

656.
KUCCHARZEWSKI FELIKS

Z DZIEJÓW TECHNIKI

LEONARD VINCI. — JERZY STEPHENSON. —
ŚWIĘTY BENEZET. STEPHENSON I EIFFEL. —
SŁAWNI GARNCARZE. — FILIP DE GIRARD

WARSZAWA
NAKŁADEM KSIĘGARNI E. WENDE I S-KA
1900

P. Rohland



62(091)

Дозволено Цензурою
Варшана, 31 Августа 1899 г.



1-25/09/63

Odczyty i szkice „Z dziejów techniki,” drukowane w *Ateneum*; Bibliotece Warszawskiej, *Przeglądzie Technicznym* i *Tygodniku Ilustrowanym* (nadto L. Vinci i F. de Girard, w przekładzie francuskim, w „*Revue scientifique*”), odnoszą się do techniki wogóle (Leonard Vinci) i do niektórych jej gałęzi, jak budowa dróg żelaznych (Jerzy Stephenson), budowa mostów (S-ty Benezet, Stephenson i Eiffel), garncarstwo (Sławoni garncarze) i przedziałnictwo (Filip de Girard). Wiąże je myśl wspólna, pracy dla postępu, usprawiedliwiająca złączenie ich w jednej książce.



I.

Leonard Vinci.

Wszechstronność artystów epoki odrodzenia Stanowisko Leonarda w dziejach mechaniki, jego młode lata, filozofia, wiadomości techniczne. Charakterystyczne ustępy jego rękopismów, odnoszące się do mechaniki, wytrzymałości materiałów, perspektywy, optyki. Irygacje, szluzy podwójne. Biegłość w hydraulice, inżynierii wojskowej, budownictwie wodnem, technologii mechanicznej. Historia i znaczenie rękopismów Leonarda.

Nie naszej to miary byli ludzie, owi wielcy artyści włoscy epoki odrodzenia!

Wzbudzająca słuszny podziw wielostronność ich umysłu, przekraczała nawet rozległy zakres sztuki. Największy z całej plejady, Michał Anioł Buonarroti, którego geniusz tak świetnie scharakteryzował Klaczko w „Wieczorach florenckich,” — był nie tylko rzeźbiarzem i malarzem. Pisywał poezye, zostawił znakomite ślady swej działalności w dziedzinie architektury, a był przytem pierwszorzędnym konstruktorem na swe czasy, czego dał dowód, kierując budo-

wą kościoła ś-go Piotra w Rzymie. Jako inżynier wojskowy pracował około umocnienia Florencyi, przeciwko Karolowi V-mu.

Ale jakkolwiek wielostronnym był umysł Michała Anioła, to jednak palma pierwszeństwa pod tym względem, pośród wszystkich wielkich mistrzów — i to nie tylko epoki odrodzenia, należy się Leonardowi Vinci ¹⁾. Ten potężny geniusz, w malarstwie torujący drogę tak wspaniale Buonarrotti'emu i Rafaelowi, — przytem, tak samo jak Michał Anioł, rzeźbiarz, poeta, budowniczy i inżynier wojskowy, zająć zdołał jeszcze pracami swemi pierwszorzędne stanowisko w dziejach nauk ścisłych i techniki.

Stanowisko to przyznanem mu zostało dopiero w bieżącym stuleciu. Przedtem o pracach uczonych i technicznych Leonarda wiadano bardzo mało, nie znając pozostałych po nim rękopismów, które w ciągu paru wieków po jego śmierci różnym ulegały kolejom.

¹⁾ Piszemy, idąc za Houssaye'm i Campori'm, nie da Vinci, ale Vinci, gdyż sam mistrz podpisywał się Vincio lub Vincius, a spółcześni, pisząc o nim, nazywali go poprostu Vincim. Markiz Campori ogłosił w *Gazette des Beaux-Arts* z r. 1867 artykuł p. t. *Nouveaux documents sur Leonard de Vinci*. Z innych pism o Vincim zasługują na uwagę: J. B. Venturi, *Essai sur les ouvrages physico-mathématiques de Leonard Vinci*. Paris 1747; — H. Grothe, *Leonardo da Vinci als Ingenieur und Philosoph*. Berlin 1874; — A. Houssaye, *Histoire de Leonard de Vinci*. Paris 1869; — F. Raab, *Leonardo da Vinci als Naturforscher*. Berlin 1880.

Pierwszym, który zwrócił na nie uwagę świata uczonego, był fizyk włoski Venturi, znany z ciekawych badań w zakresie hydrauliki. Przedstawiona przezeń paryskiej akademii umiejętności rozprawa, o dziełach fizyko-matematycznych Leonarda Vinci, wydrukowana w roku 1797, stała się punktem wyjścia wielostronnych badań, wykrywających coraz to nowe szczegóły naukowe, w rękopismach włoskiego mistrza. Obecnie, dzięki pracom Amoretti'ego, Libri'ego, Grothe'go i innych ¹⁾, staje przed nami Vinci, jako jeden z najdzielniejszych umysłów, społecznych Kopernikowi, — a w dziedzinie matematyczno-technicznej, jako jedyne światelko wśród mgły, zalegającej dzieje tych nauk, począwszy od Archimedes, aż do Galileusza.

Ojcem mechaniki był Archimedes. najznakomitszy matematyk starożytności, żyjący w Syrakuzie, w trzecim stuleciu przed Chrystusem. Cała wiedza mechaniczna jego poprzedników, streszczona sto lat przedtem w pismach Arystotelesa, nie miała prawie nic wspólnego z umiejętnością ścisłą. Były to twierdzenia wyrażone niejasno, niepoparte dowodami, lub zaciemnione jeszcze mglistym rozumowaniem. Dopiero Archimedes położył podstawy umiejętności, dając początek nauce o równowadze, czyli statyce. Wywody jego wszakże, jakkolwiek przechowane

¹⁾ Carlo Amoretti. *Memorie storiche sulla vita, gli studie le opere di Leonardo da Vinci*. Milano 1784 i 1804; — Guillaume Libri. *Histoire des sciences mathematiques en Italie*. Paris 1840.

starannie w pismach paru komentatorów, przez długie wieki pozostały prawie nieznane uczonym i nie wywarły przez to wpływu na postęp nauk matematyczno-technicznych.

Prace późniejszych mechaników, aż do czasów Galileusza, wykazują, że nie znali oni genialnych rozumowań Archimedesesa. Nie raz, traf lub zmysł obserwacyjny doprowadzał ich do wynajdywania przyrządów, do dziś w użyciu będących, — teorii wszakże swych wynalazków nie zdołali podać, próżno się tylko błakając po manowcach, na jakie ich zawodził Arystoteles. A ten ostatni, zapanowawszy wszechwładnie we wszystkich naukach, utrzymał się w swej powadze przez całe wieki średnie.

Wobec tego zastoju umiejętności, udowodnionego pismami mechaników osiemnastu przeszło stuleci, trudno jest zdać sobie sprawę z postępu sztuk i rzemiosł w wiekach średnich. Wynalazki, jakie ten postęp umożliwiły, mgłą cechowej tajemnicy zakryte, musiały mieć za podstawę jaśniejsze pojęcia mechaniczne, niż spotykane w pismach autorów ówczesnych. Wszystko to wszakże było tajemnicą i dzieje techniki z tych czasów zaznaczać muszą tylko odrębne fakta, bez naukowego między nimi związku. Fakta te każą się domyślać istnienia w owym czasie ludzi, widzących dalej od Arystotelesa w mechanice, pracujących poważnie a w cichości, wśród głośnych scholastycznych rozpraw. Lecz gdy żarliwie się spierano, o to na przykład: „jak chodzą ubrani anioł-

wie“, — nie dziw, że wyniki prac poważnych nie zwracały uwagi i pozostały w ukryciu.

Z drugiej znów strony, każda epoka rozwoju, czy to wiedzy, czy sztuki, ma swój okres przedwstępny, przygotowawczy, w ciągu którego kiełkują pomysły, wykwitające następnie wspaniałemi kształtami w dziełach mistrzów. O epoce poprzedzającej Galileusza, nie wiedzielibyśmy nic prawie, bez rękopisów Leonarda Vinci. One dopiero dają pojęcie o ówczesnym stanie nauk matematyczno-technicznych, a przez to objaśniają poniekąd ów rozwój sztuk i rzemiosł, tak wydatny we Włoszech, w drugiej połowie piętnastego stulecia.

W tej szczęśliwej epoce rozkwitu, budzącej do nowego życia uśpione w wiekach średnich umysły, w parze z sobą, wspierając się wzajemnie, postępowały: przemysł i sztuki piękne. Florencya, ówczesne ognisko przemysłu we Włoszech, zaopatrująca świat cały w tkaniny wełniane, jedwabne, szkarłat, złotogłowy i wszelkie ozdoby, — słynęła jednocześnie jako siedziba artystów. Byli to mistrze w rodzaju Cellini'ego, biegli w sztuce zarazem i w rzemiośle. Z ich pracowni wychodziły nie tylko obrazy i posągi, ale i wyroby ozdobne, ze złota, srebra i drogich kamieni, kosztowności kościelne i świeckie. A każdy mistrz kształcił uczniów, we wszystkim co sam umiał, — każda pracownia była szkołą, i równie wielostronnemi, jak praca mistrza, musiały być jego nauki. Z umysłu poziomego, bez talentu, tworzyły one biegłego rzemieślnika, — z natury wysoko roz-

winiętej, wielkiego artystę. W jednej ze szkół takich, w pracowni Andrzeja Verocchio, wykształcił się Vinci.

Ser Piero Antonio da Vinci, notaryusz rzecypospolitej florenckiej, zamieszkiwał zamek Vinci, w dolinie rzeki Arno, w pobliżu Florencyi. W roku 1452 urodził mu się syn naturalny Leonard, przybrany w następstwie do rodziny, i wychowany przy domowym ognisku, wspólnie z młodszymi braćmi. Pociąg do sztuk pięknych i do nauk objawił się w nim wczesnie — i gdy miał lat kilkanaście, oddał go ojciec na naukę do pracowni Veroccia. Szybkie były postępy młodego ucznia. Szczególne zamiłowanie do badania natury i podpatrywania jej tajemnic, nadało odrazu wybitny kierunek pierwszym krokom Leonarda w malarstwie.

Jeden wieśniak zrobił sobie wielką tarczę drewnianą z pnia figowego i zamarzył, by mu ją ozdobiono we Florencyi. Ser Piero da Vinci, posługujący się nim często jako rybakiem i ptasznikiem, podjął się sprawić mu tę przyjemność i zawiózł tarczę synowi. Leonard ją obtoczył, zagruntował na białło, i zaczął myśleć co by na niej namalować okropnego, tak coś nakształt Meduzy starożytnych. Jakże się wziął do rzeczy? Oto zebrał w kryjówce, dokąd sam tylko wchodził: nietoperze, żaby, węże, jaszczurki i złożył z nich poczwarę, którą skopiował wiernie na tarczy, wychodzącą z ciemnej, zdruzgotanej skały. Nieżywe zwierzęta wydawały woń nieznośną, co wszakże nie zmniejszało zapału młodego malarza-

realisty. Gdy wreszcie robota była ukończoną i Ser Piero przyszedł w odwiedzinach do pracowni, — spojrzawszy na tarczę, zapomniał, że to malowidło i tak się przeraził, że chciał uciekać. Objasniony przez syna, zabrał malowidło, wieśniakowi kupił inną tarczę, a robotę Leonarda sprzedał za sto dukatów kupcom florenckim, którzy za nią wzięli trzysta od księcia Medyolanu.

Tak opiewa Vasari, uniwersalny biograf artystów włoskich epoki odrodzenia. Fakt czy bajka, rys ten charakteryzuje metodę prac Leonarda. Malował, podpatrując naturę, ale opanowując ją geniuszem, — badał i wynajdywał, doświadczając i ściśłem rozumowaniem rozjaśniając doświadczenia.

W krótkich zdaniach, rozproszonych po rękopismach Leonarda Vinci, zamyka się cała jego filozofia, a jednak stawia go ona wysoko w rzędzie myślicieli, jako istotnego poprzednika Bakona Werulamskiego. „Zbadać mam pewną kwestję, mówi Leonard, przedewszystkiem więc wykonam niektóre doświadczenia, pragnę bowiem, oparłszy się na nich, dowieść następnie, dla czego ciała zmuszone są działać tak, a nie inaczej. Tej metody winien się trzymać każdy, przy badaniu zjawisk natury“ ¹⁾).

¹⁾ Patrz Venturi str. 4. W dalszym ciągu tego zdania tak jeszcze mówi Vinci: „Wprawdzie natura zaczyna rozumowaniem, a kończy doświadczeniem, ale co to szkodzi: — my musimy iść drogą odwrotną i jak powiedziałem, zaczynać od doświadczenia, by z jego pomocy zawsze się dobić.“



W innem znów miejscu zaznacza, że: „trzeba się radzić doświadczeń i zmieniać okoliczności, w jakich się je wykonywa, dopóki się nie dojdzie do wyciągnięcia z nich praw ogólnych, bo z doświadczeń tylko wyciągnąć się dają rzetelne prawa“. Ten istotny program badań indukcyjnych postawił Vinci na lat sto przed Baconem.

Oczywiście, poglądy te były wynikiem długoletnich rozmyślań uczonego—i nie można przypisywać ich młodemu artyście, w chwili gdy opuszczał pracownię Verocchia, by swobodnie we Florencji oddawać się sztuce. Był on wtedy pełnym talentów i życia, ale pewno jeszcze nie mędrce, jaki się nam ukazuje z zapruszonych pyłem wieków rękopismów.

W malarstwie odrazu wybitne zajął stanowisko. Gdy jego mistrz Verocchio malował chrzest Chrystusa, polecił uczniowi swemu wykończenie w rogu tego obrazu postaci anioła. Wystawiono obraz, opowiada Vasari ¹⁾ i wszyscy patrzyli tylko na anioła, tak zwracał na siebie uwagę wykończeniem i pomysłem—a zniechęcony Verocchio, podobno odtąd zarzucił paletę.

Z malarstwem Leonard łączył rzeźbę nierozdzielnie prawie. Postaci swych obrazów lepił najprzód

¹⁾ Houssaye (str. 35) sądzi słusznie, że to jest tylko legenda, nie mająca podstawy. Verocchio mógł uznać wyższość Leonarda, nie potrzebując z tego powodu rzucać palety—tem więcej, że jeżeli Vinci istotnie stworzył szkołę w malarstwie, to dopiero znacznie później, ale nie w samych początkach swego zawodu.

z gliny i przez rzeźbę dochodził do umiejętnego wyzyskania cieniów. A każdy krok w sztuce stawiał z rozmysłem filozofa, z rachunkiem matematyka. Lecz ktoby był się wtedy domyślał tej niezrównanej głębokości umysłu w młodym artyście, tryskającym życiem i werwą, chwytającym komizm rysów ludzkich w karykaturach, pełnych ruchu i humoru, używającym młodości z zapalem!

Leonard był pięknej postawy, umiał się podobać, pisywał sonety, śpiewał, grał na lirze, odznaczał się w tańcu i ćwiczeniach ciała, w robieniu broni, konnej jeździe i pływaniu, — a jednocześnie znajdował czas na poważne badania, na matematykę, hydraulikę, a nawet i projekty inżynierskie.

Młodym jeszcze będąc, sporządził projekt kanału żeglownego, między Florencją a Pizą. Kanał miał wychodzić z rzeki Arno, przecinać równiny: Prato, Pistoja, Serra-valle i jezioro Sesto. Vinci obmyślił wszystkie jego szczegóły, sposób zaopatrywania w wodę i obliczył kosztu budowy.

Wiadomości techniczne oplacały się wtedy lepiej niż malarstwo, nawet dla takiego artysty jak Vinci. Gdy pragnąc opuścić Florencję, zwrócił się on do rządzącego w Medyolanie Ludwika Moro, z domu Sforzów, z prośbą o miejsce przy jego dworze, — to w słynnym swym liście, wyliczającym wszystkie zajęcia, do jakich był zdolnym, na głównem miejscu postawił technikę wojenną, odpowiednio do potrzeb tych burzliwych czasów.

List ów z wielu względów zasługuje na uwagę.

