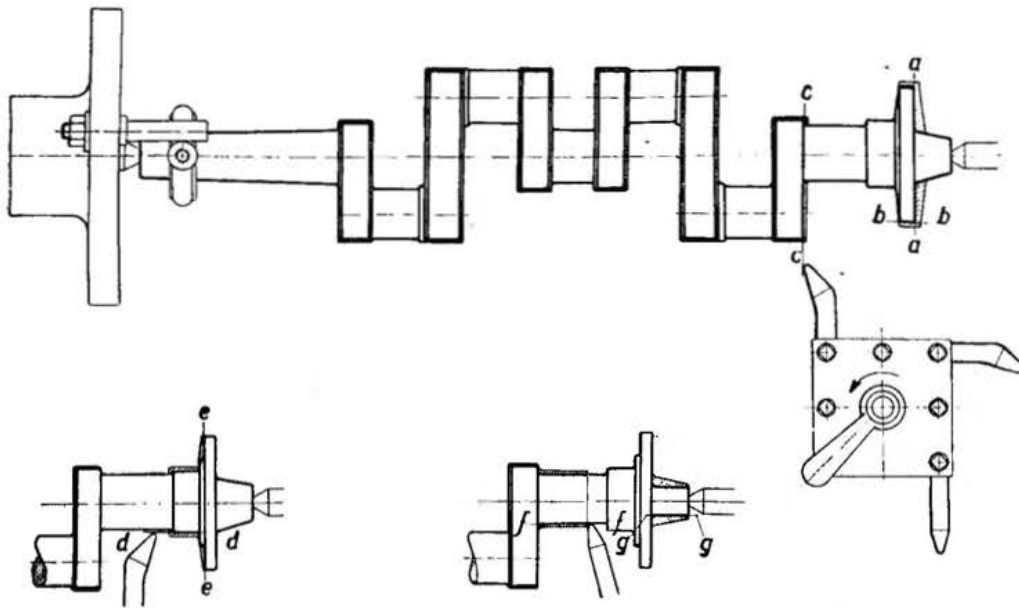
1. Zamocować
wał w kłach *A*
i *B*.

2. Rysik *R* usta-
wić tak, by gru-
bości warstw
zbieranych *x*,
były jednako-
we.

3. Znaczyć kolej-
no na jednej
stronie korb:
a — *a*, *b* — *b*,
c — *c*, *d* — *d*,
e — *e*, *f* — *f*.

OPERACJA III.

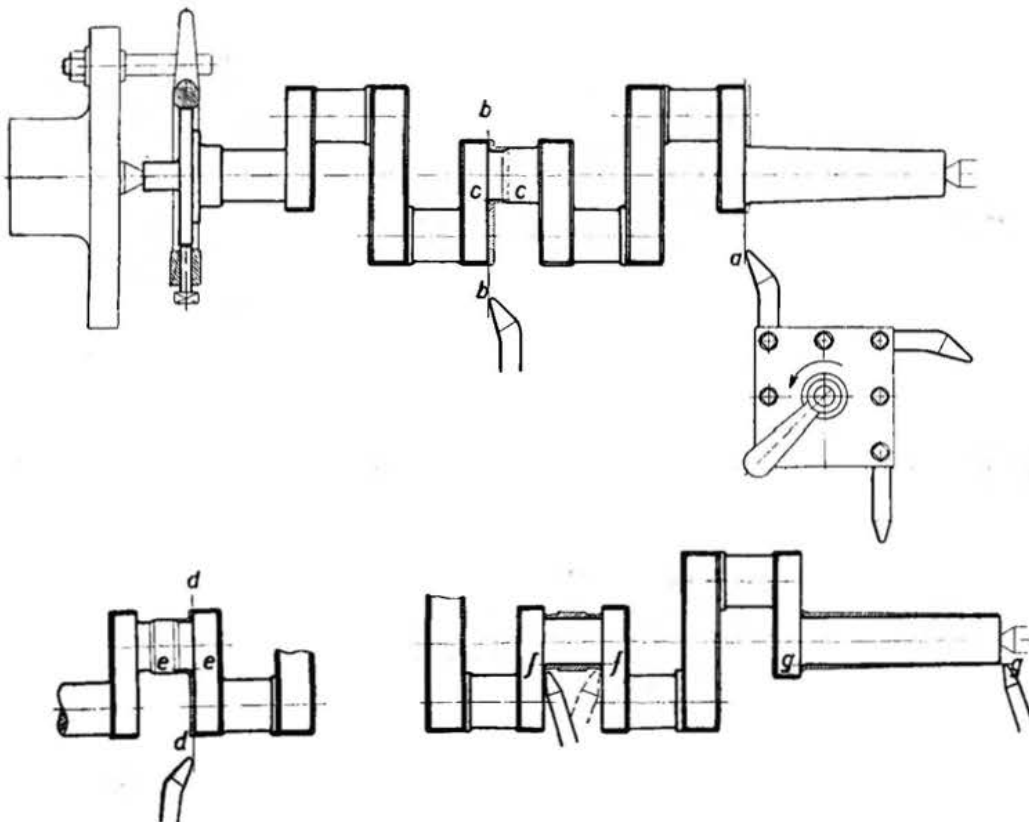
Zdzieranie tylnego końca wału.



1. Założyć wał na kły tokarki.
2. Splanować tylną powierzchnię kryzy $a-a$.
3. Obtoczyć obwód kryzy $b-b$.
4. Splanować bok ramienia $c-c$.
5. Pokręcić imak nożowy.
6. Stoczyć odsadzenie czopa tylnego $d-d$.
7. Splanować drugą powierzchnię kryzy $e-e$.
8. Pokręcić imak nożowy.
9. Stoczyć czop tylny $f-f$.
10. Stoczyć czop końcowy $g-g$.

OPERACJA IV.

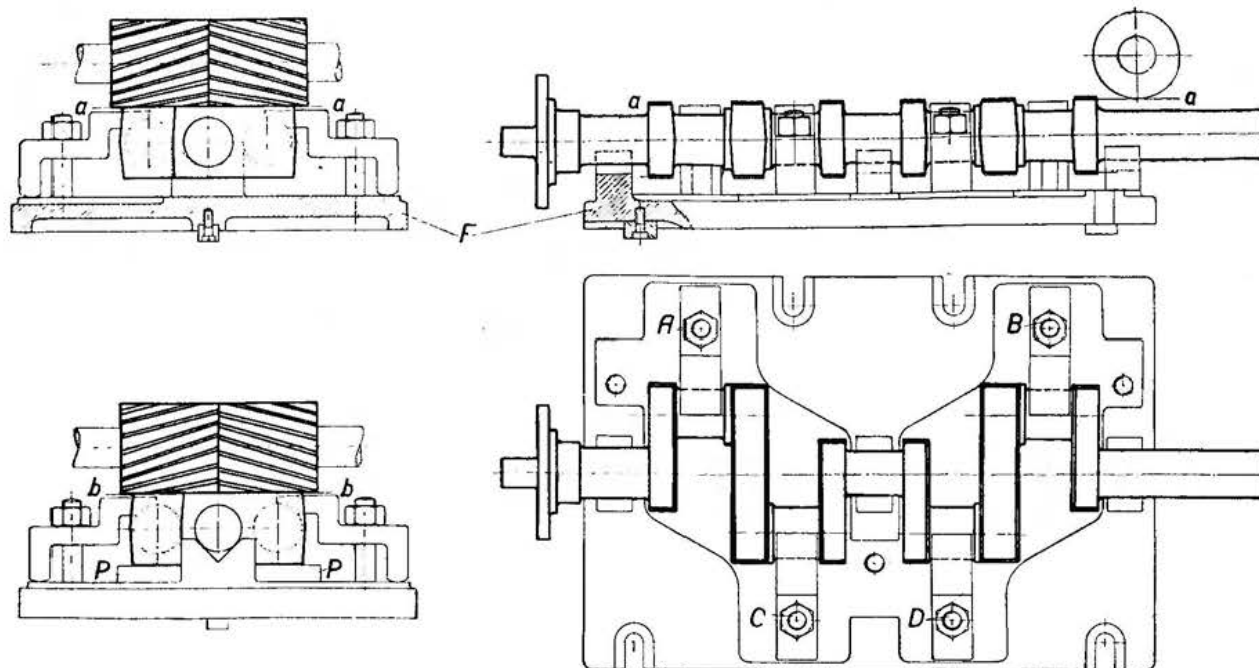
Zdzieranie środkowego i przedniego czopa oraz boków ramion.



1. Założyć wał na kły tokarki.
2. Splanować bok ramienia $a-a$.
3. Splanować bok ramienia $b-b$ i podciąć czop $c-c$.
4. Pokręcić imak nożowy.
5. Splanować bok ramienia $d-d$ i podciąć czop $e-e$.
6. Pokręcić imak nożowy.
7. Toczyć $f-f$.
8. Toczyć $g-g$.

OPERACJA V.

Frezowanie ramion.

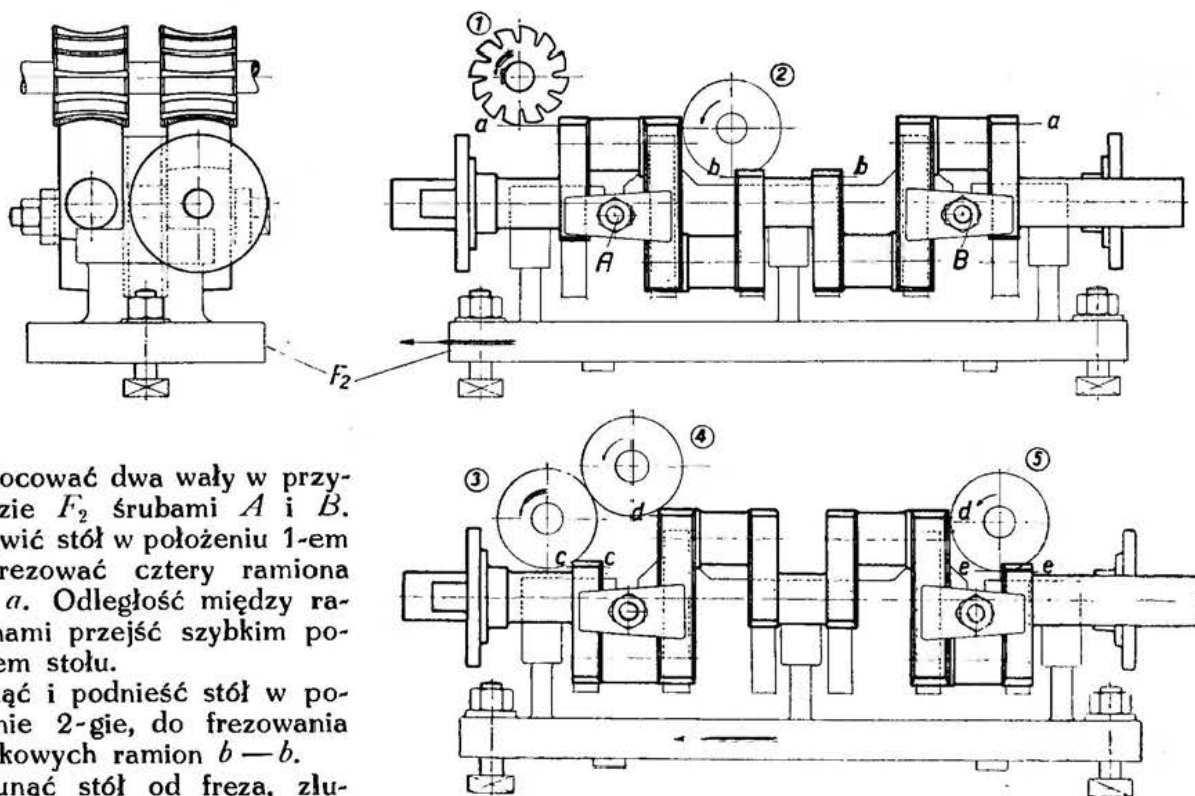


1. Założyć wał w przyrządzie F czopami na pryzmach.
2. Równoległość powierzchni $a-a$ do stołu frezarki sprawdzić rysikiem.
3. Dociągnąć śruby A, B, C i D .
4. Sfrezować jedną stronę ramion $a-a$.
5. Złuzować śruby A i B , poczem wyjąć wał.

6. Założyć na przyrząd dwie płytki P .
7. Założyć wał w przyrządzie, by przylegał obrabianą powierzchnią do płytek P .
8. Zamocować wał śrubami A, B, C i D .
9. Sfrezować drugą stronę ramion $b-b$.
10. Złuzować śruby i zdjąć wał.

OPERACJA VI.

Frezowanie ramion.

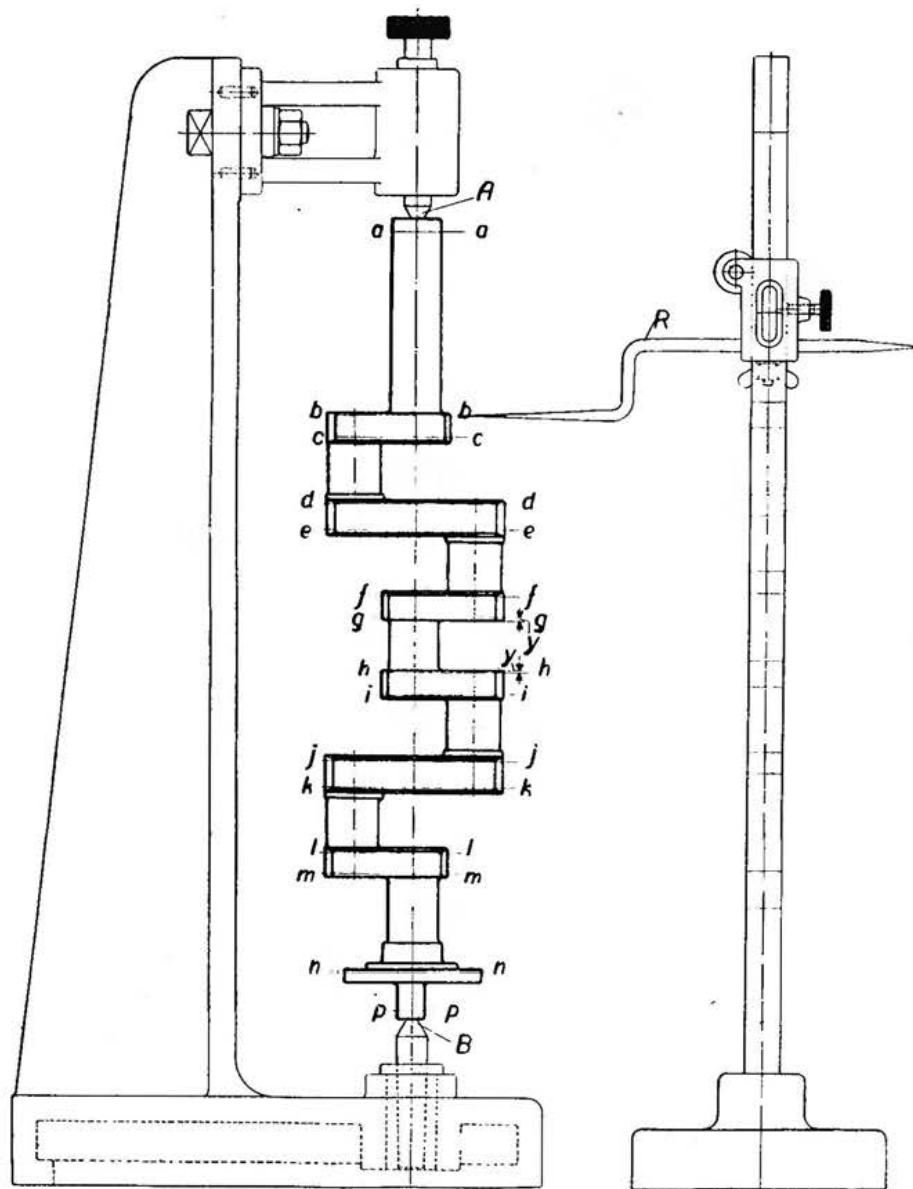


1. Zamocować dwa wały w przyrządzie F_2 śrubami A i B .
2. Ustawić stół w położeniu 1-em i sfrezować cztery ramiona $a-a$. Odległość między ramionami przejść szybkim posuwem stołu.
3. Cofnąć i podnieść stół w położeniu 2-gie, do frezowania środkowych ramion $b-b$.
4. Odsunąć stół od freza, złuzować śruby A i B , obrócić wał i zamocować go do frezowania płaszczyzn $c-c, d-d, e-e$.
5. Ustawić stół w położeniu 3-em i frezować $c-c$.

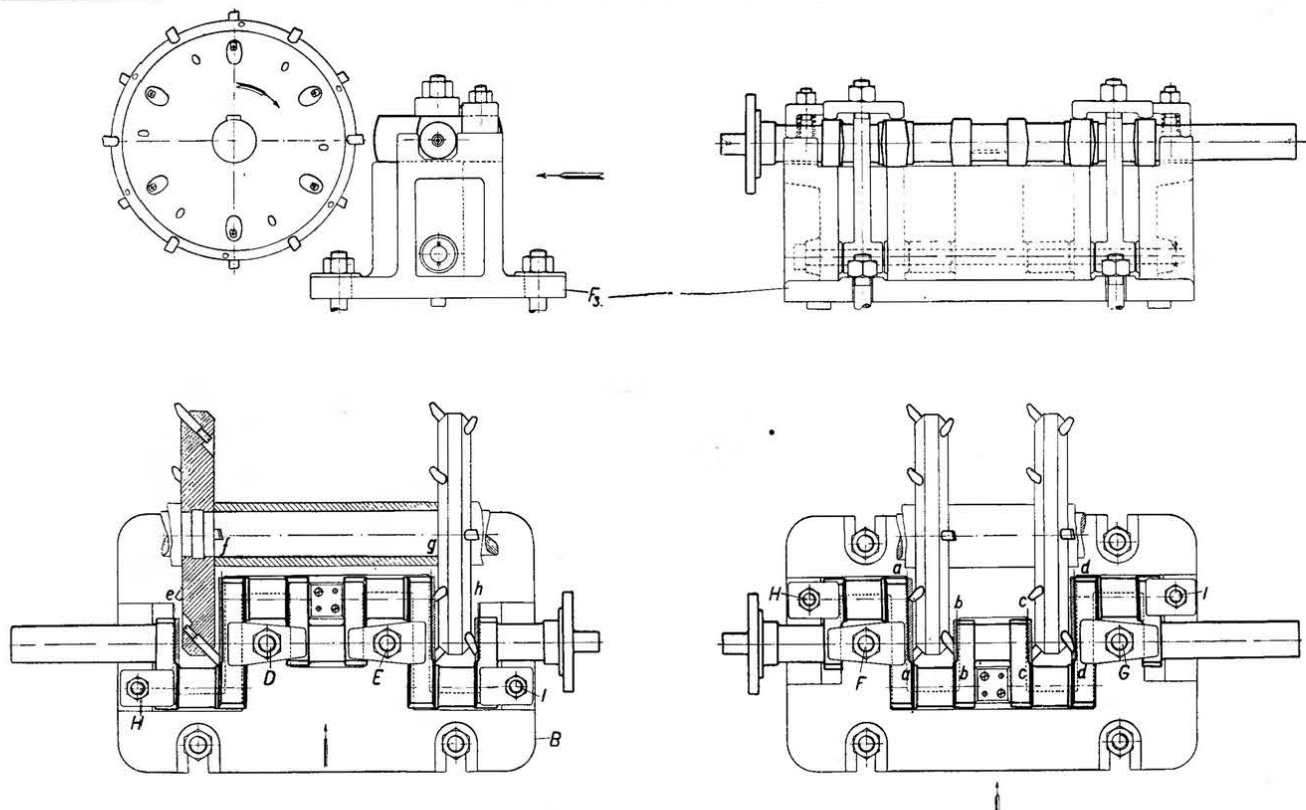
6. Opuścić stół i ustawić w położeniu 4-em do frezowania $d-d$.
7. Podnieść stół i ustawić go w położeniu 5-em do frezowania $e-e$.

OPERACJA VII.

Obrysować ramiona i końce wału na gotowo.



1. Zamocować wał w kłach *A* i *B*.
2. Rysik *R* ustawić tak, by grubości warstw zbieranych dla *g—g* i *h—h* były równe.
3. Znaczyć kolejno na pełnym obrocie wału:
a—a, *b—b*, *c—c*, *d—d*, *e—e*, *f—f*,
g—g, *h—h*, *i—i*, *j—j*, *k—k*, *l—l*,
m—m, *n—n*, *p—p*.