Kandydaci o miejsca zwykli obiecywać wiele, — ale Vinci pracami swemi dowiódł dotrzymywania obietnic i to z górą. To też z listu jego wyciągnąć można niezawodne wnioski o całym obszarze wiadomości, jakie posiadał. Pismo to daje także obraz ówczesnego stanu techniki wojennej i dla tego pozwolę sobie podać je tu w całości ¹⁾, tembardziej — że nie jest długie.

„Jaśnie oświecony książę! Przekonanym będąc, że prace tych wszystkich, którzy się mienią mistrzami w sztuce wynajdywania narzędzi wojennych, nie są ani pożyteczniejsze, ani nowsze, od rzeczy w powszechnem użyciu będących, — pragnąłbym, nie mając przez to zamiaru szkodzenia nikomu, odkryć waszej Ekscellencyi moje tajemnice, i urzeczywistnić je, jeżeli uznane zostaną za odpowiednie. Spodziewam się bowiem wszystkie rzeczy, w tem krótkim piśmie wyliczone, z powodzeniem wykonać.

Umiem budować mosty bardzo lekkie, łatwo przenośne, pomocne przy ściganiu nieprzyjaciela, lub przy ucieczce, — i inne, których ogień i bój nie niszczy, łatwo się dające ustawić i rozbierać. Znam także sposób palenia i niszczenia mostów nieprzyjacielskich.

Przy obleganiu, umiem odprowadzać wodę z ro-

¹⁾ Amoretti wypisał ten list z manuskryptów Vinci'ego, kiedy były jeszcze w Medyolanie. Venturi powtórzył list w skróceniu, według tych samych manuskryptów, przewiezionych później do Paryża.

wów fortecznych, budować drabiny szturmowe i inne potrzebne wtedy przyrządy.

Gdy wysokość murów, lub położenie fortecy, czynią niemożliwym użycie armat, — wynalazłem sposób burzenia baszt lub innych murów, jeżeli nie są zbudowane na skale.

Znam sposób budowania armat lekkich i dogodnych do przewozu, mogących wyrzucać zapalone płachty, których płomienie i dym sprawiają popłoch wśród nieprzyjaciela.

Buduję przejścia podziemne do miejsc inną drogą niedostępnych, — i to bez hałasu — a w razie potrzeby, nawet pod rowami i rzekami.

Buduję mocne wozy przykryte, działać mogące zaczepnie i odpornie, które zaopatrzone w artylerią, rozbijają szeregi nieprzyjaciół, choćby najgęstsze. Tuż za temi wozami postępować może piechota, nie ponosząc szkód i nie doznając oporu.

W razie potrzeby odlewać mogę armaty, moździerze i granatniki, pięknych i dogodnych kształtów, odmienne od tych, jakie są w powszechnem użyciu.

Gdzie armat użyć nie można, zastąpię je innemi machinami wojennemi, nieznanemi dotąd a znakomitemi w swych skutkach. W każdym szczególnym przypadku podejmuję się roboty różnego rodzaju broni zaczepnych.

Na przypadek bitwy morskiej obmyśliłem różnorodne bronie zaczepne i odporne, okręty wytrzymujące ogień najsilniejszej artylerii, wreszcie proch i lonty.

W czasie pokoju zajmować się mogę architekturą, stawiając budowle publiczne i prywatne i przeprowadzając wodę z jednego miejsca na drugie.

Robię również rzeźby z marmuru, bronzu i gliny — i wykonywać mogę wszystko w zakresie malarstwa, czego tylko kto zażąda. Mogłbym się także zająć budową posągu konnego z bronzu, jaki ma być wzniesionym na cześć sławnego ojca Waszej Ekszelencyi. A gdyby którakolwiek z prac powyższych wydała się niemożliwą lub niewykonalną, — gotów jestem uskutecznić jej próbę w ogrodzie Waszej Ekszelencyi, lub gdziekolwiek indziej. Polecam się itd.“

List ten odniósł pożądaný skutek i w r. 1483 spotykamy już Leonarda na dworze Sforzów.

Ciekawy to był dwór i rod. Z prostego wieśniaka wyszedł ich protoplasta Attendulo, Sforzą przewany od siły, na wicekróla Neapolu. Jego syn naturalny Franciszek, po śmierci swego teścia, ostatniego z Viscontich, został księciem Medyolanu, dając początek medyolańskiej linii Sforzów, do której należała i nasza królowa Bona, prawnuczka Franciszka. Jej ojciec a wnuk Franciszka, Jan Galeazzo, odsunięty był od władzy przez swego stryja Ludwika Moro, który przywłaszczył sobie tron książęcy, by go potem niegodnie wydać w obce ręce.

Przywłaszczanie sobie praw cudzych, trucizny, sztylety i świętokradztwa, dziedzicznymi były w tej rodzinie. Okrucieństwem i przebiegłością górował wszakże nad krewnymi Ludwik Moro. Wypędze-

niem bratowej i synowca, otruciem ich pierwszego ministra, rozpoczął on swoje panowanie. Czynnego umysłu a niskiej duszy, lubił nauki i sztuki i otoczył się dworem uczonych i artystów, słynnym podówczas na całe Włochy.

Vinci, przybywszy do Medyolanu, zajmuje odrazu na tym dworze pierwszorzędne stanowisko. Malarstwem i muzyką jedna sobie osobistą sympatją księcia, — swą osobą i działalnością ożywia dwór cały, zamieniając go — jak charakterystycznie wyraża się Houssaye — z gotyckiego na ateński. Najprzód pracować zaczyna nad posągiem konnym Franciszka Sforzy. A że wszystko, do czego się bierze, zbadać musi gruntownie, więc studjuje z zapałem anatomią człowieka i konia. Model posągu został ukończony, wzbudził podziw współczesnych i wkrótce potem uległ zniszczeniu, podczas wojen trapiących Włochy; wzmiankowane zaś studia, prowadzone później w Padwie, wraz ze słynnym profesorem Markiem della Torre, zapewniły Vinci'emu wybitne stanowisko w dziejach anatomii ¹⁾.

Zaraz po rozpoczęciu swych prac w Medyolanie,

¹⁾ Cały szereg rysunków anatomicznych, wykonanych ręką Leonarda, odnaleziony został w ubiegłym stuleciu, w bibliotece zamku Kensington w Anglii, przez Daltona, a zbadany szczegółowo przez znanego anatoma i fizjologa Huntera. — Porównaj: 1) Marx, Ueber M. della Torre und Leonardo da Vinci, die Begründer der bildlichen Anatomie. Goettingen 1849. — 2) Karl Langer, Historische Notiz ueber Leonardo da Vinci. Sitzungsberichte der K. Acad. Wien 1867.

Vinci gromadzi wkoło siebie uczniów, których kształci nietylko w rzeźbie i malarstwie, ale i we wszystkich naukach. Podstawę wspaniałego pomnika, jakim Medyolan uczcił Leonarda, otaczają posągi czterech jego uczniów, — w istocie było ich znacznie więcej, była to cała szkoła, tak nazwana *Accademia Leonarda Vincii*. W tej akademii Vinci miewał istotne wykłady. a większość pism, jakie po nim pozostały, składa się właśnie z notat przygotowanych dla tych wykładów. Tyle tam prawie szkiców i rysunków co i tekstu, a ten tekst, w starym włoskim języku, pisany jest zawsze na sposób wschodni, od prawej ręki ku lewej.

Dla badacza dziejów nauk ścisłych i techniki, kryją się w tych pismach nieprzebrane skarby. Są tam i niektóre wnioski fałszywe, zbyteczne dowodzenia, ale jak słusznie mówi Venturi „wiele jest złota w tym piasku.“ Vinci, pierwszy po Archimedesie, stosuje stale matematykę do budowy maszyn i do wszelkich prac technicznych. Uważa ją za jedyne pewnego przewodnika w badaniu i twierdzi, że „niema żadnej pewności w naukach, do których się nie daje przystosować matematyka, lub które w jakikolwiekby sposób od niej nie zależą.“

Mechanikę zwie on rajem umiejętności matematycznych ¹⁾. Wspomniałem już o znaczeniu prac

¹⁾ W tomie E, str. 8, rękopismów paryskich znalazł Grothe to zdanie: „La meccanica è il paradiso delle scienze matematiche perché con quella si viene al frutto delle scienze matematiche.“

jego w tym zakresie. Podczas gdy wszyscy uczeni, prawie do końca XVI stulecia, powtarzają jeden za drugim ciemne formułki Arystotelesa, Vinci wyklada zasady umiejętności z tą jasnością i prostotą, jakie im nadał Archimedes. Teorią drąga ¹⁾, równi pochyłej, klina, krążka i kołowrotu, podaje ściśle, objaśniając szkicami tak wymownymi, że żadnej nie pozostawiają wątpliwości.

W jednym z pism swoich mówi, że „gdy jakkolwiek maszyna użyta jest do wprowadzania w ruch ciała ważkiego, to wszystkie jej części, mające takiż sam ruch jak ciało, ponoszą obciążenie równe ciężarowi tegoż ciała. Jeżeli poruszająca część maszyny ma w tym samym czasie więcej ruchu niż ciało poruszane, to mieć będzie zarazem więcej siły, i to o tyle więcej, o ile prędzej się porusza od tego ciała. Jeżeli część poruszająca ma mniej prędkości niż ciało poruszane, to mieć też będzie i o tyle mniej siły.”

W tych słowach, dość jasnych, pomimo pewnej rozwlekłości wyrażen, zawiera się jedno z najważniejszych praw mechaniki, wywiedzione matematycznie przez Lagrange'a, a zwane w nauce prawem prędkości przysposobionych. W prostych słowach wyrazić je tak można: co się zyskuje na sile, to się traci na prędkości. Przyjmowano dotąd, że pierwszy przewidział to prawo Galileusz.

Grothe przytacza kilkanaście zdań Leonarda, o siłach i o ruchu ciał, uderzających swą prostotą i ja-

¹⁾ W rękopismach Leonarda spotykamy po raz pierwszy teorią sił działających ukośnie na drąg.

snością. Dowodzą one, jak dokładnie zdawał sobie sprawę Vinci z zasadniczych pojęć mechaniki. I tak na przykład mówi, że gdy ciało pod działaniem siły przebiega pewną przestrzeń w danym przeciągu czasu, to przy tej samej sile przebiegnie połowę tej przestrzeni w połowie tegoż czasu. Jest to do pewnego stopnia określenie ruchu jednostajnego, przy którym, jak wiadomo, przestrzeń przebieżona jest proporcjonalną do czasu.

Uderzenie określa Vinci jako siłę działającą w czasie bardzo krótkim. Przeciwno ruchowi nieustającemu (*perpetuum mobile*) oświadcza się stanowczo — i kilkakrotnie dowodzi niemożności tej mrzonki. Nad tarcie niewątpliwie robił doświadczenia. a jeśli mu jeszcze daleko do praw odkrytych przez Coulomba, to wie jednak, że tarcie jest niezależnem od wymiarów powierzchni ciał w zetknięciu, a zależnem od gładkości tych powierzchni i od ciśnienia.

Ślady doświadczeń, jakie wykonywał Vinci nad wytrzymałością materiałów, spotykamy także w jego pismach, pod postacią szkiców, nader zbliżonych do tych, jakie i dziś jeszcze podawane są w podręcznikach. Badał on opór, jaki stawiają belki proste przy wyginaniu, wytrzymałość na ściskanie i na rozciąganie, — obliczał moc gwoździ, śrub i łańcuchów, Wszystko to, jak mniemano dotąd, pierwszy miał próbować Galileusz.

Rzec można, że nie było takiej gałęzi mechaniki teoretycznej i stosowanej, w którejby dziedzinie Vinci nie pracował. Jak z jednej strony stosował me-

chanikę do wykrywania praw natury, tak znów z drugiej korzystał z niej w sztuce, celem naśladowania naturalnych ruchów i kształtów. Na mechanice też w znacznej części opierały się jego studia anatomiczne. Kości rąk i nóg rozważał jako drągi ¹⁾, a ruch zwierząt i ludzi objaśniał na zasadzie praw mechanicznych. Z równem powodzeniem także stosował mechanikę i geometryę, przy projektowaniu ozdób architektonicznych.

Pierwszy we Włoszech ²⁾ używa Vinci w swych pismach znaków algebraicznych: więcej t. j. krzyżyka (+) i mniej t. j. kreski (—). Geometrię stosuje do wszystkiego i figur geometrycznych w jego pismach pełno. Szuka kwadratury koła, oczywiście bezskutecznie, ale w końcu sam zaznacza niemożność jej obliczenia. Oznaczenie środka ciężkości ostrosłupa, przypisywane dotąd Commandinowi lub Maurolicowi, jest dziełem Leonarda.

Geometria ułatwiła mu prace nad perspektywą, którą sterem malarstwa nazywa. A określa ją z przedziwną ścisłością. „Weź taflę szkła — mówi — i postaw ją pionowo między okiem a przedmiotem, który masz malować. Następnie, na trzecią część dłu-

¹⁾ Odnosne szkice Leonarda oglądać można w Academia delle Belle Arti w Wenecyi. Z niektórych rysunków F. Ongania w Wenecyi wydał fotodruki.

²⁾ Pogląd na wiadomości matematyczne owych czasów znaleźć można w dziele Ghaligat: *Summa de Arittimetica*, Firenze 1521. Rzecz ta również jest nader starannie opracowana u Grothe'go.

gości ramienia, oddał się od taflę, trzymaj głowę w zupełnym spokoju, zamknij jedno oko — maluj to wszystko, co widzisz przez taflę.“ Jestto istotnie najprostsza droga otrzymania obrazu, zgodnego z prawami perspektywy liniowej.

Liczne a nader ciekawe ślady prac Leonarda w dziedzinie optyki spotykamy także w jego rękopismach. Przedewszystkiem znajdujemy tam nie tylko ścisły opis ciemni optycznej, którą tylu innym późniejszym uczonym przypisywano, ale nadto i zastosowanie jej teorii do oka ludzkiego. Znał Vinci dobrze mechanizm organu wzroku, zasadę patrzenia dwoma oczami, budował zwierciadła wklęsłe i szczegółowo badał teorią cieniów.

Nie zaniedbał też spożytkować tego obszaru wiadomości, w zakresie sztuki stojącej zawsze na czele wszystkich jego zajęć — w zakresie malarstwa, jak tego dowodzi przełożony na wszystkie języki, a przez Gersona na polski, jego „Trattato della Pittura.“ Ale co mówić o tym wykładzie teorii wobec arcydzieł praktyki, jakie stworzył Leonard jako malarz w Medyolanie, a zwłaszcza wobec głównego z nich: Wieczery Pańskiej, której cenne szczątki do dziś jaśniają niczem niezaćmionym blaskiem w klasztorze Santa Maria delle Grazie.

Sprowadzony do Medyolanu przez Ludwika Moro, maluje portrety i obrazy, urządza wielkie uroczystości dworskie podczas ślubów księcia z Beatryczą d'Este, a potem Blanki Sforza z cesarzem Maksymilianem. Jednocześnie wprowadza do Medyolanu

architekturę rzymską i grecką, a przytem bierze udział w budowie gotyckiej katedry, modelując wieżyczki i inne szczegóły. Wtedy także próbuje wyrzynać w drzewie rysunki i odbijać je na papierze. Dla swej księżnej buduje pałace i łazienki, pracuje z zapalem pod uroczym jej wpływem, a gdy umiera ta anielska towarzyszka ponurego tyrana, na żądanie księcia maluje wiekopomną Wieczernię Pańską na ścianie klasztoru, który był ulubionem schronieniem Beatryczy w ostatnich latach jej życia.