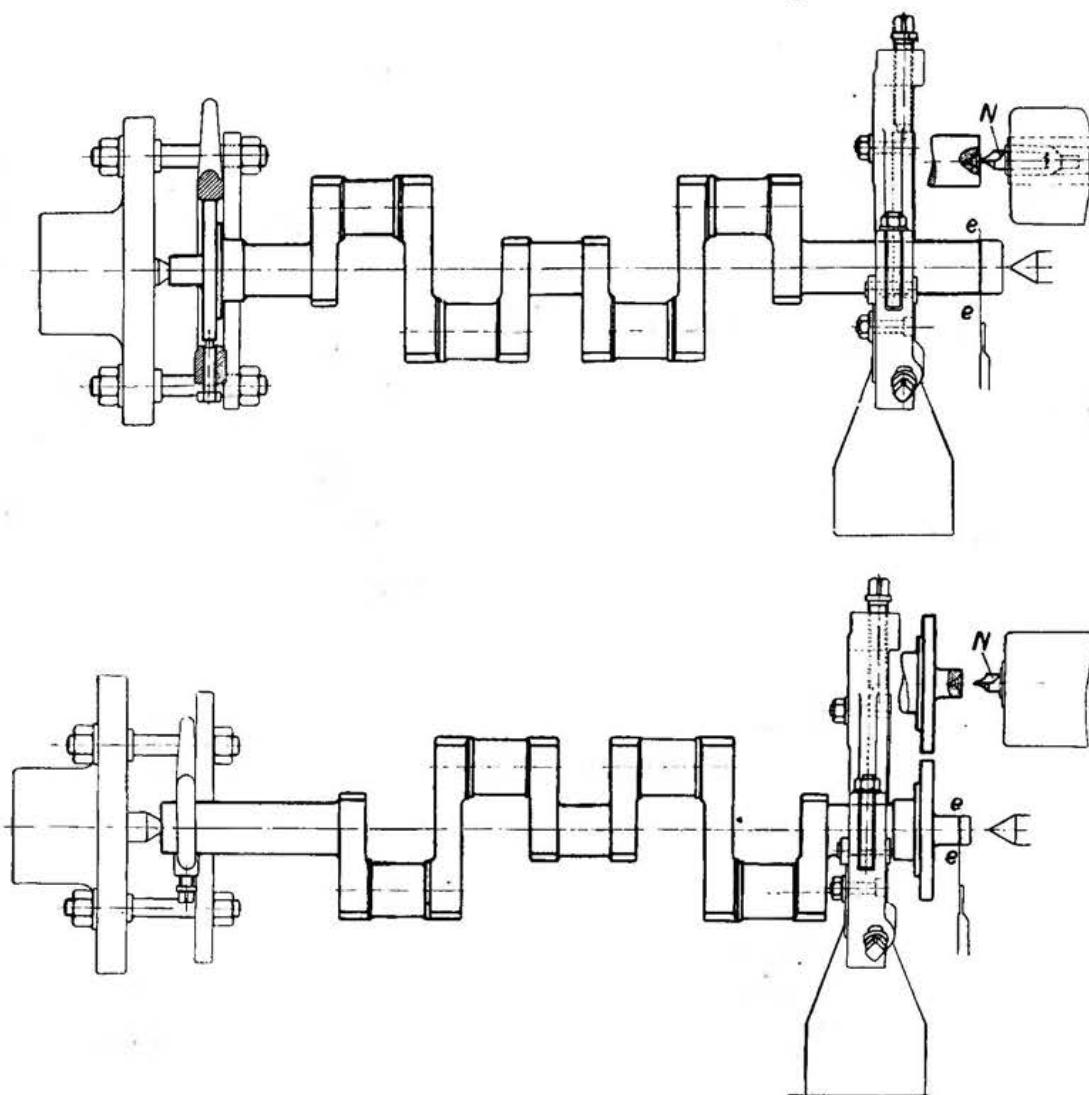
1. Zamocować w przyrządzie F_3 , śrubami D, E, H, I .
2. Frezować płaszczyzny $a-b-c-d$ całej serii wałów.

3. Zluzować śruby, zdjąć wał i cofnąć stół do położenia początkowego.

4. Zamocować wał w przyrządzie F_3 , śrubami F, G, H, I .
5. Frezować płaszczyzny $e-f-g-h$.

OPERACJA IX.

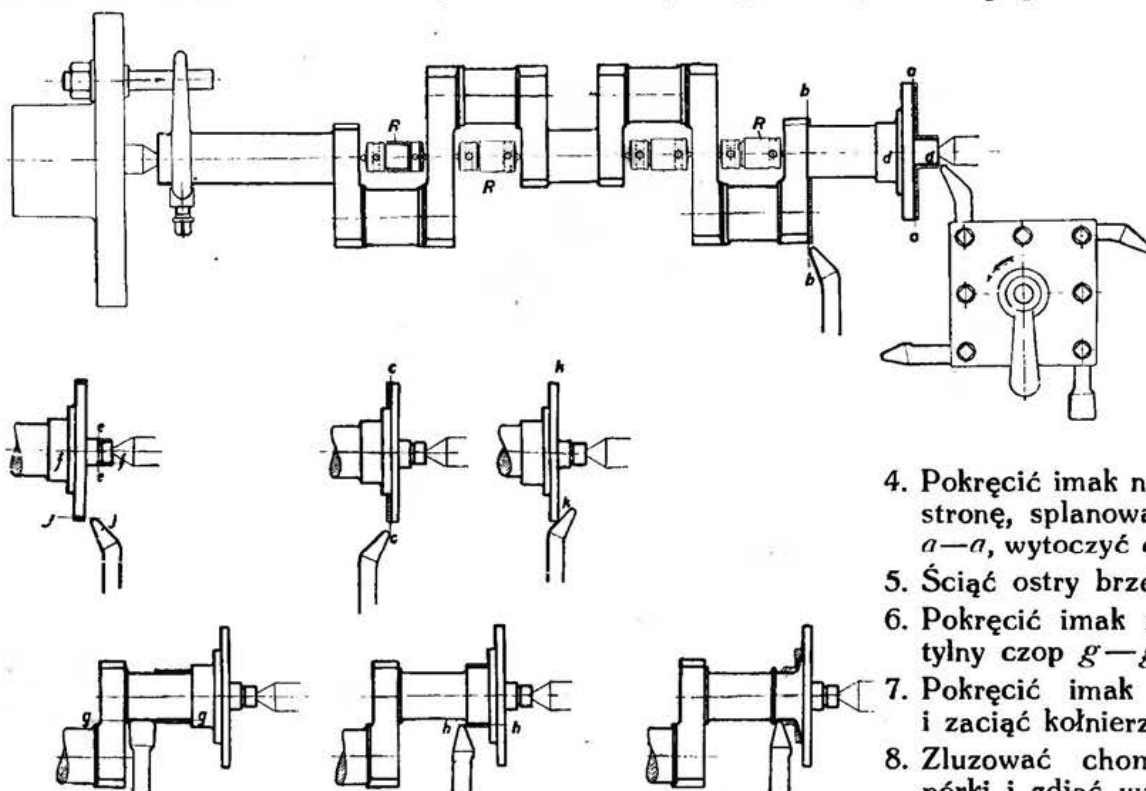
Obcinanie końców wału i powtórne kielkowanie.



1. Założyć wał na kły tokarki i zamocować chomątko. Przyciągnąć 2-ma śrubami do tarczy tokarki.
2. Przedni koniec uchwycić w szczęki okularu i odsunąć kiel.
3. Obciąć końce $e-e$.
4. Wyjąć kiel z konika i założyć nawiertak N .
5. Nawiercić nakiełek.
6. Wyjąć nawiertak z konika i założyć kiel.
7. Zdjąć wał, obrócić go i zamocować na drugim końcu chomątko. Powtórzyć czynności poprzednie.

OPERACJA X.

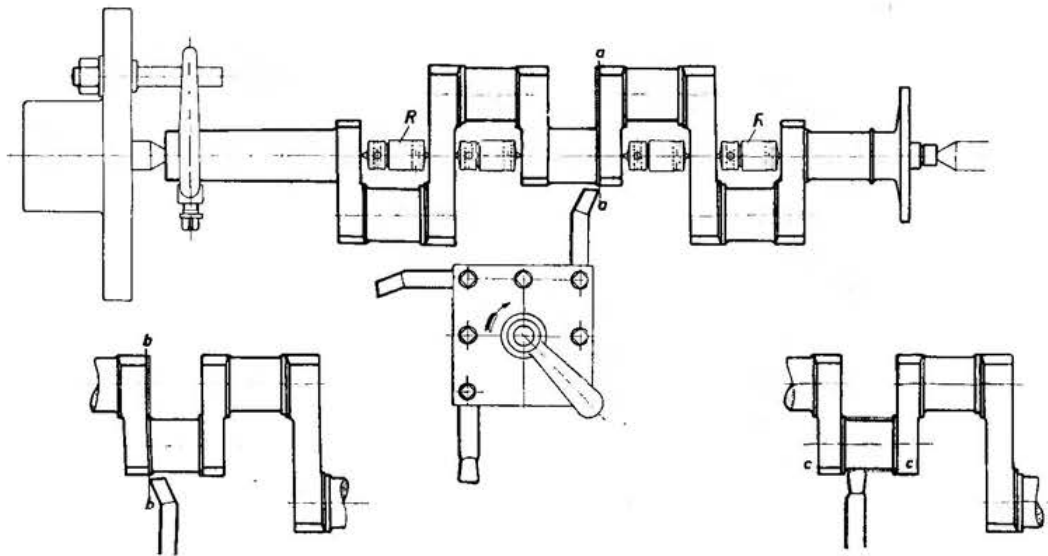
Wykończenie tylnego czopa i kryzy.



1. Założyć wał na kły, zaciśnąć chomątko i włożyć rozpórki R .
2. Splanować bok ramienia $b-b$.
3. Pokręcić imak nożowy i splanować lewy bok kryzy $c-c$.
4. Pokręcić imak nożowy w przeciwną stronę, splanować prawy bok kryzy $a-a$, wytoczyć czop końcowy $d-d$.
5. Ściąć ostry brzeg kryzy.
6. Pokręcić imak nożowy i wytoczyć tylny czop $g-g$.
7. Pokręcić imak nożowy, wytoczyć i zaciąć kołnierz.
8. Zluzować chomątko, wyjąć rozpórki i zdjąć wał.

OPERACJA XI.

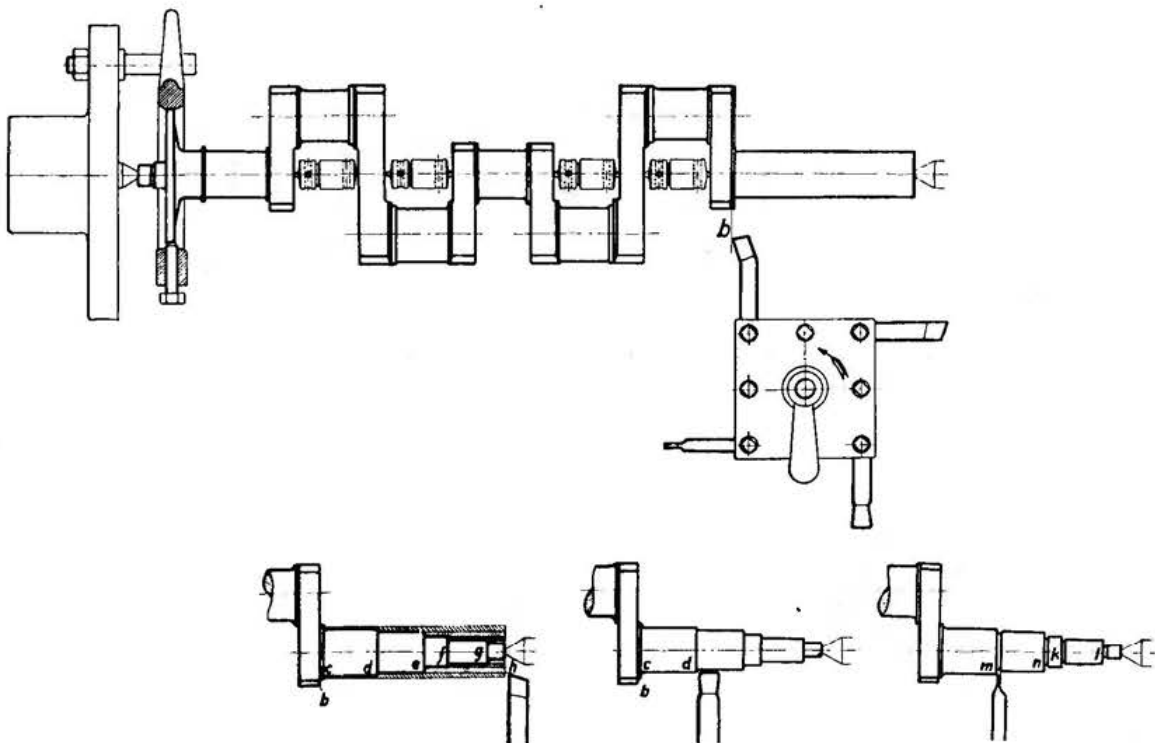
Wykończenie środkowego czopa łożyskowego i ramion.



1. Założyć wał na kły, zaciśnąć chomątko i włożyć rozpórki *R*.
2. Splanować bok ramienia *a — a*.
3. Pokręcić imak nożowy i splanować bok ramienia *b — b*.
4. Pokręcić imak nożowy i obtoczyć czop *c — c*.
5. Zluzować chomątko, wyjąć rozpórki i zdjąć wał.

OPERACJA XII.

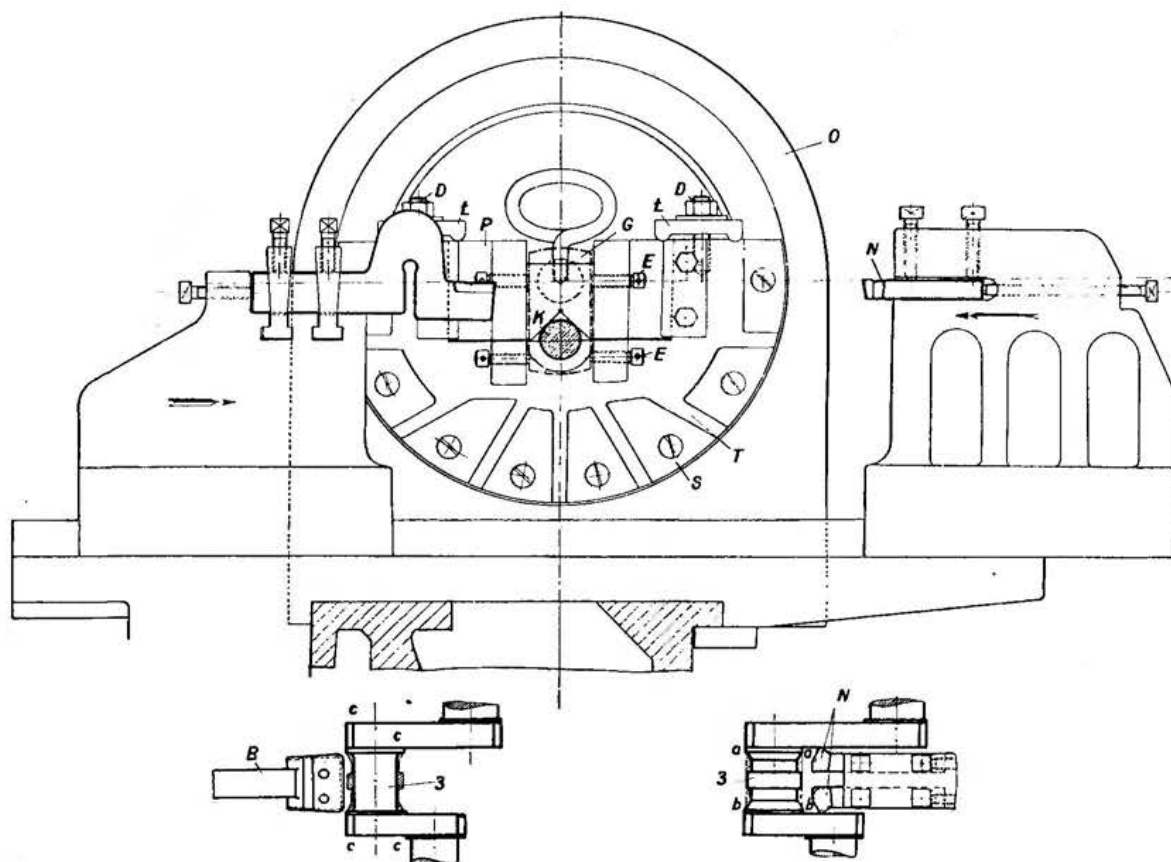
Toczenie przedniego końca.



1. Założyć wał na kły, zaciśnąć chomątko i włożyć rozpórki *R*.
2. Splanować bok ramienia *a — b*.
3. Pokręcić imak nożowy i toczyć: *h — d — c*, *h — e*, *h — f*, *h — g*.
4. Pokręcić imak nożowy i zaokrąglić *d*, *c* i *b*.
5. Pokręcić imak nożowy i zaciąć *m*, *n*, *k* i *l*.
6. Zluzować chomątko, wyjąć rozpórki i zdjąć wał.

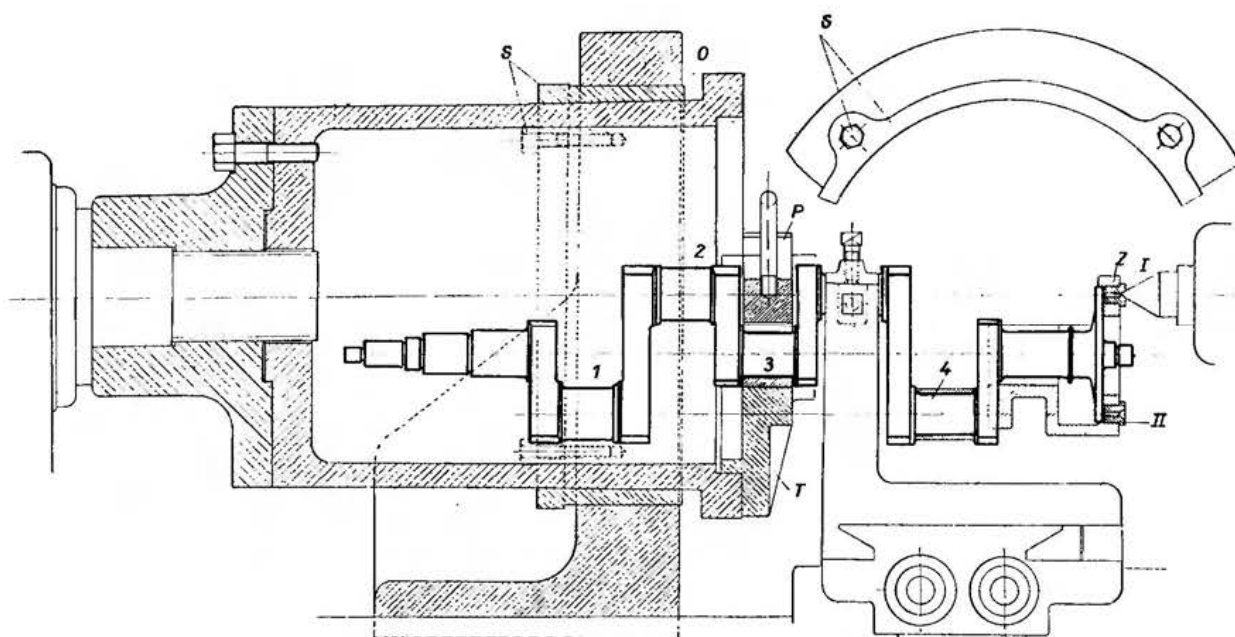
OPERACJA XIII.

Toczenie 4-ch czopów korbowych.



I chwyt.

1. Założyć wał na tarczę *T*, przymocowaną śrubami *S* do bębna, włożyć przycisk *P* i śrubami *D*, za pośrednictwem łapek *L*, docisnąć przycisk *P* do korby *K*.
2. Założyć zabierak *Z* na tylny koniec wału, docisnąć kiel konika do tulejki *I* i ustalić ramię *G* śrubami *E*.
3. Docisnąć noże *N* i obrócić *a*—*a* i *b*—*b*, następnie dosunąć nóż *B* i wykończyć *c*—*c*.