Rok 1497 stanowi datę pamiętną w dziejach sztuki — datę ukończenia obrazu. Malował go Vinci — jak prowadził wszystkie swe prace — na pozór dorywczo, ale z nieprzerwanym wysiłkiem myśli i przy ciągłym i pracowitem zbieraniu materyałów. Przeor klasztoru, zniecierpliwiony długotrwałem zastawieniem refektarza różnymi przyborami malarstwa, skarżył się księciu, że Vinci od czasu do czasu zaledwie zjawia się w klasztorze, trochę pomaluje — i robota wlecze się bez końca. Księżę woła do siebie malarza i wyrzuca mu jego lenistwo, — ten zaś dziwi się oskarżeniu, utrzymując, że przeciwnie całemi dniami pracuje nad obrazem. Po pewnym czasie przeor znów się skarży, donosi księciu, że na obrazie brak już tylko głowy Judasza, a Vinci ani zagląda do klasztoru. Księżę zaczyna się gniewać, a tymczasem przywołany malarz powstaje przeciw mnichom. „Alboż oni co wiedzą o malarstwie — mówi. — Prawda, brak tylko głowy Judasza, ale też to był łotr jakich mało i takim trzeba go przedstawić. Więc od roku zwie-

dzam najskrytsze zaułki Medyolanu, chodzę między zbójów i szukam takiej głowy. Znalazłszy, w jednym dniu skończę obraz. Ale jeżeli nie znajdę, to zmuszony będę poprzestać na głowie szanownego przeora, który mnie oskarża. Będzie tam ona na swoim miejscu.“ Ta opowieść Giraldi'ego ¹⁾ charakteryzuje dowcip Leonarda i jego system pracy.

A zresztą, czy mógł nie rozstawać się często z paletą, przy różnorodnych swych robotach i wykładach. Jako inżynier, z polecenia Ludwika Moro, projektować musiał i wykonywać połączenie pod Medyolanem kanału Martesano, z kanałem rzeki Ticino. Nie była to pierwsza jego praca w zakresie robót wodnych.

Mówiłem już o projekcie uszlusowania Arno, który młodym jeszcze będąc, sporządził we Florencji. Miał on na celu nie tylko umożliwienie żeglugi na Arno, ale i użyczenie kamienistych równin Prato i Pistoja, przez zatrzymywanie, w odpowiednio urządzonych zbiornikach, szlamu, bezużytecznie unoszonego przez rzekę i oddawanie go na użytek rolnictwa. Według Pliniusza, Etruskowie już używali tej metody; pierwsze jednak ściśle jej zasady spotykamy w pismach Vinci'ego. W dwieście lat później Viviani urzeczywistnił myśl Leonarda, budując kanał żeglowny między Florencją a Pizą.

¹⁾ Giraldi wydał w r. 1554 rozprawę o sposobach pisania utworów dramatycznych. Przytoczywszy powyższą anegdotę, dodaje, że i dramaturg w ten sposób powinien postępować, chwytając niejako naturę na uczynku

Okolice Medyolanu zawdzięczają także swą żyzność nawodnianiom pól, jakie urządził Vinci, budując wzmiankowane połączenie kanału Martesana z kanałem rzeki Ticino. Na tym kanale łączącym wznosił Vinci kilka wielkich szluz podwójnych. Celem takich szluz jest podnoszenie albo opuszczanie statków, na granicy dwóch części kanału, mających dna położone na różnych wysokościach. Szluzy podwójne, zbudowane przez Leonarda, po raz pierwszy urzeczywistniły w szerszym zakresie pomysł dwóch inżynierów z Witerby, których nazwisk nie dochowały dzieje, gdyż przedtem zbudowano tylko niewielkie szluzy pod Padwą, na kanale Brenty. Pomysł ten, ulepszony i wprowadzony w życie przez Vinci'ego, otworzył nową erę budowy kanałów żeglownych.

Zaznaczone projekty i budowy nie były dziełem rutyny, ale owocem ścisłych badań teoretycznych nad hydrauliką. Nazwa tej umiejętności powtarzana bywa często w życiu potocznym, dla oznaczenia różnego rodzaju robót wodociągowych lub kanalizacyjnych, ale to nazwa tylko, a właściwie jej nadużycie. Hydraulika, w istotnym znaczeniu tego wyrazu, to mechanika stosowana ciał płynnych, to zbiór prawideł, mogących kierować inżyniera, przy rozwiązywaniu zadań, dotyczących się ruchu płynów. Elia Lombardini, poważny dziejopis zawiązku i postępu tej gałęzi wiedzy, w jej istotnej kolebce — Italii, nazywa Vinci'ego „założycielem umiejętności hydraulicz-

nej¹⁾, a tytuł ten uzasadnia podobnie jak Cialdi, zdobiący Leonarda mianem twórcy teorii „rozchodzenia się fal”²⁾.

To, co wygłosił w sto lat po Vincim uczeń Galileusza, Castelli³⁾, do ostatnich czasów za twórcę hydrauliki uważany, spotykamy już w rękopismach Leonarda. Ilość wody, wypływającej w ciągu pewnego czasu, przez otwór w ścianie kanału, mierzy on, tak jak Castelli, dokładniej jeszcze. Wzór do ściślego obliczania tej ilości oparto dopiero na prawie, jakie odkrył drugi uczeń Galileusza — Torricelli⁴⁾ i na doświadczeniach w osiemnastym stuleciu wykonanych⁵⁾.

¹⁾ „Il fondatore della scienza hydraulica.” Patrz Lombardini'ego: *Osservationi storico critiche sopra dell origine del progresso della scienza hydraulica nel Milanese et in altri parti d'Italia* (Grothe, str. 19).

²⁾ Alessandro Cialdi. *Leonardo da Vinci fondatore della dottrina sul moto ondoso del mare. Il Polytechnico* 1873.

³⁾ Castelli w małym dziełku o biegu wody, ogłoszonym w r. 1628, tłumaczy niektóre zjawiska tego biegu, ale myli się jeszcze co do prędkości, które przyjmuje za proporcjonalne do wzniesienia poziomu wody w zbiorniku.

⁴⁾ Torricelli ogłosił swe odkrycie w r. 1643, opierając je jedynie na powadze doświadczeń. Twierdzenie Torricellego niewywiedzione przezeń matematycznie, wypadło dopiero jako szczególny przypadek twierdzenia Bernoulli'ego, dającego prędkość na któremkolwiek przecięciu żyły wodnej, a opartego na przypuszczeniu równoległości warstw (Daniel Bernoulli, *Hydrodynamica* 1738).

⁵⁾ Mowa tu o słynnych doświadczeniach profesora Michellotti'ego we Włoszech (1764 — 1774) i księdza Bossut'a we

Znajomość praw równowagi cieczy, wywiedzionych przez Archimedesesa, uwydatnia się w każdym ustępie prac hydraulicznych Leonarda. Uczy on, że w rurce zakrzywionej, czyli w syfonie, którego oba ramiona podniesione są do góry, ciecz układa się w tych ramionach do poziomu. Gdy dwie ciecze różnych gęstości napełniają: jedna — jedno, a druga — drugie ramię syfonu, to ciecz lżejsza wznosi się wyżej i o tyle wyżej, o ile jest lżejszą. Takiż sam syfon, tylko o nierównych ramionach, służy — jak wiemy — do wyprowadzania cieczy z naczyń — górą. Ramię krótsze wstawia się naprzykład do otworu, zrobionego u góry w leżącej beczce, a ciecz wessana do rurki, wypływa potem ciągle przez ramię dłuższe. Vinci uczy, że prędkość tego wypływu zależy od wzniesienia poziomu cieczy, w której jest zanurzone ramię krótsze, po nad otwór dłuższego ramienia.

Zjawisko wirów na rzekach, niewątpliwie znane już i starożytnym, Vinci pierwszy ściślej poddał obserwacji. Zróbmy mały otworek w dnie szklanki, napełnionej wodą. Woda wyciekać zacznie a powierzchnia jej w szklance przybierze kształt lejka, będącego wynikiem wirowego ruchu cząsteczek. Vinci wykazał, że wiry utworzone są ze

Francji (1771 — 1776), przedewszystkiem zaś o późniejszych nieco doświadczeniach Dubuat'a, uważanych podziśdzień (odnośnie do wypływu cieczy przez otwory) za podstawę hydrauliki praktycznej. a ogłoszonych w dziele „*Principes d'Hydraulique*“ wydanem w r. 1786.

spółśrodkowych warstw cieczy, obracających się każda z inną prędkością i że prędkość ta rośnie jednostajnie od obwodu ku środkowi. Venturi, który rozwinąwszy teoretyczne poglądy Newtona w kwestyi wirów, przystosował je do hydrauliki, przyjął za podstawę swych badań spostrzeżenia Leonarda ¹⁾.

Zadalekoby mnie zawiodło szczegółowe rozpatrywanie wiadomości hydraulicznych, zamkniętych w pismach Vinci'ego, wszakże o jednym jeszcze ich dziale wspomnieć tu muszę, mianowicie o teorii rozchodzenia się fal. Wpada kamień do stawu, a widzimy od punktu w którym upadł, rozbiegające się fale w postaci kręgów spółśrodkowych, coraz to większych. Na czym polega

¹⁾ Venturi ogłosił w r. 1798 nader ciekawą rozprawę: „Recherches experimentales sur le principe de la communication laterale du mouvement dans les fluides“ (Paris, an VI): w której rozwinął teorią bocznego udzielania się ruchu w płynach. Zauważył on, że żyła cieczy w ruchu dąży zawsze do pociągania za sobą cząsteczek cieczy w spokoju, żyłę otaczających i wyciągnięte ztąd wnioski zastosował do teorii wirów na rzekach, przystawki walcowej i do budowy wielu przyrządów, które projektował w celu osuszenia bagien. Na początku bieżącego stulecia, zasada bocznego udzielania się ruchu w płynach zajmowała wiele umysłów wynalazczych. Między innymi generał Michał Sokolnicki, przyjaciel Mongolfiera, oparł na tej zasadzie swoją *trąbę hydrauliczną* do osuszania bagien, opisaną w rozprawce: „Opuscules sur quelques parties de l'Hydrodynamique, par M le General de division Michel Sokolnicki, Commandeur de l'Ordre militaire polonais, Officier de la legion d'honneur“ (Paris 1811).

to zjawisko? Czy to cząsteczki wody, uderzone kamieniem, rozlatują się tak na wszystkie strony, biegnąc w poziomych kierunkach. Tak mniemali liczni uczeni i budowali na tych mniemaniach fantastyczne teorie.

Dopiero od Newtona zaczyna się postęp tego działu umiejętności. Wykazano, że fale są wynikiem wahań cząsteczek wody, wahań odbywających się w kierunku pionowym. Rzućmy słomkę na powierzchnię stawu, w który obok przed chwilą wpadł kamień, fala biedz będzie, a słomka pozostanie w miejscu. Na tej podstawie opartą została cała obecna teoria rozchodzenia się fal ¹⁾. Lecz nie tylko ową podstawę, ale i wiele wynikających z niej wniosków spotykamy już w pismach Vinci'ego. A wyraża się on tak ściśle, tak zgodnie z dzisiejszymi poglądami, że zdania uczonych, którzy ten przedmiot w naszym wieku

¹⁾ Newton przyrównywał to zjawisko do wahań słupa cieczy ważkiej w przewróconym syfonie, albo wreszcie do ruchu wahadła, ale teoria jego uznana dziś została za niedostateczną. Lagrange wywodził w „*Mechanice analitycznej*,” że prędkość rozchodzenia się fal, w kanale płytkim z dnem poziomym, jest równa prędkości nabytej przez ciało ważne, spadające z wysokości równej połowie głębokości wody w kanale. Kwestya badana była doświadczalnie przez Bidone'a w r. 1824, przez John Scott Russel'a w r. 1843 a wreszcie przez Bazin'a, który wyłożył ją wyczerpująco w dziele: „*Recherches hydrauliques sur l'écoulement de l'eau dans les canaux découverts et sur la propagation des ondes*” (Darcy et Bazin). Paris 1866.

uprawiali, wyglądają nieraz jakby wyjęte z rękopismów Leonarda. Porównanie nawet, jakie zrobił, fal na powierzchni wody z falami jakie tworzy wiatr na polu zbożem porośłym, — to porównanie tak zasadne, spotkać można w dziełach autorów nowoczesnych.

Uczony, który przewidział tak genialnie teorią rozchodzenia się fal na powierzchni wody, w pracach swoich pominąć nie mógł powietrznych fal dźwięków. A że i tu stanął prawie na wysokości dzisiejszej nauki, więc wykładał Vinci, że fale głosowe rozchodzą się w postaci kół, z miejsca, w którym powstają i że każda taka fala przechodzi na wskroś drugiej, inne źródło mającej. Niema dźwięku, gdzie niema powietrza i przyrządu, który je w ruch wprowadza. Wychodząc z tej zasady, starał się Leonard obliczać oddalenie źródła głosu, przez mierzenie czasu, potrzebnego na dojście dźwięku do ucha obserwatora. Zbudował nawet w tym celu specjalny przyrząd, naszkicowany w jednym z rękopismów.

Ale nie na tem się kończą jego prace w dziedzinie akustyki. Od czasów Pitagorasa i jego uczniów, Leonard był pierwszym poważnym pracownikiem na tem polu, stosującym rachunek do budowy narzędzi muzycznych. Między innemi podaje on także znany dziś powszechnie fakt, że gdy wprowadzamy w drganie strunę wydającą pewien ton, to drganie to znajdzie swój oddźwięk we wszystkich strunach, znajdujących się w pobliżu, które

do tego samego tonu są nastrojone. Odkrycie tego zjawiska przypisywano dotąd mylnie Galileuszowi.

Mimochodem wspominając tu o pracach naukowych Leonarda Vinci, większy lub mniejszy związek z techniką mających, zaznaczyć wypada, że obszernem dziełem zaledwie streścić by było można, rozproszone w jego rękopismach a odnoszące się do nauk ścisłych różnorodne wykłady, dowodzenia i poglądy. Nie dziw więc, że nauki i sztuki kwitnęły w Medyolanie pod wpływem mistrza, geniuszem swym rzucającego blask wspinały na ciemne zresztą lata panowania Ludwika Moro.

Dwuznaczna rola tego księcia, podczas wojen królów francuskich we Włoszech, miała się już ku końcowi. W lutym 1498 r. odbyły się na jego dworze ostatnie rozprawy naukowe, pod przewodnictwem Leonarda, a wkrótce potem zawrzała walka, której wynikiem było wzięcie do niewoli Ludwika Moro przez Francuzów. Leonard, uchodząc przed burzą, był we Florencyi, a dłuższy czas przesiedział w willi Vaprio, należącej do przyjaznej mu rodziny Melzich.

W roku 1500 może i był w Rzymie i słuchał nauk Kopernika, jak to uwidocznili Gerson na známym obrazie, przedstawiającym wielkiego astronoma, gdy wykłada wobec Aleksandra VI i Cezara Borgii. Przypuszczenie to, choćby historycznymi dowodami niepoparte, ma wszakże swą podstawę,

gdyż Vinci uprawiając wszystkie nauki ścisłe, nie pomijał i astronomii. A jak wszędzie, tak i tu pozostawił wybitne ślady swego geniuszu. Zawdzięczamy mu, między innemi, przedtem Moestlinowi i Kepplerowi przypisywane, objaśnienie popielatego światła księżyca na nowiu, jako powstającego przez odbicie się promieni słonecznych od ziemi. O ruchu wirowym ziemi, Leonard nie tylko że wspomina wyraźnie, ale nadto na zasadzie tego ruchu spadek ciał objaśnia.

Wzywany przez medyolańczyków do urządzenia uroczystości na cześć zwyciężkiego Ludwika XII, Vinci zastosował przytem swą biegłość w budowie maszyn, puszczając w ruch automaty, w postaci lwów. Wkrótce potem widzimy go we Florencyi, gdzie maluje portrety pięknych dam tamtejszych. W „salon carré“ w Luwrze, jaśnieje do dziś nieporównanym wdziękiem portret Mony Lizy, żony bogatego florentczyka Franciszka del Giocondo. Podobno przez cztery lata malował ten portret Vinci. Trochę za długo — szemrzą krytycy, to wina modelu — protestują artyści. Bądź co bądź ta zwłaszcza okoliczność w problematycznym stawia świetle stosunek Leonarda do Mony Lizy, że portret żony bogatego patrycyusza pozostał po ukończeniu własnością artysty. Franciszek I, pomimo kłopotów pieniężnych, kupił go za 45,000 franków i arcydzieło pozostało własnością Francyi.

W roku 1502, na żądanie Cezara Borgii, wo-

jującego wówczas przy pomocy ojca, w celu rozszerzenia swoich posiadłości, mistrz rzuca nagle paletę, by się przemienić w inżyniera wojennego i bierze się do budowy fortec i maszyn wojennych, urzeczywistniając to wszystko, co przyrzekał w przytoczonym tu liście do Ludwika Moro I w tej dziedzinie przewyższa Vinci współczesnych, jak o tem przekonać się można, porównywając odnośne ustępy jego rękopismów, z tem co podaje Machiavel ¹⁾ i Albert Dürer ²⁾. Buduje armaty i strzelby, rozważa ruch pociskow, bada wyrób prochu i podaje przepis na ogień gregoryański. A że zawsze opiera swe prace na danych naukowych, więc rozmyśla nad naturą powietrza i paleniem się ciał. Miał on nader jasne poglądy w tej kwestyi. Twierdził naprzykład, że powietrze ma wiele części składowych, jest ciałem ważkiem, sprężystem i z cząsteczek złożonem. Wiedział, że w niejednakowo gęstym powietrzu, ciała mają różny ciężar, — że ciało, bardzo szybko poruszające się w powietrzu, zgęszcza takowe przed sobą.

Były to wszystko poglądy, przynoszące zaszczyt poprzednikowi Torricellego i Galileusza. Ale szczególnie jasno zdawał sobie sprawę Vinci z roli powietrza, przy paleniu się ciał. „Prąd powietrza —

¹⁾ „Rozmowy o sztuce wojennej.“

²⁾ Słynny ten malarz wydał najpierwsze w Niemczech dzieło o budowie fortec, w Norymberdze, w r. 1528.

mówi on w jednym z pism swoich — powstający w około płomienia, podtrzymuje takowy i podsyca. Ogień niszczy wciąż powietrze i gdyby świeże nienapływało, powstałaby próżnia. Gdzie ogień nie może się palić, tam i zwierze żadne żyć nie może... W środku płomienia świecy dym się tworzy, bo powietrze nie może się tam przedostać. Zatrzymuje się ono na powierzchni płomienia, który zgęszcza. Zasilając płomień, powietrze przemienia się na takowy i pozostawia próżnię, którą znów wypełnia dalej napływające powietrze.“ Zdania te są istotnie zadziwiającemi, w epoce poprzedzającej o półtrzecia wieku prace Lavoisier'a i innych twórców chemii.

W rękopismach mistrza spotykamy szkice różnych przyrządów, służących do wyrobu prochu, pieców do wypalania szkła, a także rysunek przyrządu dystylacyjnego, t. j. kotła połączonego z oziębialnikiem. Znajdujemy tam także szkice cylindrów i globów szklanych, służyć mających do powiększenia siły świetlnej płomienia. Proponował on wypełnianie wodą przestrzeni wolnej między cylindrem a globem. Znane więc już były Vinci'emu szkła i kule lamp dzisiejszych, których wynalazek przypisywano dotąd, już to Langemu, już też inżynierowi francuskiemu, przez długie lata goszczącemu w naszym kraju, twórcy maszyn do przędzenia lnu — Girardowi.

Jako inżynier główny armii Cezara Borgii, Leonard przebywał kolejno w Urbino, Rimini,

i Sienie. Tam to w r. 1504 otrzymuje wezwanie signoryi florenckiej, by stanął do konkursu na wielki obraz historyczny, zdobić mający w pałacu rządowym salę wielkiej rady.

Przedmiot tego fresku miał być wzięty z wojen florenckich XV wieku. Dwóch artystów tylko wezwano do konkursu, ale byli nimi Leonard Vinci i Michał Anioł. Oba wystawili szkice obrazu. Leonard, korzystając z wiadomości, nabytych podczas modelowania posągu konnego Franciszka Sforzy, wziął za przedmiot szarżę kawaleryi w bitwie pod Anghiari,—Michał Anioł ufny w swą sztukę malowania ciała ludzkiego, przedstawił scenę z oblężenia Pizy, gdy żołnierze florentcy, kąpiący się w Arno, zaskoczeni wycieczką oblężonych, pędzą do broni. Spółcześni podziwiali oba arcydzieła, ale konkurs nie został rozstrzygnięty. Nie było sędziów do wydania wyroku, bo i kto mógł rozstrzygać między dwoma mocarzami sztuki? Chyba zapowiadający się dopiero trzeci potentat, chyba młody Rafael, przybyły wtedy umyślnie z Rzymu, dla oglądania wystawionych szkiców.

Medyolan tymczasem, rządzony przez francuzów, nie mógł się obejść bez swego mistrza. Kardynał Grzegorz d'Amboise, pierwszy minister Ludwika XII, pełen uznania dla talentów Leonarda, sprowadza go tam napowrót. I znów wraca Vinci do zajęć inżynierskich, około budowy kanału Martesana. Kanał ten, zasilany wodą rzeki Addy a w części nawet przeprowadzony przez

samo koryto tej rzeki, połączony przez Leonarda z kanałem rzeki Ticino, jeszcze za panowania Ludwika Moro, trzeba było pociągnąć dalej, od Trezzo do Brivio, by uzupełnić drogę wodną między Medyolanem a jeziorem Como. Vinci sporządza szczegółowy projekt tego przedłużenia i rozpoczyna roboty. Wierci przytem otwory świdrowe, by wodą źródeł wypełnić braki, dotkliwe dla żeglugi a spowodowane użytkowaniem znacznych ilości wody rzecznej do nawodniania pól. Obmyślony przezeń został w tym celu świder ręczny, naszkicowany w jednym z rękopismów.

Tu też zaznaczyć wypada jego prace z dziedziny geologii, liczne szkice zwierząt i roślin kopalnych, oraz spostrzeżenia nad niszczącym działaniem potoków alpejskich. Widocznie także, dla prowadzonych wtedy pomocniczo spostrzeżeń meteorologicznych, sporządził Vinci pewien rodzaj wilgociomierza, opartego na tej zasadzie, że gdy w powietrzu suchem dwie kulki, jedna z bawełny a druga z wosku, mają równy ciężar i zawieszane na szalce pozostają w równowadze, — to w wilgotnem powietrzu kulka z bawełny, pochłaniając wilgoć, staje się cięższą i tem więcej przeważa kulkę woskową, im wilgoć jest większa.

Spotykamy również w rękopismach szkic skafandra, to jest przyrządu służącego do poszukiwań podwodnych. Przyrząd ten, taki jak dziś jest używany, składa się ze szczelnego hełmu, połączonego z ubraniem nieprzemakalnym. Do hełmu, zaopatrzo-

nego w szkła oczne, giętką rurą doprowadzane jest powietrze, utrzymujące przy życiu pod wodą w ten sposób odzianego nurka. Wreszcie znajdujemy w rękopismach mnóstwo rysunków kół wodnych, nasiębiernych i śródbiernych, a także i kół umieszczonych poziomo, w rodzaju dzisiejszych turbin. Ostatnie szkice, jakkolwiek nieobjaśnione opisem, pozwalają wszakże przypuszczać, że Vinci przeczuwał główną zasadę tych pięknych machin wodnych, stanowiących istotną chlubę naszego stulecia.

Cztery lata spokojnej poświęcone pracy, przeżył mistrz w Medyolanie, pod opiekuńczem skrzydłem kardynała d'Amboise. Śmierć tego protektora znów przerywa ciszę. Wkrótce potem wre wojna w Lombardyi. Maksymilian Sforza, syn Ludwika Moro, odzyskuje książęcy tron swej rodziny, — ale walczyć musi z Ludwikiem XII-ym. W końcu ustępują francuzi, a niedługo i Vinci, wraz z uczniami swymi, opuszcza Medyolan. We Włoszech powstaje właśnie nowe ognisko sztuki. Na kraj cały roztaczać zaczyna swe światło stolica papieżów, pod berłem Leona X-go. Tam też i mistrz nasz podąża sześćdziesięcioletni już przeszło, ale zawsze pełen młodzieńczej siły ducha.

Podróż go nie trudzi — i owszem, dowcipem swym Leonard rozwesela towarzyszków. Lepi z wosku lekkie figurki zwierząt, za łada podmuchem wiatru latające w powietrzu. Żywej jaszczurce przypina skrzydła, ulepione z łuski, w środku puste a zawierające odrobiny żywego srebra, które je w ruch

wprawia, za każdym poruszeniem się zwierzęcia. Dalej obmalowuje jaszczurkę i przylepia jej rogi, strasząc tym potworem swych przyjaciół. Nie raz, gdy siedział w pokoju, podczas gdy w sąsiednim czekali znajomi, wprowadzał tam niepostrzeżenie kiszki baranie, ściśnięte w garści, a następnie niewidziany nadymał je miechem. Kiszki pęczniały, wypełniając zwolna cały pokój, tak, że obecni musieli uciekać. Przyrównywał je Leonard do cnoty, której nie znać zrazu, a która w końcu panuje swą wyższością.

W Rzymie, ma malować obrazy dla Papieża, ale jakby niechętnie bierze się do dzieła. Czuje może, że jego gwiazda opuszczać się zaczyna, podczas gdy inne podążają ku zenitowi. Vinci - artysta, z kolei ustępuje miejsca Buonarrotti'emu i Rafaelowi. Papież się niecierpliwi, a Leonard tymczasem, nie spoczywający nigdy, przerzuca się od jednych zajęć do drugich. Przyrządza farby olejne, rozmyśla nad lataniem w powietrzu, buduje sztuczne skrzydła i spadochrony.

Ustroje mechaniczne były zawsze ulubionym przedmiotem jego prac i rozmyślań. Wyliczenie wszystkich maszyn i przyrządów, których szczegółowe rysunki wypełniają jego rękopisma, nie jest tu moźebnem. Ale o najważniejszych choć wspomnieć wypada. Pierwsze tu miejsce należy się ocenionemu już należycie przez znawców, szkicowi przyrządu do przedzenia ¹⁾. Jestto rodzaj ulepszo-

¹⁾ Patrz Grothe'go: Bilder und Studien zur Geschichte vom Spinnen, Weben, Nehen (Berlin 1875), str. 21.

nego kołowrotka, o dwóch wrzecionach, z zastosowaniem różnicy w szybkości obrotu wrzeciona i cewki. Czy przyrząd ten używany był w czasach Leonarda i do jakiego przedziwa, niewiadomo, ale jego ustrój mechaniczny stoi wyżej od kołowrotka Jürgena z XVI-go wieku i przyrównany może być zaledwie do przyrządów angielskich z końca XVIII-go stulecia. Dalej idą liczne szkice przyrządów tkackich, maszyn do strzyżenia sukna czyli postrzygalni, do prania sukna czyli pralników i wreszcie przyrządów powroźniczych, które według słów Grothego, chyba doskonalszym swym ustrojem różnią się od dzisiejszych. Na wyrób sznurów musiał zwracać Vinci baczna uwagę, używając ich ciągle do wiązania belek w konstrukcjach i do różnych narzędzi rzemieślniczych.

Z innych działów technologii mechanicznej, spotykamy w rękopismach Leonarda wydatniejsze rysunki: mechanizmu zegarowego, młynów, wind, pomp wodnych, pił kamieniarskich, kołowrotka garncarskiego, maszyn do walcowania żelaza, heblarek, wiertarek, maszyn do nacinania pilników i wreszcie wielu urządzeń, służących do przesyłania ruchu w maszynach. Naszkicował też Vinci różne typy łańcuchów, a między niemi znajdują się także znane dziś powszechnie pod nazwą łańcuchów Galle'a albo Vaucanson'a.

Mechanika osładza mistrzowi gorzkie nieraz chwile pobytu w Rzymie. Potężniejący wciąż geniusz Michała Anioła coraz mniej znosił spółzawodnictwo

i w końcu Vinci postanowił ustąpić. Przyjmując serdeczne zaproszenie Franciszka I-go, wybrał się, starzec już prawie, z paroma uczniami a w ich liczbie zawsze wiernym Melzim, w daleką podróż do Francyi. Przyjaźń wielkiego monarchy rozjaśniła ostatnie lata życia Leonarda. Spędził je w darowanym mu przez Franciszka zameczku Cloux, dziś Clos Lucé, w pobliżu Amboise, rezydencji królewskiej. Pracował jeszcze, o ile mu siły pozwalały, — a jeżeli nie znaleziono żadnych jego obrazów z tego czasu, za to pozostały wykończone rysunki kanału, jaki projektował Vinci w pobliżu Romorentin.

Kanał ten, zasilany wodą z rzeki Cher, służyć miał tak do żeglugi, jak i do nawodniania pól. Szluzy podwójne, opracowane nader starannie w tym projekcie, były wówczas zupełną nowością dla Francyi, której kanały żeglowne dopiero za Henryka IV-go rozwijać się zaczęły. Dziś liczy Francya około dwóch tysięcy takich szluz na wszystkich swych kanałach, a przez długi czas poczytywano tam Leonarda za wynalazcę szluz podwójnych.

Otoczony opieką króla i czcią mieszkańców przybranej ojczyzny, zmarł Vinci w r. 1519, na śmiertelnem łożu, Boga i ludzi prosząc o przebaczenie, że nie zdziałał dla swej sztuki wszystkiego co mógł uczynić. Te słowa, które powtarza Vasari, prawdopodobnie według opowiadań Melzi'ego, obecnego przy śmierci Leonarda, charakteryzują wzniosłą duszę mistrza. Szlachetność charakteru, słodczy obej-

ścia, bezinteresowność, cechowały go jako człowieka. Jako artysta, Vinci pierwszy zwyciężką dłonią przedarł mroczną zasłonę wieków średnich, stając się według słów Houssaye'a: „jutrzenką, światłem, niemal słońcem epoki odrodzenia.“

Uczniom, którzy mu towarzyszyli do Francji, a głównie Melzi'emu, zapisał Leonard całe swoje mienie. Niezapomniat też i o służącej, Mathuryńie, która go doglądała we Francji, zapisując jej „ubranie z czarnego sukna, obszyte futrem, i dziesięć dukatów w złocie.“ Stosownie do wyrażonego w testamencie ¹⁾ życzenia, Vinci pochowany został w kościele ś-go Florentyna w Amboise. Arsène Houssaye w r. 1863 odnalazł tam jego szczątki. Poszukiwania te zarządzone były przez Napoleona III-go, który pragnąc uczcić we Francji pamięć wielkiego męża, wzniósł piękny pomnik na jego grobie. Tak, druga ojczyzna Leonarda nie dała się wyprzedzić pierwszej. Wspomniany już, wspinały pomnik medyolański, stanął w roku 1872.

Melzi odziedziczył najważniejszą część spuścizny po Leonardzie — rysunki i rękopisma, które później przewiózł do Medyolanu. Po jego śmierci księgi te, przechodząc z rąk do rąk, w części poginęły, — w czę-

¹⁾ Testament ten, spisany w kwietniu 1518 r. przez notariusza Boreau w Amboise, podaje Houssaye w odpisie włoskim i tłumaczeniu francuskim. Oryginału, niezawodnie francuskiego, nie zdołano dotąd odnaleźć.

ści zaś, po długich wędrówkach, dostały się do bibliotek i muzeów: w Londynie, Paryżu i Medyolanie ¹⁾). Jak wspominałem, pierwszy Venturi zaczął je przeglądać uważniej. Odtąd wielu uczonych zajmowało się badaniem tych rękopismów, ale i dziś jeszcze twierdzić nie można, żeby przedmiot ten był już całkowicie wyczerpanym. Wykryte dotąd szczegóły, odnoszące się do techniki i niektórych mniej lub więcej z nią związanych nauk ścisłych, próbowałem przedstawić tu w krótkości.