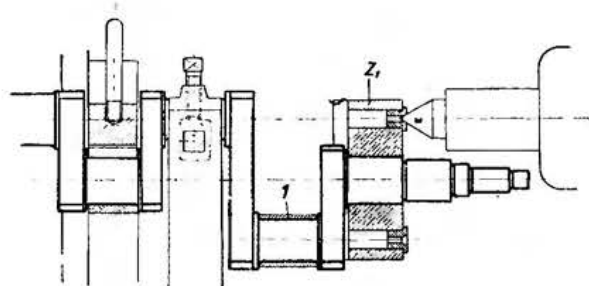


II chwyt. 4. Odsunąć kiel konika, zluźnić śruby *D*, pokręcić wał o 180° , docisnąć kiel konika do tulei *II* i dokręcić śruby *D* jak poprzednio.

5. Obrócić czop 4 jak poprzednio.

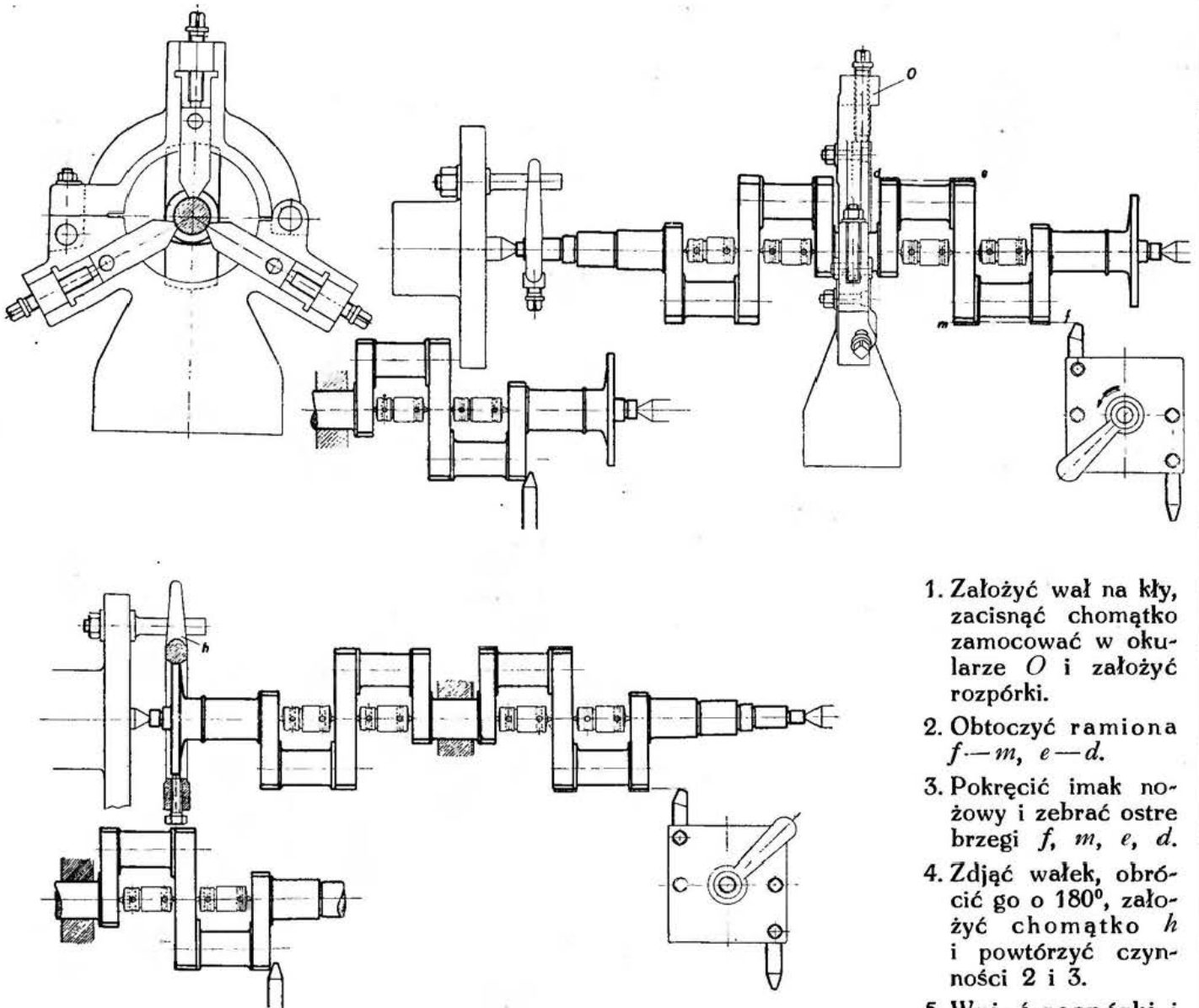
III i IV chwyt. 6. Wyjąć wał z przyrządu, obrócić o 180° , zamocować jak poprzednio, posiłkując się zabieraczem *Z*₁, a następnie obrócić czopy korbowe 1 i 2.

7. Zluźnić śruby *D* i *E*, odsunąć kiel konika, wyciągnąć kiel konika, wyciągnąć przycisk *P* i wyjąć wał.



OPERACJA XIV.

Toczenie ramion zewnątrz i zbieranie ostrych brzegów.

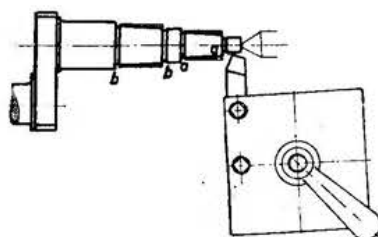


1. Założyć wał na kły, zacisnąć chomątko zamocować w okularze *O* i założyć rozpórki.
2. Obtoczyć ramiona *f—m*, *e—d*.
3. Pokręcić imak nożowy i zebrać ostre brzegi *f*, *m*, *e*, *d*.
4. Zdjąć wałek, obrócić go o 180° , założyć chomątko *h* i powtórzyć czynności 2 i 3.
5. Wyjąć rozpórki i zdjąć wał.

OPERACJA XV.

Toczenie przedniego końca.

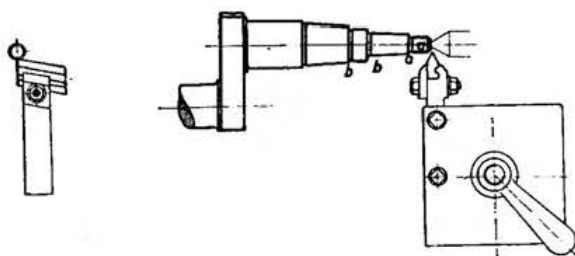
1. Założyć wał na kły, zamocować chomątko i założyć rozpórki.
2. Pokrętną tarczę suportu umocować pod kątem $2^\circ 32'$.



3. Obtoczyć części *a—a* i *b—b* na stożek.
4. Zdjąć wał, chomątko i wyjąć rozpórki *R*.

OPERACJA XVI.

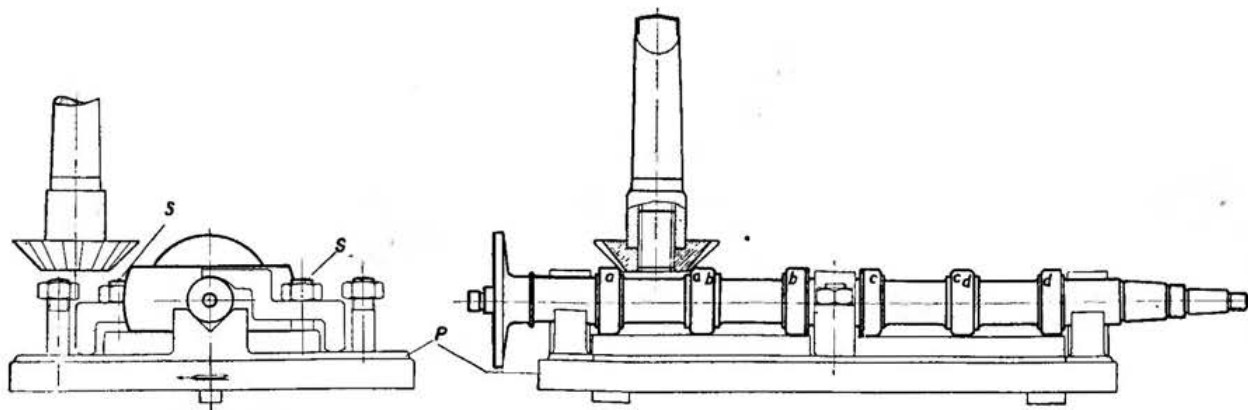
Gwintowanie przedniego końca.



1. Zamocować wał, jak w operacji poprzedniej.
2. Nagwintować $a - a$ i $b - b$ nożem pryzmowym.
3. Wyjąć rozpórki, złuzować chomątko i zdjąć wał.

OPERACJA XVII.

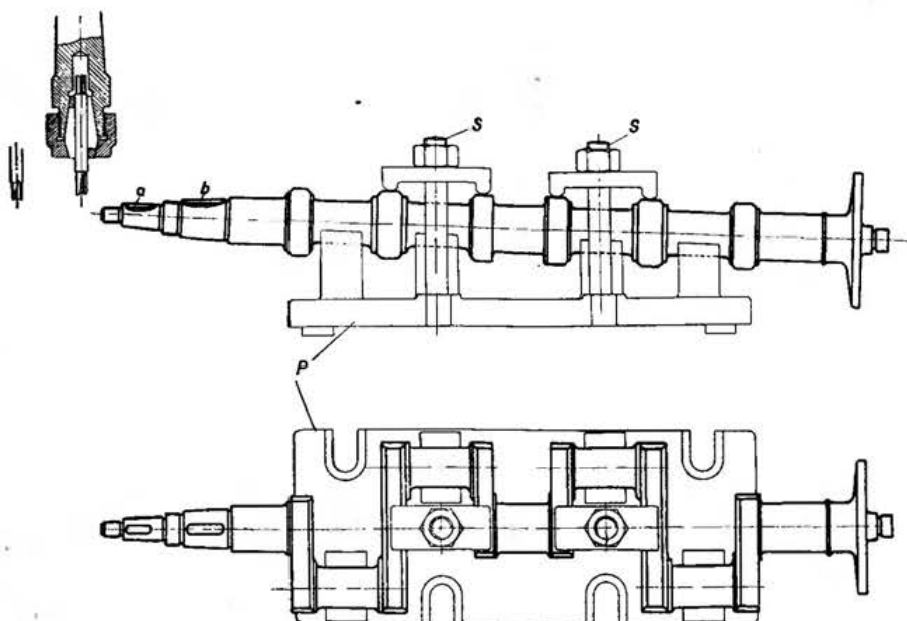
Frezowanie ostrych brzegów ramion.