Rękopisma Leonarda Vinci stanowią wymowne świadectwo rozwoju sztuk i rzemiosł we Włoszech, w drugiej połowie XV-go wieku. Utrzymywać, że wynalazł on to wszystko, co opisał lub co naszkicował, byłoby przesadą; lecz zarówno dziwaczne byłoby twierdzenie, że Vinci niczem się nie przyczynił do społecznego mu rozkwitu techniki i przemy-

¹⁾ Jan Ambrozy Mazenta (zm. 1635 r.) opisał w krótkości dzieje rękopismów Leonarda. Venturi (str. 34) powtarza dosłownie ten opis. Później większa część rękopismów dostała się w końcu XVII-go wieku do słynnej Biblioteca Ambrosiana w Medyolanie. — niektóre zaś, a zwłaszcza studia anatomiczne zakupił hrabia Arundel i te przeszły na własność British Museum w Londynie. W r. 1790 Francuzi zabrali rękopisma Vinci'ego z Medyolanu, gdzie pozostała ich część tylko, tak zwany Codex Atlanticus. Wszystkie inne rękopisma przechowywane są dotąd w bibliotece Instytutu w Paryżu. Pojedyncze zaś szkice i rysunki Leonarda rozproszone są po wielu muzeach.

słu. Genialny mąż nie mógł pozostać obojętnym na ten prąd postępowy. Natura jego umysłu popychała go do pożytkowania w dziedzinie zastosowań praktycznych zapasów wiedzy i talentu — a przemysł musiał na tem skorzystać. Racyonalność, a nawet później przez długi czas zatracona pewna elegancya kształtów naszkicowanych maszyn, — ścisłość i jasność opisów i obliczeń, — wszystko to wykazuje dowodnie, że Leonard maszyny te już to próbował i miał w użyciu, już wreszcie projektował nowe.

Trudno jest dziś określić, co on sam wynalazł, a co widział lub o czem się dowiedział od społecznym. W każdym razie, w dziejach techniki i nauk ścisłych, rękopisma i rysunki Leonarda ustalają daty, cofając w dalszą przeszłość wiele pomysłów, przypisywanych późniejszym wynalazcom i uczonym.

Zespolenie w jednej osobie geniuszu artysty, z nauką inżyniera i zręcznością rzemieślnika, musiało zresztą przyczynić się do postępu w technice i rzemiosłach, — kiedy najelementarniejsze nawet wykształcenie estetyczne rzemieślnika, nadaje już wyrobom pewne cechy piękna. Za czasów Leonarda, rzemieślnik umiał rysować i wyroby miały estetyczne kształty; później przemysł i sztuki piękne rozbieżnemi poszły drogami. Wynikiem rozdwojenia był upadek poziomu artystycznego wszelkich tworów rękodzielniczych. W krajach, gdzie kwitły najwięcej sztuki piękne, w obu ojczyznach Vinci'ego,

pozostał wszakże pewien łącznik, pod postacią wrodzonego gustu — i gdy przyszła chwila jakby estetycznego opamiętania się, z tej isierki rozdmuchano płomień.

Powstały specjalne zakłady i muzea, mające na celu upięknienie wyrobów przemysłowych i rzemieślniczych, — rzucono się z zapałem do krzewienia wśród klas pracujących nauki rysunku. Inne kraje poszły śladem Włoch i Francji, a i u nas postawiony został pierwszy krok w tym kierunku, przez otwarcie wieczornych kursów rysunkowych dla rzemieślników, w muzeum przemysłu i rolnictwa. Postępem więc na tem polu jest niejako cofnięcie się do tych świetnych początków epoki odrodzenia, o których, pod względem technicznym zwłaszcza, tak słabe mieliśmy pojęcie, bez rękopismów i rysunków Leonarda Vinci.

Każda kartka tych papierów, pokrytych pyłem trzech i pół stuleci, wykazuje harmonijne połączenie w osobie wielkiego mistrza, głębokiej wiedzy, z ciągłą praktyką techniczną. Teorii nie pojmował on bez doświadczenia, które nazywał tłumaczem cudów natury i uważał za nieomyłne, utrzymując, że tylko sąd nasz o jego skutkach zawodzić może. Radził zmieniać okoliczności, w jakich się wykonywa doświadczenia, dla wyciągnięcia z nich praw ogólnych, którym wielkie przypisywał znaczenie. Twierdził, że ta teoria wyciągnięta z faktów kieruje nami w technice i naukach ścisłych, nie pozwalając zawodzić

siebie i drugich i dając wyniki inną drogą niemożliwe do otrzymania ¹⁾).

Tym sposobem, w technicznym swym zawodzie, na gruntownej podstawie naukowej oparty, mógł Vinci przy pomocy doświadczenia rozwiązywać liczne trudności napotymane w praktyce życiowej, a więc był inżynierem w istotnym znaczeniu tego słowa. Jako skazówkę dla swych następców pozostawił to zdanie, w zręcznej przenośni streszczające jego poglądy:

„Teorya to wódz, — praktyka to żołnierze“ ²⁾

¹⁾ Venturi, str. 32. Przytoczone tam jest także jeszcze jedno zdanie Leonarda, zasługujące na uwagę: „Ci, którzy badając umiejętności, związane z matematyką, radzą się nie natury (doświadczenia) ale autorów, — nie są dziećmi natury, ale zaledwie jej wnukami. Ona jedna istotnie jest mistrzynią prawdziwych geniuszów. A tymczasem co za głupstwo się dzieje! Drwią sobie z człowieka który woli badać samą naturę, niż autorów będących tylko jej uczniami.“ Zdanie to zdradza pewną gorycz, może pozostałą po rozprawach z upartymi scholastykami owych czasów.

²⁾ Zdanie to wyjął Venturi z tomu I (str. 82) rękopismów paryskich. Rękopisma Leonarda uprząstępnione zostały w ostatnich czasach wydawnictwami: Richtera w Londynie i Ravaisson-Molien'a w Paryżu.

II.

Jerzy Stephenson.

Ciągnienie ciężarów. Wóz. Droga. Szyny drewniane, żelazne lane. Maszyna parowa. Wóz parowy Cugnot'a i parowóz Trevithika i Viviana. Jerzy Stephenson. Jego pierwsze parowozy. Budowa drogi żelaznej z Darlington do Stockton. Kolej z Liverpoolu do Manchester. Kocioł rurowy Seguin'a. Konkurs parowozów pod Liverpoolem. Parowóz Stephensona Rocket. Rozwój budowy dróg żelaznych.

Wszyscy dziś jeżdżą koleją, wszyscy mówią o drogach żelaznych, szczegóły wszakże, tyczące się zawiązku i rozwoju tych potężnych arterij komunikacyjnych niedość są rozpowszechnione wśród ogółu. A jednak szczegóły to ciekawe i pouczające. Wykazują one, jak powolnie praca wielu pokoleń gromadziła różnorodne wynalazki, których ostateczne zestawienie, połączenie w jedną harmonijną całość, wytworzyło dopiero drogi żelazne takie, jakie dziś widzimy. Koleje szynowe istniały, chodziły już po nich parowozy i ciągnęły naładowane węglem

wagony; ale właściwych dróg żelaznych nie było jeszcze. Stworzył je dopiero Jerzy Stephenson. Jego biografia, to dzieje zawiązku i rozwoju dróg żelaznych nowoczesnych.

I koleje szynowe i parowóz kolejowy wzięły swój początek w północnej Anglii. W hrabstwie Newcastle, po obu stronach rzeki Tyne, w większej lub mniejszej od niej odległości, leżą liczne kopalnie węgla kamiennego. Wydobywanie tego węgla, prowadzone dziś na tak olbrzymią skalę, rozpoczęło się przed trzema przeszło wiekami. Wtedy już zużyli Anglicy drzewo swych lasów, węgiel przeto kamienny stał się potrzebnym w różnych punktach Wielkiej Brytanii. Przewożono go wodą, na statkach ładowanych przy brzegach rzeki Tyne, a do tych brzegów trzeba było dowozić węgiel z kopalń drogą lądową. Pierwotnie przewożono węgiel z kopalń do rzeki w koszykach lub workach. umieszczonych na grzbietach koni. Był to najniegodniejszy i najmniej korzystny system transportów.

W starożytności jeszcze dźwiganie ciężarów zastąpiono ciągnięciem, polegającym pierwotnie na posuwaniu, a następnie, co się okazało jeszcze dogodniejszym, na toczeniu ciężarów po powierzchni gruntu. Nie każdemu wszakże ciężarowi nadać można było kształt walcowy lub kulisty, to jest taki, aby ciężar mógł być toczonym. Zaradzono temu, podkładając pod ciężary wałki, jak się to i dziś praktykuje przy przesuwaniu wielkich sztuk kamienia. W następstwie zauważyć musiano, że im większa

średnica wałków, tem łatwiej toczyć po niej ciężary; że długość wałków żadnej tu nie odgrywa roli; że można zastąpić każdy wałek dwoma, iż się tak wyrażę, jego talarkami czyli odcinkami, połączonemi ze sobą stale — co doprowadziło do wynalezienia wozu.

Mówią, że wynalazcą wozu był Cyrus; zdaje się jednak, że używano już wozów i przed nim. Przy ciągnięciu ciężaru włożonego na wóz, ciągnionym być musi i ciężar samego wozu; postarano się przeto o uczynienie wozu jaknajlżejszym. Koła pełne, owe talarki dawnego wałka, zastąpiono takimi, jakie dziś widzimy u wozów, złożonemi każde z dzwona, sprychów i piasty. Mając na uwadze, że ciągnięcie stawało się tem łatwiejsze, im większą była średnica wałków, uczyniono koła jaknajwiększemi, o ile to było możliwem bez narażenia na szwank równowagi wozu. Łatwo sobie bowiem wyobrazić, jak wywrotnym byłby wóz, zaopatrzony w koła bardzo wysokie. Spostrzeżono wreszcie, że na łatwość ciągnięcia, wpływa twardość i gładkość dwóch powierzchni, pozostających z sobą w zetknięciu, to jest powierzchni gruntu, po której wóz się toczy i obwodu koła, i postarano się o uczynienie tych powierzchni jak najtwardszemi i jak najgładszemi.

Że droga tem jest lepszą, im twardszą i gładszą, wiedzieli już o tem Rzymianie, których drogi dziś jeszcze za wzór służyćby nam mogły. Koła wozów toczyły się na nich po gładkich taflach kamiennych.

Razem atoli z Rzymem zaginał i zwyczaj tak starannej budowy dróg.

Ale wróćmy do kopalń węgla w hrabstwie Newcastle. Wspomniałem, że pierwotnie przewożono węgiel, z kopalń na brzegi rzeki Tyne, w koszykach lub workach, umieszczonych na grzbietach koni. W połowie siedemnastego stulecia zbudowano tam drogi z szynami drewnianymi. W opisie Newcastle'u, wydany przez Gray'a w roku 1649, czytamy, że pomiędzy innymi kapitalistami, przyciągniętymi rozwojem przemysłu górniczego, przybył tam także p. Beaumont, z kapitałem 30,000 funtów i wprowadził w użycie wiele ulepszonych przyrządów górniczych, a także wagony, to jest wozy zaprzężone w jednego konia, służące do przewożenia węgla.

W innej książce z tego czasu jest mowa o przewożeniu węgla w dużych wozach, po szynach drewnianych, ułożonych prosto i równolegle jedna od drugiej, wzdłuż drogi, prowadzącej od kopalń do rzeki. W wieku osiemnastym szyny te rozpowszechniły się po wszystkich kopalniach węgla nad rzeką Tyne, a w owych niezdarnych balach drewnianych, przymocowanych kołkami do podkładów poprzecznych, kryje się już pierwowzór kolei żelaznych.

W porównaniu z drogami bitymi, szyny drewniane stanowiły znakomite ulepszenie w przewozie ciężarów. Jeden koń uciągnąć mógł w wagonie, toczącym się po tych szynach, ciężar prawie trzy razy większy, niż po zwykłej drodze bitej. Ułożenie

wprawdzie i utrzymanie w całości szyn drewnianych, niszczących się szybko, pociągało za sobą znaczne wydatki, lecz te opłacały się z górą zmniejszeniem stałych kosztów przewozu.

Brak mocy i trwałości, jaki przedstawiały szyny drewniane, wywołał pomysł obijania ich z wierzchu pasami żelaznymi. Wspomniałem już, że tarcie się zmniejsza w miarę tego, im twardszemi i gładszemi stają się powierzchnie w zetknięciu będące. Zbliżano się tu więc do doskonałości. Koła wozów, obite obręczami żelaznymi, toczyły się po pasach żelaznych, pokrywających szyny drewniane. Jeden koń uciągnąć mógł na takich szynach ciężar pięć razy większy, niż na zwykłej drodze bitej, to jest tyle prawie, ile uciągnąć może obecnie na płaskich szynach tramwajów miejskich.

Jeden pomysł pociąga za sobą drugi. W miejsce pasów żelaznych, pokrywających szyny drewniane, zaczęto używać wkrótce szyn odlanych całkowicie z żelaza i umocowanych na poprzecznych podkładach drewnianych; żeby zaś te szyny nie pękały pod ciężarem zbyt wielkich wozów, zastąpiono każdy wóz kilkoma małemi wózkami, zczepionemi razem. Koła wózków zaczęto wyrabiać także z żelaza lane-go. Inicytorem tych wszystkich ulepszeń był w drugiej połowie osiemnastego stulecia inżynier angielski William Reynolds. Używane przezeń szyny żelazne lane zaopatrzone były, każda od zewnętrznej strony kolei, w brzeżek wystający, a to w celu kierowania kół wagonów, tak, aby nie scho-

dziły z szyn, czyli nie wykolejały się. Szyny te przedstawiały z nieco od nich odmiennymi szynami tegoczesnych tramwajów tę wspólną niedogodność, że śmiecie i błoto, poruszane na drodze kopytami koni, gromadziły się na szynach, zmniejszając przez to zasadnicze ich zalety, to jest twardość i gładkość.

I tę niedogodność zdołano usunąć. W r. 1789 Jessop zastąpił szyny z brzeżkami wystającymi przez proste sztaby żelazne, wystające nad powierzchnią drogi, tak jak brzeżki szyn płaskich; aby zaś koła wagonów z tych cienkich sztab się nie zsuwały, zaopatrzył obręcze kół, od wewnętrznej strony kolei, w brzegi wystające, czyli tak zwane obrzeża. Jednem słowem: przeniósł brzeg wystający z szyny na koło, a takie wzajemne ustosunkowanie tych dwóch zasadniczych elementów drogi żelaznej widzimy dziś wszędzie na kolejach.

Ulepszone w ten sposób drogi szynowe istniały w wielu angielskich kopalniach węgla, znajdując coraz większe rozpowszechnienie i ułatwiając znakomity sposób przewóz ciężarów. Podczas gdy na szynach płaskich, zawsze pełnych błota i pyłu, tarcie koła o podstawę było zaledwie pięć razy mniejsze, niż na zwykłej drodze bitej, to na szynach wystających z żelaza lanego stało się ono mniejszem przeszło osiem razy. Koń, ciągnący jeden wagonik po drodze bitej, ciągnąć ich może osiem po szynach tego rodzaju, dziesięć nawet, gdy szyny są tak gładkie i równe, jak na dzisiejszych drogach żelaznych.

Jeżeli wszakże, przez wprowadzenie tych ulepszeń, zmniejszono znacznie koszt przewozu ciężarów, to nic jeszcze nie zyskano na prędkości. Konie wciąż były używane do ciągnięcia wagonów, a czy po szynach, czy po drodze bitej, chodziły zawsze z tą samą szybkością. Powiększenie prędkości wymagało zmiany samego źródła ruchu, zmiany motoru. Wtedy, jak w żegludze, tak i tu, wystąpiła na widownię maszyna parowa, z niekształtnych prób wcześniejszych wytworzona i wprowadzona w życie przez *Watta* w roku 1775.

Maszynę parową do ciągnięcia wagonów zastosowano naprzód na tych częściach kolei istniejących przy kopalniach, które były bardzo spadziste. Ciągnięcie pod górę, po stromych spadkach, wagonów ładownych węglem, zbyt było uciążliwem dla koni i wogóle zbyt kosztownem. Urządzano więc tak zwane *równie pochyłe*, to jest u szczytu spadku ustawiano stale maszynę parową i wagony przyczepione do sznura wciągano pod górę po szynach, ułożonych od spodu aż do wierzchołka spadzistości. Ale dla wprowadzania w ruch wagonów na dłuższych przestrzeniach potrzebaby urządzać całe szeregi równi pochyłych, umieszczonych jedna za drugą, a więc naprzód ustawiać odpowiednią liczbę maszyn parowych, a następnie wciąż odczepiać wagony od sznura jednej równi, a przyczepiać do sznura drugiej—co nie byłoby ani korzystnem, ani dogodnem. Odpowiedzieć tu mogły zadaniu tylko takie maszy-

ny, któreby ciągnąc ciężary, i same się poruszały, a więc wozy parowe.