1. Zamocować wał w przyrządzie P śrubami S .
2. Frezować brzegi $a - a$, $b - b$, $c - c$, $d - d$.
3. Złuzować śruby, obrócić wał, umocować jak poprzednio i frezować brzegi po stronie przeciwnej.
4. Złuzować śruby i zdjąć wał.

OPERACJA XVIII.

Frezowanie rowków na kliny.



1. Zamocować wał w przyrządzie P śrubami S .
2. Frezować rowek a .
3. Obrócić frez i frezować b .
4. Złuzować śruby i zdjąć wał.

WYKAZ TABLIC TECHNOLOGICZNYCH

wykonywanych przez Biuro Pomocy Naukowych dla Szkół Zawodowych
przy Ministerstwie Wyznań Religijnych i Oświecenia Publicznego.

Serja I.

Frezarka uniwersalna i praca na niej.

- Nr 4. Frezarka Uniwersalna Stowarz. Mechaników.
Zestawienie — długość. 180 cm — szer. 140 cm.
- Nr 6. Frezarka Uniwersalna Stowarz. Mechaników.
Głowica — długość. 185 cm — szer. 140 cm.
- Nr 7. Frezarka Uniwersalna Stowarz. Mechaników.
Stół — długość. 195 cm — szer. 150 cm.
- Nr 8. Frezarka Uniwersalna Stowarz. Mechaników.
Schemat — długość. 125 cm — szer. 110 cm.

UWAGA: Serja I została całkowicie wykonana. Opis do tablic wraz z tablicami w zmniejszonym pięciokrotnie formacie został wydrukowany w specjalnej odbitce z „Mechanika” pod tytułem: E. Pietraszkiewicz — „Frezarka Uniwersalna i praca na niej”.

Serja II.

Tokarki kłowe i praca na nich.

- Nr 28. Tokarka kłowa Stow. Mechaników — długość. 193 cm — szer. 133 cm.
- Nr 1. Tokarka kłowa W. Fitzner i K. Gamper.
Zestawienie — długość. 205 cm — szer. 71 cm.
- Nr 2. Tokarka kłowa W. Fitzner i K. Gamper.
Głowica i konik — długość. 208 cm — szer. 182 cm.
- Nr 3. Tokarka kłowa W. Fitzner i K. Gamper.
Suport — długość. 195 cm — szer. 135 cm.
- Nr 5. Tokarka kłowa W. Fitzner i K. Gamper.
Schemat — długość. 124 cm — szer. 110 cm.
- Nr 21. Noże tokarskie cz. I — długość. 182 cm — szer. 124 cm.
- Nr 22. Noże tokarskie cz. II — długość. 234 cm — szer. 163 cm.
- Nr 24. Szlifierka Gisholt’a. Państw. Szkoła Budowy Maszyn i Elektrot. im. H. Wawelberga i S. Rotwanda w Warszawie — długość. 292 cm — szer. 166 cm.
- Nr 23. Uchwyty narzędzia tokarskie cz. I — długość. 196 cm — szer. 136 cm.
- Nr 25. Uchwyty narzędzia tokarskie cz. II — długość. 244 cm — szer. 155 cm.
- Nr 29. Uchwyty narzędzia tokarskie cz. III — długość. 200 cm — szer. 180 cm.
- Nr 30. Roboty tokarskie — długość. 210 cm — szer. 195 cm.
- Nr 33. Obróbka wału korbowego cz. I. Fabryka Samochodów „Ursus” — długość. 231 cm — szer. 168 cm.
- Nr 34. Obróbka wału korbowego cz. II. Fabryka Samochodów „Ursus” — długość. 188 cm — szer. 144 cm.

- Nr 26. Zataczarka J. John — długość. 187 cm — szer. 132 cm.

UWAGA: Serja druga została całkowicie wykonana. Opis do tablic wraz z tablicami w pięciokrotnie zmniejszonym formacie został podany w specjalnej odbitce „Mechanika” pod tytułem: E. Pietraszkiewicz. „Tokarki kłowe i praca na nich”.

Serja III.

Strugarstwo.

- Nr 14. Strugarka podłużna Stowarz. Mechaników.
Schemat — długość. 115 cm — szer. 100 cm.
- Nr 15. Strugarka podłużna Stowarz. Mechaników.
Zestawienie — długość. 280 cm — szer. 110 cm.
- Nr 16. Strugarka podłużna Stowarz. Mechaników.
Zestawienie — długość. 242 cm — szer. 94 cm.
- Nr 19. Strugarka poprzeczna „Pionier”.
- Nr 17. Strugarka poprzeczna W. Fitzner i K. Gamper.
Schemat — długość. 288 cm — szer. 84 cm.
- Nr 18. Strugarka poprzeczna W. Fitzner i K. Gamper.
Zestawienie — długość. 238 cm — szer. 84 cm.
- Nr 31. Dłutownica Stowarz. Mechaników. Zestawienie — długość. 185 cm — szer. 182 cm.
- Nr 32. Dłutownica Stowarz. Mechaników. Schemat — długość. 120 cm — szer. 113 cm.
- Nr 00. Roboty strugarskie (w wykonaniu).

Serja IV.

Wiertarki i praca na nich.

- Nr 9. Wiertarka słupowa J. John. Zestawienie — długość. 148 cm — szer. 200 cm.
- Nr 10. Wiertarka słupowa J. John. Napędy — długość. 180 cm — szer. 92 cm.
- Nr 20. Wiertarka szybkiebieżna Stowarz. Mechaników — długość. 141 cm — szer. 81 cm.
- Nr 00. Wiertarka promieniowa (w wykonaniu).
- Nr 00. Narzędzia do wiercenia (w wykonaniu).
- Nr 00. Narzędzia do rozwiercania (w wykonaniu).

Serja V.

Obróbka serjowa.

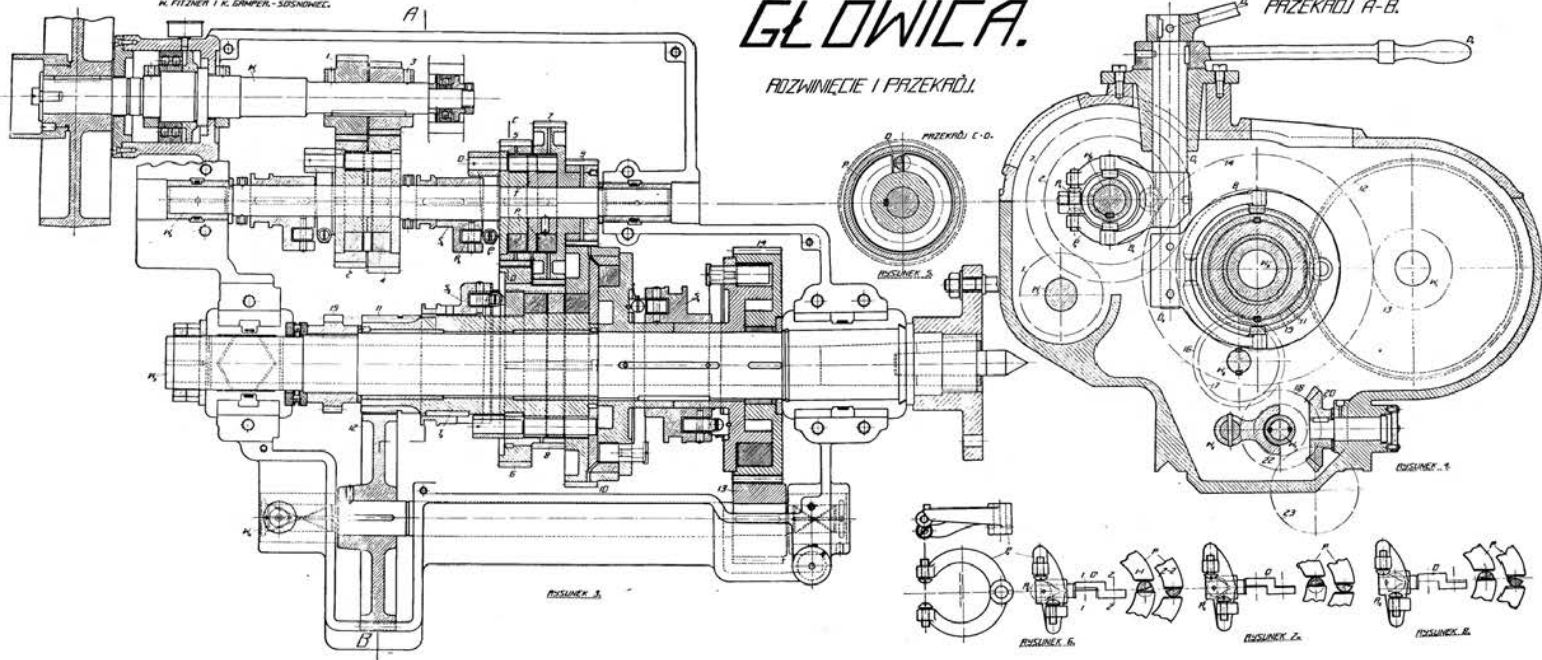
- Nr 00. Detale przyrządów pomocniczych do serjowej obróbki.
- Nr 00. Serjowa obróbka uchwytu wiertła Westcott’a przy zastosowaniu przyrządów pomocniczych.

Tablice przewidziane dalszym programem:

- Serja VI. Szlifierstwo;
- Serja VII. Obróbka kół zębatach;
- Serja VIII. Tokarki rewolwerowe i samoczynne;
- Serja IX. Gwintowanie;
- Serja X. Sprawdzanie dokładności obrabiarek.

GŁOWICA.