Pierwszy wóz podobny zbudował Francuz *Cugnot* w roku 1769. Próby jednak wykonane w Paryżu przez wynalazcę niezbyt się powiodły. Wóz parowy Cugnota dał poznać swą potęgę w ten tylko sposób, że wpadłszy na mur otaczający dziedziniec arsenału, przebił go na wylot. Jak widzimy, nowy wynalazek torował sobie drogę przebojem, aż spoczął jako *curiosum* w paryskim konserwatorium sztuk i rzemiosł, gdzie i dziś jeszcze oglądany być może w oryginale. Wóz Cugnota zbudowany był do ciągnięcia ciężarów po drogach bitych, stanowił wszakże bardzo niezręczne zastosowanie pary do tego celu. Inaczej zresztą być nie mogło. Maszyna parowa, taka jaką znał Cugnot, nie była jeszcze zupełną. Jak powiedziałem przed chwilą, wytworzył ją dopiero Watt w r. 1775.

Aby być zrozumiałym w dalszym ciągu, przy opisie prac Stephensona, muszę tu choć w krótkich słowach określić istotę maszyny parowej, jakkolwiek ta powszechnie dziś jest znana. W kotle maszyny, przez ogrzewanie wody, wytwarza się para. Para, jak wiadomo, obdarzona jest prężnością, ciśnię ona na ściany naczyń, w których jest zamknięta. Jeżeli zatem jedna ściana naczynia jest ruchomą, para, cisnąc na nią, może ją popychać. W tym celu w maszynie parowej para z kotła przechodzi do innego naczynia, walcowatego kształtu, zwanego cylindrem. W naczyniu tem znajduje się właśnie

ściana ruchoma, to jest *tłok*, który przystaje szczelnie do ścian cylindra, ale może być popychany ciśnieniem pary od jednego końca cylindra, do drugiego. Od tłoka, przez otwór w dnie cylindra, przechodzi drążek, przystający szczelnie do boków otworu, i drążek ten komunikuje ruch tłoka dalszym organom maszyny. W pierwszych maszynach Watta para w cylindrze działała tylko na jedną stronę tłoka, to jest popychała tłok na dół, gdy cylinder stał pionowo. Jednocześnie pod tłokiem para się skraplała, a to przez łączenie dolnej części cylindra z naczyniem stale oziębianem, noszącym nazwę *oziębialnika*. W miejsce skroplonej pary pod tłokiem tworzyła się próżnia i tłok, pchany prężnością pary zappełniającej górną część cylindra, nie napotykał w swym ruchu żadnego oporu i schodził na dół. Wtedy, przez zamknięcie jednych, a otwarcie drugich kurków, przerywano komunikacją między cylindrem a kotłem i oziębialnikiem, otwierano zaś takową pomiędzy dwiema częściami cylindra, górną i dolną. Para, zappełniająca przedtem tylko część górną, przechodziła teraz i do części dolnej i cisnęła jednakowo na obie strony tłoka, który podówczas podnosił się do góry, pod działaniem przeciwwagi.

Taką mniej więcej maszynę zastosował *Cugnot* do swego wozu, zastępując wszakże przeciwwagę użyciem drugiego cylindra, w którym tłok szedł na dół, podczas gdy w pierwszym szedł pod górę. Usunąć przytem musiał oziębialnik i wypuszczać parę z pod tłoków wprost na powietrze. Było to już jakby

pewne niejasne przeczucie przyszłych postępów maszyny parowej, a zwłaszcza prac *Evansa*.

Oczywiście, tak w maszynie poruszającej wóz Cugnota, jak i w maszynach budowanych przez Watta, kurki przy cylindrach, służące do wpuszczania i wypuszczania pary, zamykały się i otwierały automatycznie, działaniem samej maszyny. W dawniejszych czasach, gdy jeszcze nie znano sposobu automatycznego poruszania kurków, trzymać musiano przy każdym cylindrze posługacza, małego chłopca zwykle, na którym ciążył obowiązek regularnego zamykania i otwierania kurków. W roku 1713 jeden sprytny malec, któremu strasznie się przykrzyło siedzieć wciąż samemu przy maszynie, podczas gdy jego rówieśnicy bawili się wesoło na dworze, przemyśliwać zaczął: jakby tu można wylecieć na zabawę, ale w sposób taki, żeby tymczasem maszyna nie stanęła. Zauważył on, że otwieranie i zamykanie kurków odpowiada ruchowi innych części maszyny. Połączył więc kurki z temi częściami za pomocą sznurków i osiągnął cel zamierzony. Kurki zaczęły się same otwierać i zamykać, malec pobiegł na zabawę, a maszyna szła dalej.

Mechanicy spożytkowali zaraz ten sprytny pomysł chłopca, który wszakże stracił miejsce, jako już niepotrzebny przy maszynie. Niewiadomo nawet czy był nagrodzony za swój wynalazek; historia jednak przechowała jego imię: *Humphry Potter*. Stawiany on jest jako przykład genialnego lenistwa. Ale chyba nie można nazywać lenistwem chęci oswo-

bodzenia się od pracy bezmyślnej i spożytkowania w tym celu całej działalności umysłu, co właśnie stanowi podstawę wszystkich wynalazków.

Tymczasem Watt, ciągnąc dalej swe prace, wpadł na myśl wprowadzania pary naprzemian nad i pod tłok. Maszynę urządził on w ten sposób, że gdy górna część cylindra połączona jest z kotłem, wtedy część dolna komunikuje z oziębialnikiem. Para pcha tłok na dół, a pod tłokiem przez połączenie z oziębialnikiem, wytwarza się próżnia. Skoro tłok dochodzi do spodu cylindra, następuje zmiana połączeń, a mianowicie spód cylindra połączony zostaje z kotłem, a wierzch z oziębialnikiem. Para pcha tłok do góry, a nad tłokiem przez połączenie z oziębialnikiem wytwarza się próżnia.

Przez takie urządzenie oswobodził Watt maszynę od przeciwwagi, uczynił ją lżejszą i łatwiej stosować się dającą do różnych celów. Z przyczyny wszakże obecności oziębialnika, była ona jeszcze zbyt wielką i ciężką, aby ją można było stosować do poruszania wozów. Umożliwiły to dopiero prace *Olliviera Evansa*, mechanika amerykańskiego, który pierwszy stawiać zaczął młyny parowe do młelenia mąki. Wpuszczając do cylindra parę nad tłok, Evans połączył spód cylindra z powietrzem zewnętrznym. Na spód tłoka działało wtedy ciśnienie powietrza. Tłok więc trzeba było mocniej popychać i ciśnienie pary musiało być odpowiednio zwiększonym, aby oprócz pracy maszyny, pokonywać mogło jeszcze i opór powietrza, to jest ciśnienie jednej

atmosfery. Gdy tłok dochodzi do spodu cylindra, wtedy naodwrot, spód cylindra połączony zostaje z kotłem, a wierzch z powietrzem zewnętrznym. Para przybywająca z kotła pcha tłok do góry, a para znajdująca się w górnej części cylindra, wychodzi na powietrze. Takie jest działanie maszyny Evansa o wysokim ciśnieniu.

Maszynę tę zaraz sam wynalazca zastosował do poruszania wozów. W roku 1800 po ulicach Filadelfii chodził jego wóz parowy oczywiście sposobem próby. Pomysł Evansa usiłowali wprowadzić w życie w Anglii *Trevithik* i *Vivian*. Zbudowany przez nich dyliżans parowy, nie rozbił wprawdzie żadnego muru, tak jak wóz Cugnota, ale był jeszcze zbyt niedoskonałym, aby mógł znaleźć rozpowszechnienie. I nie dziw: do dziś jeszcze nie zdołano zbudować istotnie praktycznego wozu parowego, mogącego ciągnąć ciężary po drogach szosowych i brukowanych. To też *Trevithik* i *Vivian* wkrótce przekonali się sami, że nie mogą pokonać wszystkich nastroczających się tu trudności. Po wielu bezowocnych próbach, zmuszeni byli odstąpić od projektu zaprowadzenia dyliżansów parowych. Ale pragnąc wyciągnąć choćby ograniczony pożytek ze swej pracy, umyślili wprowadzić wóz parowy na koleje kopalniane. W roku 1802 uzyskali patent na to nowe zastosowanie pary, a we dwa lata później, na kolei w kopalniach Merthyr Tydwil, ukazał się pierwszy parowóz. To, co *Trevithik* i *Vivian* uważali za

smutną ostateczność, stało się punktem wyjścia dróg żelaznych nowoczesnych.

Parowóz Trevithika i Viviana mało co się różnił swym ustrojem od ich dyliżansu parowego. Miał tylko jeden cylinder, umieszczony poziomo. Tłok poruszany przez parę od jednego końca cylindra do drugiego, przesyłał swój ruch do kół, przez pośrednictwo drażka, korby i kółek zębatach, mniej więcej w ten sposób, jak opuszczanie i podnoszenie nogi, postawionej na pedale, wprawia w ruch maszynę do szycia. Cały parowóz był ciężki, łamał słabe podówczas szyny i chodził nie prędzej od koni, co nie zachęcało wcale właścicieli kopalń do szerszego stosowania nowego wynalazku. Jedną jeszcze okoliczność wstrzymywała jego rozpowszechnienie. Mniemano z początku, że przyleganie kół parowozu, poruszanych przez parę, do gładkich i równych powierzchni szyn, nie będzie nigdy dostateczne, aby parowóz ciągnąć mógł znaczne ciężary i aby się przytem koła nie ślizgały po szynach. To błędne mniemanie wywołało usiłowania wielu mechaników, aby kołom parowozów zapewnić znaczny opór o szyny. Próbowano różnych systemów, z których jedne były dziwaczniejsze od drugich. Doszło do tego, że oprócz kół, zaopatrywano parowóz w szczudła poruszane parą, które, opierając się o powierzchnię gruntu, popychały parowóz. Dziś trudno nawet wyobrazić sobie parowóz, wykonywający podobne skoki na szczudłach.

Dopiero *William Hedley*, inspektor kopalń węgla

w Wylam, pierwszy powziął myśl zbadania doświadczalnie kwestyi: czy przyleganie między kołem a szyną, takie jakiego parowóz potrzebuje, nie może być wytworzone przez samo tylko obciążenie koła. Doświadczenia wykazały, że ciężar parowozu wytwarza przyleganie dostateczne, aby parowóz mógł uciągnąć, bez ślizgania się koł po szynach, liczbę wagonów większą lub mniejszą, stosownie do gładkości szyn i mniejszego albo większego spadku kolei.

Prace Hedleya wspierał właściciel wylamskich kopalń węgla Blacket. Za jego staraniem zbudowano kilka parowozów, które przewozić zaczęły węgiel z kopalni nad brzeg rzeki Tyne. Parowozy te, ciągnące codziennie pociągi węglarek, stały się przedmiotem uważnych badań nowomianowanego w roku 1812 głównego mechanika sąsiednich kopalń węgla w Killingworth. Był nim Jerzy Stephenson. Postawił on sobie za zadanie zbudować parowóz lepszy od tych, jakie się przesuwały przed jego oczyma, a wynikiem tego postanowienia i prac w wykonaniu jego podjętych są dzisiejsze drogi żelazne.

W pobliżu małej miejsciny Wylam, położonej obok kopalń tegoż nazwiska, w odległości trzynastu kilometrów od Newcastle, widzieć można dziś jeszcze ubogi domek, podobny do innych, w jakich mieszkają górnicy. W jednej z izb tego domku, w roku 1781, urodził się *Jerzy Stephenson*. Ojciec jego

obsługiwał jako palacz maszynę parową stałą, poruszającą pompy w kopalniach wylamskich. Mały Jerzy przepędził dziecinne swe lata w okolicach kopalń, pasąc krowy, przyglądając się wagonom ciągnionym końmi po szynach drewnianych i oswajając się powoli z widokiem maszyn parowych, działających w kopalniach.

W piętnastym roku życia został palaczem, a pozostając już ciągle przy maszynach, tak się obeznał praktycznie z ich ustrojem, że we dwa lata później, mając lat siedemnaście, został maszynistą, choć nie umiał jeszcze ani czytać, ani pisać. W kopalniach nazywano go *doktorem maszyn*. Przy wrodzonym sprycie, jaki posiadał, pojął szybko potrzebę wykształcenia. Doszedłszy do możliwości oszczędzania kilkunastu groszy tygodniowo, poświęcać zaczął tę kwotę na naukę i w dziewiętnastym roku życia umiał się już podpisać. W roku 1802 przeniósł się do Willington Quay, bliżej Newcastle, i tam został maszynistą przy maszynie parowej, obsługującej równię pochyłą.

Życie wiódł pracowite i spokojne. Co wieczór doskonalił się w czytaniu i pisaniu i uczył się początków mechaniki. Miewał już i swoje własne pomysły w kwestyach maszyn, studyował je i modelował. Przemyślny i zawsze chętny do wszelkiej pracy, nauczył się rozbierać i składać zegary, a czyszcząc je, zarabiał sobie trochę grosza u sąsiadów. Często także powierzał na dwie lub trzy godziny prowadzenie maszyn jednemu młodemu uczniowi,

maszyniście z sąsiedniej kopalni, a przez ten czas szedł na zarobek przy wyrzucaniu balastu z okrętów, przybywających po węgiel do ujścia rzeki Tyne. Z dwóch nieznanych wtedy robotników, do których się odnosi ten drobny na pozór szczegół — jednemu, Stephensonowi, stawiano potem pomniki, a drugi, ów młody uczeń, to w następstwie słynny inżynier *William Fairbairn*, którego prace nad maszynami parowymi zyskały tak powszechne uznanie w świecie uczonym i przemysłowym.

W Willington Quay, w roku 1803, urodził się Stephensonowi syn jedyny Robert, późniejszy konstruktor mostu Britannia i wielu dróg żelaznych w różnych częściach świata. W trzy lata potem Jerzy Stephenson przeniósł się do Killingworth, gdzie także prowadził maszynę parową 'stałą'. Jego reputacja, jako dobrego maszynisty, ustaliła się w okolicy. Na nowym swym stanowisku wykazał taką praktyczną znajomość maszyn, tyle zdolności wogóle, a specjalnie do mechaniki, i tyle oddał usług Towarzystwu, w którego posiadaniu były kopalnie węgla w Killingworth, że Towarzystwo to mianowało go w roku 1812 swym głównym mechanikiem, z pensją roczną 100 funtów szterlingów.

Miał wtedy więcej już czasu. W sąsiedztwie, w kopalniach wylamskich, Blacket i Hedley zajmowali się żywo kwestyą parowozów, a kwestya ta interesowała wszystkich ludzi inteligentnych, którzy pracowali w kopalniach węgla, bo jej praktyczne rozwiązanie rugowało z kopalni konie, kosztujące

wtedy drogo w Anglii, przy wysokiej cenie owsa. Zajął się tą kwestyą i Stephenson, będąc już odpowiednio przygotowanym do pomysłów w tym kierunku. Przy wytrwałej pracy, praktycznej znajomości maszyn parowych, zdolności do mechaniki i wrodzonym talencie wynalazczym, przy stosunkach z inżynierami i kapitalistami w okolicy, łatwiej mu było niż innemu wysunąć się naprzód. Lord Rawensworth i jego wspólnicy, właściciele kopalń w Killingworth, polecili mu zbudowanie parowozu. Ukończony wkrótce, parowóz ten niewiele się różnił od budowanych przedtem, był wszakże od nich lepszy. Przy przesyłaniu ruchu od tłoków w cylindrach do koł parowozu nie obeszło się jeszcze bez koł zębatach, wytwarzających hałas i wstrząśnienia. Dopiero drugi parowóz, zbudowany przez Stephensona w roku 1815, wykazał znaczny postęp. Stał się on typem wszystkich parowozów, budowanych przez Stephensona w ciągu czternastu lat następnych.

Kocioł tego parowozu był walcowy i spoczywał na osiach kół, przez pośrednictwo resorów, łagodzących wstrząśnienia. Co do sposobu umieszczenia ogniska, kocioł ten przedstawiał wiele podobieństwa do leżącego samowara. Przez wnętrze kotła, nieco bliżej spodu, przechodziła rura, tej szerokości co i komin, który stanowił jej przedłużenie. Na początku tej rury umieszczony był ruszt, na którym palił się węgiel. Ognisko więc i rura odprowadzająca dym do komina, otoczone były wokoło wodą.

Stephenson starał się przez to otrzymać jaknajwiększą powierzchnię zetknięcia ogniska i rury dymowej z wodą, bo od wielkości tej powierzchni, zwanej *powierzchnią ogrzewalną*, zależy ilość wytwarzanej pary, a tem samem i potęga parowozu, przy jednej i tej samej ilości spalonego węgla.

Para z kotła wchodziła do cylindrów, umieszczonych pionowo nad kotłem. Parę wychodzącą z cylindrów odprowadził Stephenson do komina w tym tylko celu, aby wychodząc wprost na powietrze, nie zaciemniała drogi swemi kłębami. Naśladując w tym względzie swoich poprzedników w budowie parowozów, nie myślał on wtedy, aby wypuszczanie pary w komin wpływać miało na ożywienie ciągu powietrza przez ognisko, a zresztą ciąg ten był i tak dostateczny, przy jednej szerokiej rurze dymowej i ograniczonej ilości pary, jaką, pomimo usiłowań Stephensona, wytwarzać mógł kociel.

Od tłoków, przez górne dna cylindrów, wychodziły drążki, połączone za pomocą innych drążków z korbami, umocowanemi na osiach kół parowozu i sprzężonemi jedna z drugą, za pomocą łańcuchów poziomych. W ten sposób ruch tłoków, z góry na dół i z dołu do góry, wprawiał w ruch obrotowy koła parowozu.

Po raz pierwszy w tym parowozie Stephensona zastosowany został do dziś używany system przesyłania ruchu od tłoków w cylindrach do kół, za pośrednictwem drągów korbowych i korb. Sprzężenie dwóch par kół także po raz pierwszy wpro-

wadzonem zostało przez Stephensona. Co do pojedynczych swych organów, parowóz, o którym mówię, niewiele się różnił od dzisiejszych. Zasadniczą różnicę stanowiła tylko zbyt mała, pomimo usiłowań Stephensona, powierzchnia ogrzewalna kotła, wskutku czego kocioł wytwarzał ograniczoną ilość pary i parowóz nie mógł chodzić z prędkością większą, jak 8 kilometrów na godzinę. Na ten niedostatek zwróconą została odtąd uwaga wszystkich mechaników, zajmujących się kwestyą parowozów.

Ale chociaż pierwsze parowozy Stephensona chodziły wolno, niewiele prędzej od koni, wykonywały za to swą służbę regularnie i oszczędnie. I dziś jeszcze, na drodze żelaznej, obsługującej kopalnię węgla w Killingworth, chodzą te maszyny, ciągnąc pociągi węglowe z szybkością 8 do 10 kilometrów na godzinę i wykonywując tę pracę prawdopodobnie z tą samą oszczędnością, co i najdoskonalsze nowe parowozy. Ale też na drodze, o której mówię, pociągi mogą chodzić wolno, a wagony są małe i pociągi dość lekkie, w porównaniu zwłaszcza z pociągami towarowymi dzisiejszych wielkich linii dróg żelaznych.

To też powodzenie tych pierwszych parowozów zachęciło Stephensona nie tylko do budowy następnych, ale i do poświęcenia się wyłącznie parowozom i drogom żelaznym. Pojął on szybko ów ścisły związek, łączący między sobą koło i szynę, które nazywał w przenośni *mężem i żoną*, i wywnioskował, że parowozy wymagały kolei nieró-

wnie mocniejszych i doskonalszych, niż te, po których chodziły wagony ciągnione końmi. Pracując nad budową parowozów, nie przestał zwracać uwagi na samą kolej i wprowadził wiele ważnych ulepszeń w ówczesnych systemach układania i łączenia szyn.

Nie będę tu jednak mówił o tych ulepszeniach, które w większej swej części należą już tylko do historyi. Zaznaczę za to przedsięwzięte przez Stephensona w roku 1818 doświadczenia nad biegiem wagonów po drogach szynowych. Wykonał je przy użyciu siłomierza własnego pomysłu. Doświadczenia te uwydatniły nader mały opór, jaki wagon napotyka w swym biegu po kolei żelaznej zupełnie poziomej, i znaczny wpływ spadków na zwiększenie tego oporu. To też Stephenson stał się odtąd zwolennikiem kolei żelaznych z bardzo małemi spadkami i budując drogi dla parowozów, przyjmował zawsze, pomimo wynikającego ztąd zwiększenia kosztów, granice spadków znacznie niższe od przyjmowanych obecnie przy budowie dróg żelaznych.

Udało się nareszcie Stephensonowi rozpocząć w szerszym zakresie swój zawód inżyniera-konstruktora dróg żelaznych. W roku 1819 właściciele kopalń węgla Hatton, w hrabstwie Durham, postanowili istniejącą w kopalniach kolej konną z szynami płaskimi, zastąpić koleją z szynami wystającemi, przeznaczoną dla parowozów. Budowa tej linii powierzona została Stephensonowi. Droga, mająca 13 kilometrów długości, przeznaczoną była wyłącz-

nie do przewozu węgla. Otwarto ją w końcu roku 1822 i pięć parowozów, zbudowanych przez Stephensona, rozpoczęło zaraz swą służbę. Każda z tych maszyn ciągnęła 16 węglarek, z szybkością 6 do 7 kilometrów na godzinę.

Tymczasem otwierało się przed Stephensonem nierównie rozleglejsze pole działalności. Towarzystwo utworzone przez Edwarda Pease, który już wtedy zajmował się drogami żelaznymi, a później stał się jednym z najgorętszych promotorów tego nowego systemu komunikacji, otrzymało w r. 1821 koncesyą na budowę drogi żelaznej z Darlington do Stockton, nad rzeką Tees. W okolicach miasta Darlington, leżały bogate kopalnie węgla, prawie nieeksploatowane, z powodu niemożności taniego przewozu wydobywanego z nich materiału. Towarzystwo miało na celu, przez zbudowanie kolei żelaznej, umóžebnić ten przewóz. Pierwotnie projektowano kolej konną, z szynami płaskimi z żelaza lanego. W akcie koncesyi zamieszczone zostało zastrzeżenie, że Towarzystwo za odpowiednią opłatą wpuszczać będzie na swe szyny wagony i wozy, należące do osób prywatnych.

Stephenson, zaofiarowawszy Edwardowi Pease swoje usługi, które też zostały przyjęte, radził użycie szyn wystających z żelaza walcowanego i zastosowanie parowozów. „Przyjedź pan do Killingworth, mówił on Edwardowi Pease, a zobaczysz co mogą robić moje maszyny. Ujrzeć — to uwierzyć.“ Pease pojechał, a przyznawszy słuszność Stephen-

sonowi, wprowadził do aktu koncesyi zastrzeżenie, że na projektowanej linii będą mogły być używane parowozy tak do przewozu towarów, jak i osób. Zastrzeżenie to nie zwróciło wtedy niczyjej uwagi. Sami jego promotorowie nie przypuszczali, aby parowozy służyć kiedy mogły do przewozu osób po kolejach żelaznych. Parlament w roku 1823 zatwierdził akt koncesyi, ze wszystkimi zastrzeżeniami, a zaraz potem Towarzystwo mianowało Stephensona swym głównym inżynierem, z pensją roczną 300 funtów szterlingów.

Wszedłszy w bliższe stosunki z Edwardem Pease, Stephenson namówił go do innego rodzaju przedsięwzięcia, a mianowicie do założenia specjalnej fabryki parowozów, rozpowszechniających się coraz bardziej przy kopalniach węgla w Anglii. Budowali je przedtem po warsztatach kopalnianych kowale i inni robotnicy w tych warsztatach używani. Stephenson, zajęty ciągle ulepszaniem parowozu, zrozumiał dobrze potrzebę zebrania pewnej liczby zręcznych rzemieślników i założenia specjalnego warsztatu.

Miał on już wtedy swój własny kapitał, wynoszący 1,000 funtów szterlingów. Suma ta, zebrana przez podpisy pomiędzy górnikami, ofiarowaną była Stephensonowi za dokonany przezeń wynalazek lampy bezpieczeństwa, chroniącej od wybuchu gazu w kopalni, która poprzedziła znaną lampę fizyka *Davy*, a opartą była na tej samej zasadzie. Lampa Stephensona, używana do dziś w kopalniach killing-

worthskich, znana jest pod nazwą *Georgy*, od imienia swego wynalazcy.

Stephenson wniósł do spółki cały swój kapitał, Pease i jeszcze jeden spółnik włożyli drugie tyle, zakupiono grunt na Forth - Street w Newcastle i tam stanął wkrótce niewielki budynek, będący zawiązkiem olbrzymiej potem fabryki parowozów. Pierwszy ten zakład rozpoczął swą działalność w 1824 roku.

Jednocześnie Stephenson kierował budową drogi darlingtońskiej. Linia ta różniła się już wybitnie od poprzednich, składała się bowiem z długich części, ze stałemi, bardzo łagodnemi, spadkami. Roboty ziemne były znaczne i koniecznemi się tu stały mosty nad i pod koleją i przejazdy na poziomie szyn, z pilnującymi ich stale strażnikami. Jednem słowem, był to już typ drogi żelaznej nowoczesnej. Szerokość toru kolejowego, to jest odległość jednego pasma szyn od drugiego, przyjął Stephenson taką samą, z jaką zbudowane były koleje kopalniane, mianowicie 4 stopy 8 i pół cala, a to dlatego, aby po nowej linii chodzić mogły wagony i wozy, kursujące po okolicznych kolejach konnych. Ta szerokość toru utrzymała się w następstwie na drogach żelaznych w Anglii i stałego lądu i z nią też zbudowane zostały u nas koleje: warszawsko-wiedeńska, bydgoska i łódzka. Z dróg żelaznych europejskich tylko koleje hiszpańskie, holenderskie i rosyjskie mają większą szerokość toru.

We wrześniu 1825 roku nastąpiło otwarcie drogi

darlingtonskiej, będącej pierwszą koleją żelazną publiczną. Stephenson przejechał ją przy otwarciu, sam prowadząc we własnej fabryce zbudowany pierwszy parowóz nowej linii. Parowóz ten w roku 1857 ustawiony na piedestale przed dworcem w Darlingtonie, stanowi jeden z najwymowniejszych pomników, wzniesionych na cześć wielkiego twórcy dróg żelaznych. Miejsce tu najlepiej zostało wybrane, bo na początku pierwszej drogi żelaznej, otwartej dla ogółu, drogi, której powodzenie wywołało budowę kolei liwerpoolskiej, a za tą wszystkich innych i która stała się punktem wyjścia tak dalszego rozwoju dróg żelaznych, jak i ściśle związanej z tym rozwojem kariery inżynierskiej Jerzego Stephensona.

W pierwszych latach eksploatacji drogi darlingtonskiej, parowozy dzieliły z końmi pracę ciągnięcia pociągów. Ich średnia prędkość nie przechodziła ośmiu kilometrów na godzinę. Wszakże ten sam parowóz, który stoi dziś jako pomnik, odbył wyścig z dyliżansem, chodzącym między Darlington a Stockton i pierwszy stanął u mety, co wtedy wywołało powszechne zdziwienie. Ale nikt wówczas, oprócz Stephensona, nie oczekiwał od parowozów prędkości przewyższającej tę, z jaką chodziły dyliżanse, a zresztą kwestya przewozu osób na nowej linii nie przedstawiała żadnego interesu. Towarzystwo urządziło tylko jeden wagon kryty, z dwiema podłużnymi ławkami wewnątrz, z wejściem z tyłu i trzema oknami z każdej strony. Był to pierwszy wagon oso-

bowy, nazwany przez Stephensona *Experiment*. Wynajęty przez prywatnych przedsiębiorców, wagon ten chodził codziennie, zaprzężony w jednego konia, z Darlington do Stockton i z powrotem, z prędkością 10 kilometrów na godzinę.

Przedsiębiorstwo szło dobrze. Właściciele zajazdów w obu miastach postanowili konkurować i weszli w układy z Towarzystwem, które urządziło dogodniejsze wagony ze skrzyń starych dyliżansów, osadzonych na odpowiednich osiach i kołach. Odtąd zaczęło się odróżnianie miejsc i podział pasażerów na klasy. Nowe wagony, wynajmowane także przedsiębiorcom, zaczęły chodzić co raz szybciej, aż wreszcie prędkość ich doszła do 15 kilometrów na godzinę. Dalej już nie można było iść z końmi. Z drugiej znów strony publiczność, za odpowiednią opłatą, posługiwała się koleją, ustawiając na szynach swoje wagony i skuteczniejąc przewóz. Przy wzroście ruchu wynikało stąd zamieszanie. W końcu Towarzystwo zmuszone było zamknąć kolej dla publiczności, gdyż inaczej eksploatacja stawała się niemożliwą.

W miarę powiększania się liczby pociągów węglą, używanie koni do ciągnięcia wagonów osobowych, zawsze drogie, stawało się niedogodnem. Parowóz nabierał coraz większego znaczenia, aż wreszcie wyrugowano zupełnie z użycia konie i urządzić zaczęto pociągi mieszane, osobowo-towarowe, właściwie zaś osobowo-węglowe, bo droga darlingtonśka miała głównie na celu przewóz węgla.

Zakres wszakże dróg żelaznych ogarnąć miał już wkrótce cały obszar transportów. Jeszcze w roku 1821 kupcy liwepoolsy przedsięwzięli myśl zbudowania drogi żelaznej z Liwepoolu do Manchester, lecz do jej urzeczywistnienia zabrali się na seryo dopiero w roku 1824. Zachęciły ich prace Stephensona w Killingworth i na linii darlingtońskiej, powierzyli mu przeto studia przedwstępne drogi i sporządzenie projektu. Nowa droga miała głównie na celu przewóz towarów, bo istniejące między dwoma miastami komunikacye wodne były niedostateczne i drogie. Kolej miała być od dróg wodnych znacznie krótszą i przy ówczesnych opłatach na kanałach przewozić o 25% taniej. To też akcyonariusze towarzystw żeglugi dziwili się tej konkurencji. Byli to po większej części ludzie wpływowi, bogaci właściciele ziemscy. Przez ich grunty przechodzić miała linia; stawiali więc ciągłe przeszkody przy studiach i Stephenson miał do zwalczenia wiele trudności, zanim wytknął linią i dokonał pomiaru i niwelacyi. Z powodu owych przeszkód, współpracownicy jego przy studiach popełnili wiele błędów, co w następstwie utrudniało przeprowadzenie projektu.

Projekt drogi liwepoolskiej przedstawiony został parlamentowi w roku 1825. Przed komitetem izby niższej, stosownie do ustaw i zwyczajów angielskich, przeciwnicy i zwolennicy projektu wiedli zacięte spory przez trzy miesiące przeszło. Każda strona miała swoich adwokatów, świadków i inżynierów.

Opozycja, mająca za sobą wpływ i kapitały, okazała wiele zaciętości. Jerzy Stephenson zwłaszcza stał się celem jej pocisków. Zarzucano mu, że nie jest inżynierem z powołania. Rzeczy, o których mówił przed komitetem w narzeczu northumberlandzkim, znane były dobrze górnikom północnej Anglii, ale w Londynie przybierały one pozór dziwacznych nowości.

Opowiadał z prostotą dzieje swoich lat młodości, przepędzonych w kopalniach; wyliczał swe zatrudnienia i prace; mówił jak był naprzód maszynistą przy maszynach parowych stałych, jak potem prowadził parowozy i zaczął je budować, jak wreszcie kierował budową dróg żelaznych Killingworth, Hatton i Darlington. Parowozy, zbudowane przezeń przed jedenastu laty dla drogi killingworthskiej, chodziły dotąd regularnie i ziszczyły wszystkie jego nadzieje. Dowodził dalej zupełnego bezpieczeństwa parowozów i wyższości tego systemu transportów nad wszystkimi innemi, w zastosowaniu do towarów. O przewozie osób nie śmiał wtedy jeszcze wspominać. Co do szybkości biegu parowozów, wyszczególniał, jak prędko chodziły jego maszyny, nadmieniając, że jeździćby można i szybciej. Nie wątpił nawet o osiągnięciu prędkości 20 kilometrów na godzinę. Prędkość ta jednak, z którą dziś chodzą zaledwie pociagi towarowe, zdawała się wtedy niemożliwą i poprostu przerażała komitet izby niższej.