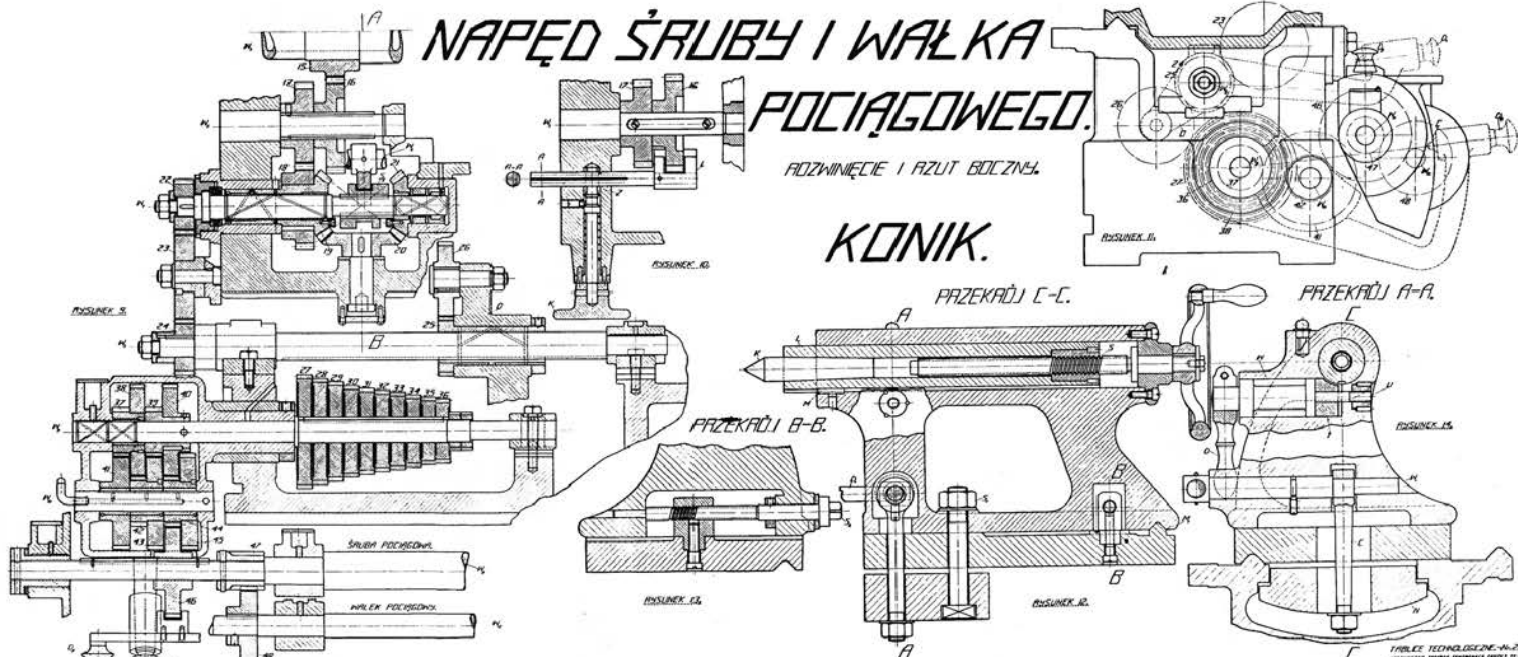
ROZWIĘCIE I PRZEKROJ



NAPĘD ŚRUBY I WAŁKA POCIĄGOWEGO.

ROZWIĘCIE I RZUT BOCZNY

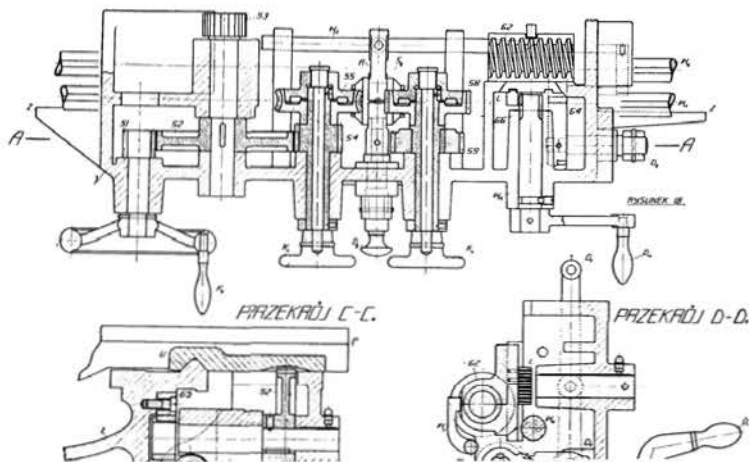
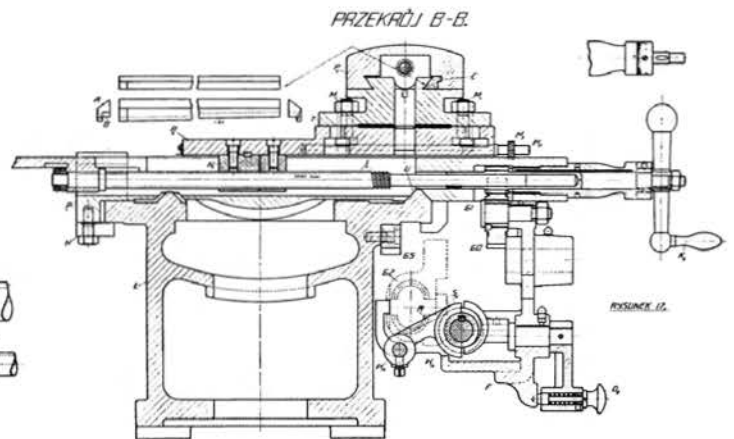
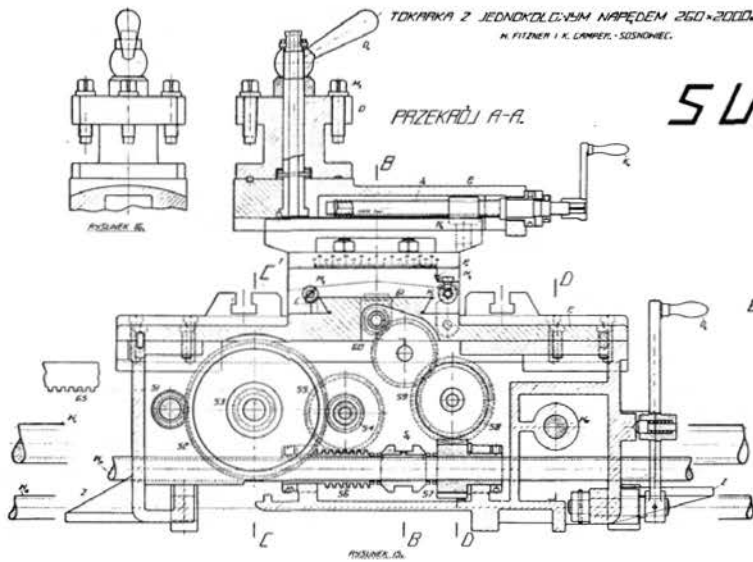
KONIK.



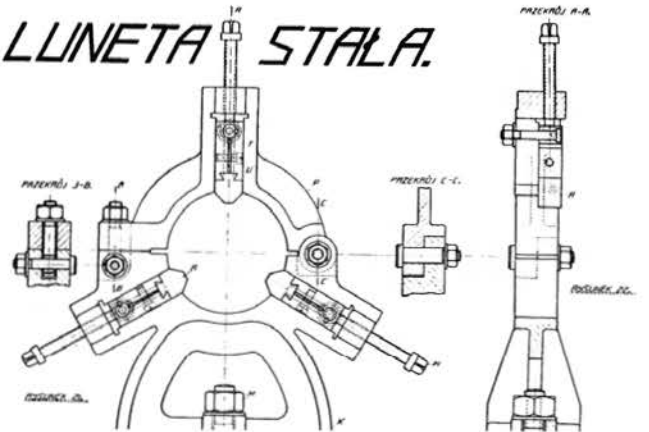
TABLICA II (skala 1:5).

TOCARKA Z JEDNOKOŁOWYM NAPĘDEM 260-2000.
N. FITZNER I K. LAMPERT - SOSNOVEC.

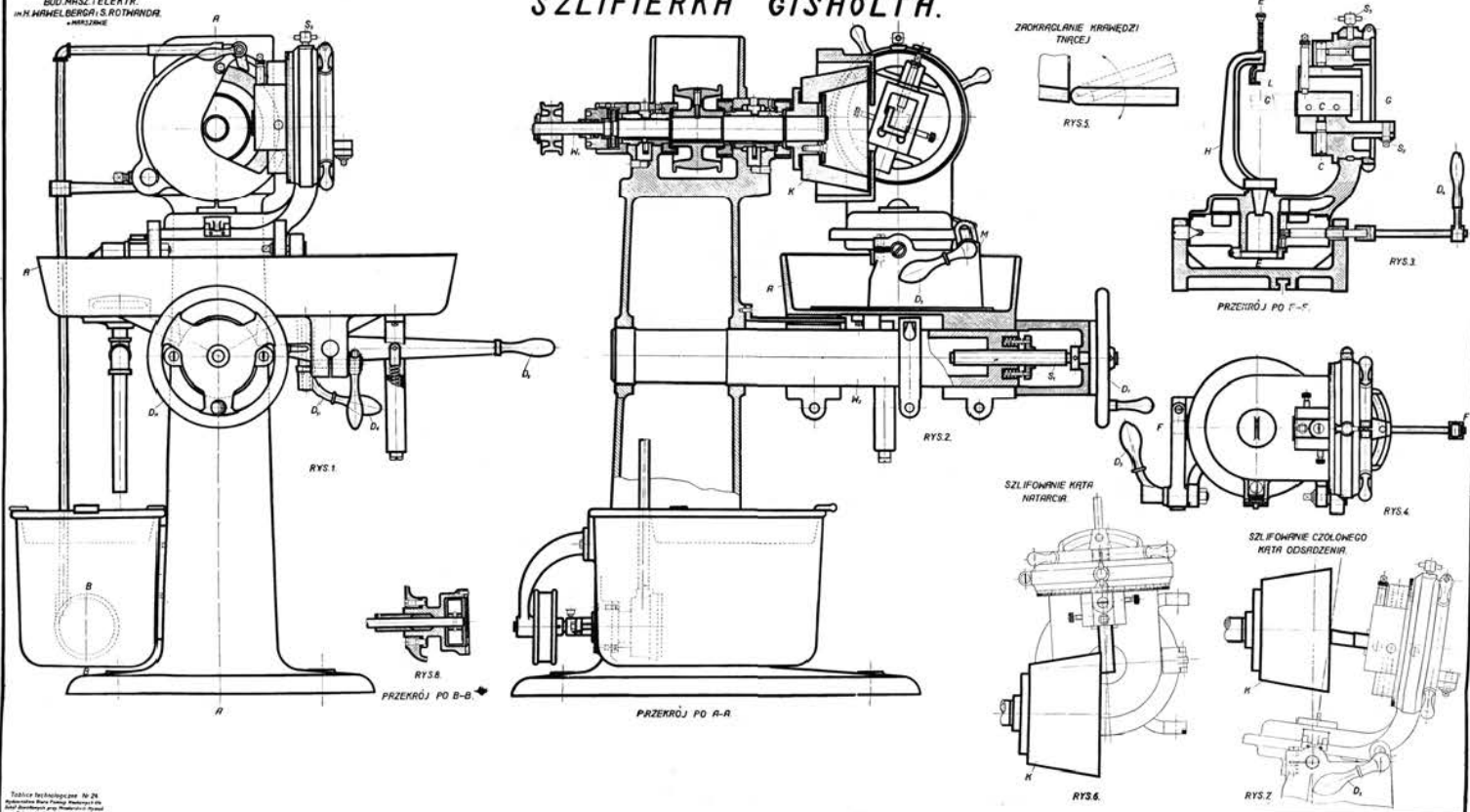
SUPPORT.



LUNETY STAŁA.

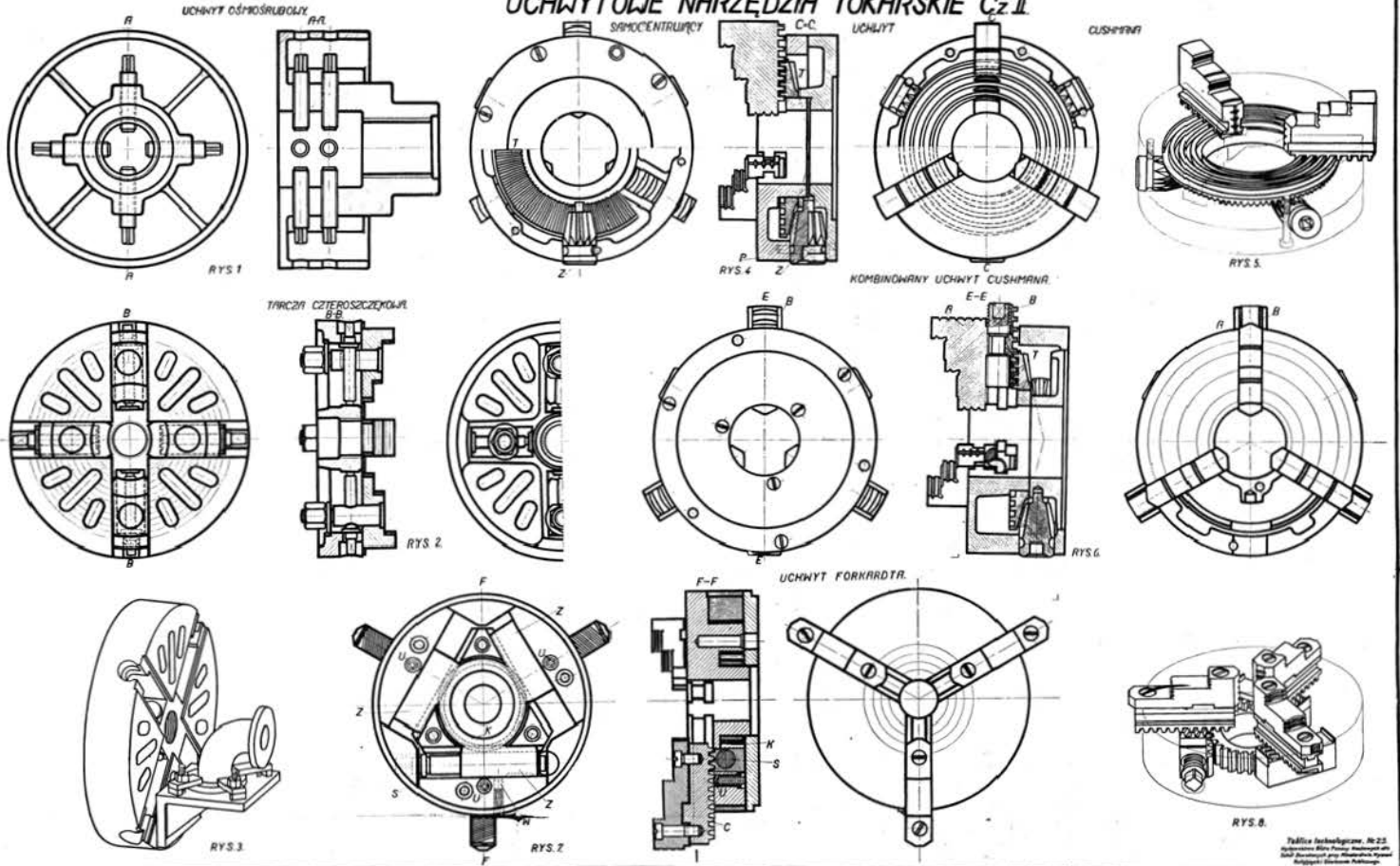


SZLIFIERKA GISHOLTA.



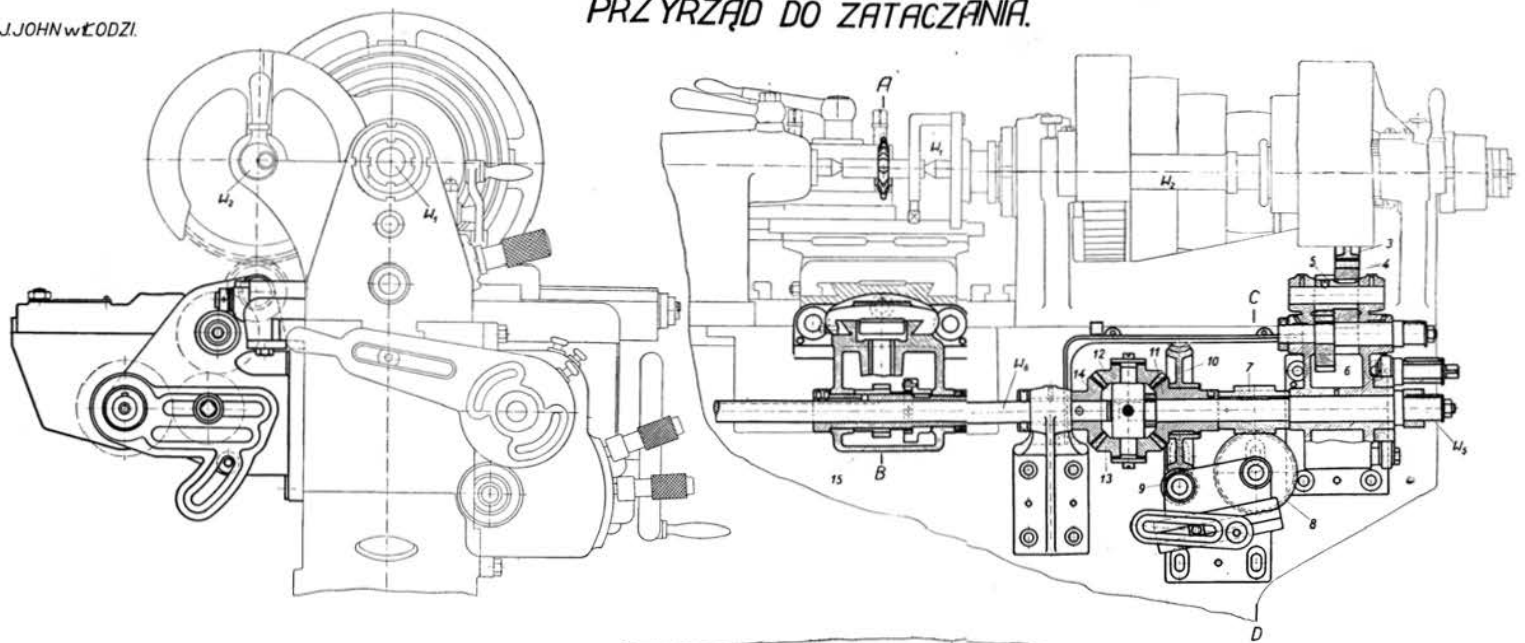
TABLICA IV (sskala 1:5).

UCHWYTOWE NARZĘDZIA TOKARSKIE Cz II

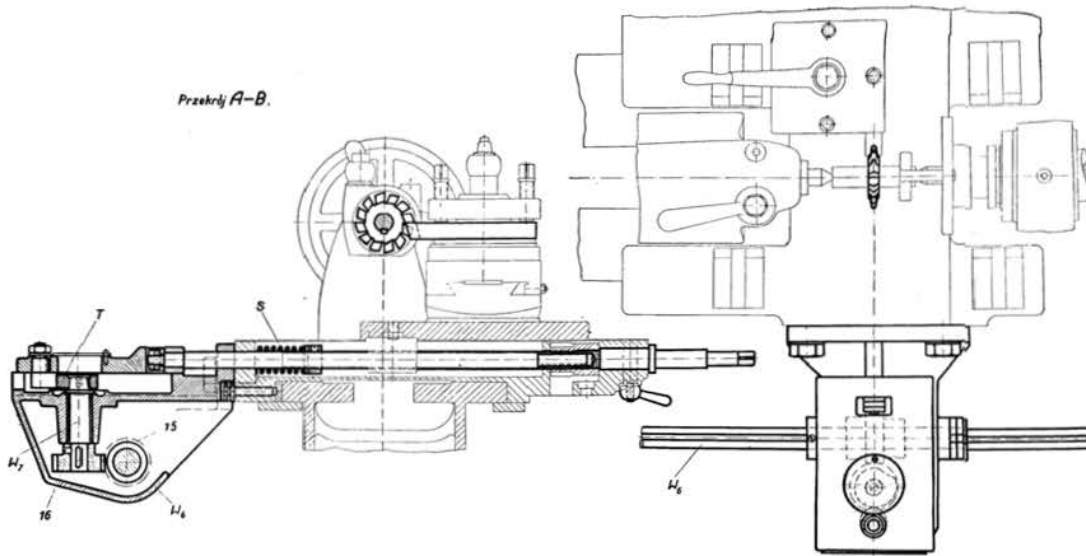


TABLICA V (skala 1:5).

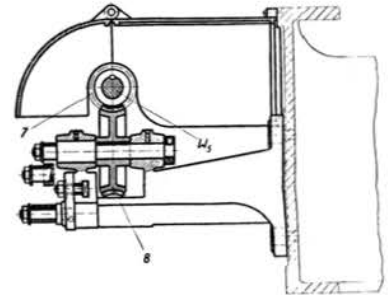
PRZYRZĄD DO ZATACZANIA.



Przekrój A-B.



Przekrój C-D.



TABLICA VI (skala 1:5).

Tabela technologiczna No. 7
Schemat układu hydraulicznego
Pompy, podprężni i rozdzielacza
typu hydraulicznego - Główny Podprężni