To też Stephenson odpierać musiał dziwnie dziś

brzmiące zarzuty. „Przypuśćmy, mówił mu jeden członek komitetu, że z jednej strony pędzi parowóz, z szybkością 20 kilometrów na godzinę, a z drugiej strony, pomiędzy szynami, leci nań wprost krowa. Spotkanie będzie fatalne.“ „Istotnie, będzie ono fatalne, odpowiedział Stephenson, ale dla krowy.“ Inny członek komitetu zwracał uwagę, że rozpalony do czerwoności komin ówczesnych parowozów straszyc będzie zwierzęta. „A skądże wiedzieć będą, że nie jest pomalowany?“ — zapytywał Stephenson. Podobnych kwestyj i replik znaleźć można wiele w sprawozdaniach z tych posiedzeń.

Nie zadowolniły także komitetu zeznania Stephensona, odnoszące się do planów zestawionych przez jego pomocników, projektów i kosztorysów budowli. Adwokaci opozycji, korzystając z odkrycia licznych błędów, odwołali się do inżynierów z profesyi, których zeznania nie były wcale przychylne dla projektu Stephensona. W końcu, po długich rozprawach, projekt Stephensona upadł w komitecie Izby niższej.

Nie zrazili się tem wszakże inicjatorowie projektu, a tylko porzucając chwilowo Stephensona, przedsięwzięli nowe studia i wykonanie ich powierzyli inżynierom więcej ustalonej reputacyi. Nowy kierunek linii różnił się od wytkniętego poprzednio, a mianowicie omijał starannie ogrody i zwierzyńce, należące do bogatych posiadaczy ziemskich. Chciano przez to złagodzić ile można opozycją. Projekt ten przedstawiony znów został parlamentowi, przy-

czem towarzystwo nie zastrzegało wcale używania parowozów, wzmiankując tylko, że jeżeliby przyjęło te maszyny, to obowiązuje się poddać wszelkim przepisom, jakieby się spodobało parlamentowi wydać, dla zabezpieczenia tak właścicieli sąsiadujących z koleją, jak i wogóle całej publiczności. Pomimo też nowych wysiłków opozycji, projekt, przedstawiony w sposób umiarkowany, zatwierdzony został przez parlament. Natychmiast po otrzymaniu bilu koncesyi, towarzystwo wezwało Jerzego Stephensona do prowadzenia robót, które się rozpoczęły w r. 1826 budową najtrudniejszej części linii na bagnach Chat-Moss.

Droga żelazna z Liwerpoolu do Manchester zbudowaną już została zupełnie według typu kolei nowoczesnych. Z początku tylko, w kilku jej punktach, gdzie były większe spadki, urządzono równie pochyle, z maszynami parowymi; później wszakże i po tych spadkach zaczęły chodzić parowozy. Po raz pierwszy zastosowano tam pod koleją mosty z żelaza lanego, skoro małe wzniesienie szyn nie pozwalało na stawianie sklepień murowanych. Roboty ziemne i budynki zasługują również na uwagę, nawet w porównaniu z późniejszymi. A wszystko tam prawie trzeba było tworzyć, i samą kolej i jej akcesorya: zwrotnice, tarcze obrotowe i t. p. Dodając do tego budowę stacyj i warsztatów, jeszcze nie zdaliśmy objąć wszystkich trudności, które Jerzy Stephenson pokonać musiał w przeciągu niecałych lat czterech.

Dolegała mu najwięcej walka, jaką przyszło toczyć z przesądem i brakiem zaufania w przyszłość parowozów, w tę przyszłość, o której on nigdy na chwilę nawet nie zwątpił, podczas gdy wątpiono o niej nie tylko pomiędzy publicznością, ale i w samym zarządzie drogi liwerpoolskiej. Parowozy, używane wtedy stosunkowo w małej liczbie i tylko do przewozu węgla, nie wykazały jeszcze dostatecznie swych zalet, przynajmniej w oczach ogółu. Porażki parlamentarne, jakie poniósł bil koncesyi, a nadto świeżo wydana koncesya na budowę kolei z Newcastle do Carlisle, z warunkiem wyłącznego używania koni — wszystko to nie zachęcało wcale towarzystwa do przyjęcia parowozów na linii z Liwerpoolu do Manchester. Żypytani o zdanie, najznakomitsi ówczesni inżynierowie angielscy oświadczyli się za maszynami stałemi i radzili w tym celu podzielić całą linią na pewną liczbę równi pochyłych. Żywo opierał się temu Stephenson, dowodząc, że parowóz mógłby być znacznie ulepszonym, gdyby zachęcano do pracy w tym kierunku mechaników i wynalazców.

W skutku tych przedstawień, zarząd drogi liwerpoolskiej postanowił ogłosić konkurs, przeznaczając 500 funtów sterlingów nagrody dla konstruktora, który dostawi parowóz, ważący nie więcej nad sześć tonn, to jest 120 centnarów, a mogący ciągnąć codziennie bez przerwy pociąg trzy razy cięższy, z prędkością 16 kilometrów na godzinę.

Termin konkursu, odbyć się mającego pod Liwerpoolem, naznaczony został na dzień 6 października 1829 roku.

Mówiąc o pierwszych parowozach Stephensona, zaznaczyłem zasadniczy ich niedostatek, mianowicie zbyt małą powierzchnię ogrzewalną. Wskutek tego kotły tych parowozów nie wytwarzały dostatecznej ilości pary i parowozy nie mogły chodzić szybko. A o szybkość chodziło tu głównie. To też na ten niedostatek zwróconą była uwaga wszystkich mechaników, pracujących wtedy w Anglii nad kwestią parowozów. Uwidocznili się to najlepiej na parowozach, które stanęły do konkursu. Pełen prostoty kocioł parowozu Stephensona z roku 1815, podobny do leżącego samowara, przez który od tyłu do przodu szła prosta i szeroka rura dymowa, obejmująca w tyle ognisko, a na przodzie wygięta w górę i tworząca komin — uległ najrozmaitszym zmianom, mającym na celu powiększenie powierzchni zetknięcia ogniska i rury dymowej z wodą w kotle, to jest powierzchni ogrzewalnej.

W parowozie Sans-Pareil, dostawionym na konkurs przez *Hackwortha*, ognisko umieszczone było obok komina. Od ogniska szła rura dymowa, wnętrzem kotła, do drugiego jego końca, tam się zaginała i znów przez kocioł wracała do komina. Tym sposobem powiększył *Hackworth* prawie w dwójnasób powierzchnię ogrzewalną.

Parowóz Novelty, dostawiony przez innych konstruktorów, miał rurę dymową trzy razy przechodzącą wewnątrz kotła przez całą jego długość i ognisko ze wszystkich stron otoczone wodą. Powierzchnia więc ogrzewalna była jeszcze większą w tym parowozie. Ale w miarę powiększania powierzchni ogrzewalnej kotła, przez rozmaite wyginanie w jego wnętrzu rury dymowej, utrudniano ciąg powietrza i osłabiano tym sposobem potęgę ogrzewającą ogniska. Przy maszynach parowych, stojących w miejscu, budować można wysokie kominy, wytwarzające ciąg energiczny; u parowozów wszakże powiększenie wysokości komina nie było możebnem. Pozostawało więc tylko ożywiać ciąg sztucznie. W parowozie Novelty zastosowane były w tym celu miechy, Hackworth zaś ożywiał ciąg w swoim parowozie, wpuszczając do komina parę, wychodzącą z cylindrów.

Wspominałem już, że i Stephenson w pierwszych swych parowozach parę z cylindrów odprowadzał do komina, ale w tym tylko celu, aby wychodząc wprost na powietrze, nie zakrywała drogi swemi kłębami. Nie przypuszczał wtedy, aby to wpływać mogło na powiększenie ciągu w ognisku. Fakt ten, w zasadzie swej dawniej jeszcze znany, niewiadomo przez kogo zauważony został przy parowozach. Wpuszczając do komina parę zużytą w cylindrach, po prostu w celu jej usunięcia, spostrzeżono, że to wpuszczanie wpływa na ożywienie ciągu. Strumień pary, wymykającej się z cylindrów, gdy przechodzi

przez komin, pociąga za sobą gazy z rury dymowej, a przez to wsysa z pod rusztu do ogniska nową ilość powietrza. Ciąg tym sposobem ożywiany jest peryodycznie, za każdym ruchem tłoków.

Pomimo, że oba wzmiankowane parowozy, Sans-Pareil i Nevelty, odznaczały się istotnymi ulepszeniami, zwyciężone jednak zostały na konkursie. Nagrodę przyznano parowozowi Stephensona, noszącemu nazwisko Rocket — rakieta. Parowóz ten wytrzymał przepisane próby i ciągnął pociąg trzy razy od niego cięższy, z szybkością dochodzącą do 20 kilometrów na godzinę. Urzeczywistnioną więc została owa szybkość, o której przed czterema laty mówił Stephenson komitetowi izby niższej, wzbudzając wtedy samo tylko niedowierzenie. Ale parowóz Rocket był nie tylko najlepszym z konkurujących. Odznaczał się on jeszcze połączeniem dwóch zasadniczych elementów dzisiejszej potęgi parowozów, mianowicie połączeniem kotła rurowego z wypuszczaniem pary w komin, dla ożywiania ciągu. W tem zestawieniu dwóch rzeczy, znanych przedtem, leży główna zasługa Jerzego Stephensona.

Wynalazcą kotła rurowego był inżynier francuski *Marek Seguin*. Wziął on na ten kocioł patent wynalazku we Francji w roku 1827. Opisując typ pierwszych parowozów Stephensona, zaznaczyłem jedną szeroką rurę, przechodzącą wewnątrz kotła przez całą jego długość, obejmującą w sobie ognisko i zarazem odprowadzającą dym z ogniska do komina. Wyobraźmy sobie teraz, w miejsce tej

jednej wielkiej rury, znaczną liczbę cienkich rurek, łączących ognisko z kominem, a mieć będziemy kocioł rurowy. Dla czego przepuszczanie dymu przez cienkie rurki ogrzewa wodę w kotle silniej, niż gdy dym przechodzi przez jedną rurę wielką? — na to odpowiedź łatwa. Powiększoną zostaje przez to powierzchnia ogrzewalna kotła, to jest powierzchnia zetknięcia rur dymowych z wodą.

Jeżeli naprzykład obwód dużego koła pokrajemy na dwanaście jednakowych kawałków i każdy kawałek skrócimy w małe kółko, to mieć będziemy sumę obwodów dwunastu kółek, równą obwodowi koła dużego. Tak samo w kotle parowozu dwanaście cienkich rurek da nam taką samą powierzchnię ogrzewalną, jak jedna duża rura. Że zaś na przestrzeni zajętej przez duże koło pomieścić można znacznie więcej niż dwanaście takich samych małych kółek, więc w kotle parowozu zamieniając wielką rurę dymową na całą grupę cienkich rurek, nie zajmujących bynajmniej więcej miejsca, powiększamy znacznie powierzchnię ogrzewalną, a przez to ilość wytwarzanej pary i — co za tem idzie — prędkość biegu parowozu. Jednocześnie wszakże utrudnia to ciąg powietrza, które przechodzi łatwiej przez jedną wielką rurę, niż przez znaczną liczbę małych, przedstawiających razem ten sam otwór.

Stephenson, który wspólnie ze swym synem Robertem, kierującym już wtedy fabryką parowozów w Newcastle, pracował wciąż nad ulepsza-

niem tych maszyn, główną swą uwagę zwracał także na powiększenie ilości pary. W roku 1828 próbowali ojciec i syn zbudować kocioł z jedną wielką rurą we środku, mieszczącą w sobie ognisko, a rozdzielającą się przy końcu na dwie mniejsze, które dochodziły do komina; ale próby te się nie powiodły.

Nadszedł rok 1829 i ogłoszony został konkurs parowozów. Równocześnie posłał Stephenson synowi, z Liwerpoolu do Newcastle, rysunek kotła rurowego, którego mu dostarczył sekretarz zarządu drogi liwerpoolskiej, Henryk Booth. Ale Stephenson zrozumiał zaraz, że zastosowanie tego kotła na nic się nie zda, jeżeli nie zostanie połączonem ze sposobem prostym, praktycznym i potężnym, utrzymywania wciąż ożywionego ognia na ruszcie; zarządził więc doświadczalne zbadanie kwestyi. Syn jego Robert wykonał w Newcastle cały szereg prob, w celu oznaczenia wymiarów rury, wpuszczającej parę do komina. To też gdy na termin oznaczony warunkami konkursu liwerpoolskiego, dostawił Stephenson parowóz Rocket, połączone już w nim były te dwie podstawy tegoczesnej potęgi parowozów, to jest kocioł rurowy i systematyczne wypuszczanie w komin pary, wychodzącej z cylindrów, które wpływając na powiększenie ciagu w ognisku, umożliwiło spożytkowanie wynalazku Seguin'a

Parowóz Rocket miał ognisko, otoczone dokoła wodą. Z ogniska cztery szeregi rurek szły przez całą długość kotła aż do komina. Cylindry paro-

wozu były pochylone i umieszczone po jednym z każdej strony kotła. Tłok każdego cylindra działał wprost na drąg korbowy i korbę jednego kotła, tak z jednej, jak i z drugiej strony parowozu. Para, wychodząca z cylindrów, przechodziła do komina oddzielnymi rurami i wymykaniem się swem w komin, ożywiała ciąg w ognisku. W dzisiejszych parowozach zwykle cylindry umieszczone są poziomo, po obu stronach komina. Zewnętrzna postać tych parowozów różni się znacznie od Rakiety Stephensona, ale w gruncie rzeczy, w zasadniczych swych częściach, parowozy dzisiejsze, choć są większe i nierównie potężniejsze, zbliżają się do typu, przedstawionego przez Stephensona na konkursie liwerpoolskim.

To też konkurs ten zajął żywo w swoim czasie cały świat przemysłowy i handlowy. Wieść, że z owych nowomodnych turniejów na szynach pod Liwerpoolem, wyszło rozwiązanie kwestyi przewozu ciężarów po drogach żelaznych i że te drogi posiadały wreszcie główny element potęgi i prędkości, znalazła odgłos wszędzie i wywołała olbrzymi popęd do tworzenia towarzystw budowy. Prawdziwa era dróg żelaznych datuje się dopiero od tej epoki. Głównym więc, jeżeli nie jedynym autorem tego wielkiego dzieła, które zmieniło do niepoznania cały świat cywilizowany i wciąż nie przestaje przyczyniać się do jego bogactwa i potęgi, był Jerzy Stephenson, ów dawny palacz w kopalniach killing-

wortskich. Jeden to z najpiękniejszych przykładów samopomocy.

Mówiąc na wstępie o początku i rozwoju kolei szynowych, zaznaczyłem wynikającą z ich użycia oszczędność w kosztach przewozu ciężarów. Wspomniałem, że koń, ciągnący jeden wagonik po drodze bitej, ciągnąć ich może 8 do 10, po szynach dróg żelaznych. Stephenson, przez wprowadzenie w użycie parowozu, chodzić mogącego z niesłychaną przedtem szybkością, dołączył, do oszczędności kosztów przewozu, oszczędność czasu. Potęga parowozu pozwoliła przytem przewozić ciężary, w zwykłych warunkach niedostępne dla koni. Na osiągnięciu tych oszczędności i ułatwień, polega całe techniczne znaczenie dróg żelaznych. Mają one na celu, określając je technicznie, spożytkowanie gładkich i równych powierzchni toczenia z pomocą parowozu.

Określenie to jest ścisłe, ale przemawia tylko do umysłu technika. Wszyscy jednak możemy pojąć łatwo techniczne znaczenie dróg żelaznych, zdając sobie sprawę z siły, jaką one zużywają. Na wszystkich drogach żelaznych, do dziś zbudowanych, kursuje przeszło 195,000 parowozów. A że średnio każdy parowóz, pracując bez przerwy dniem i nocą, wykonywa pracę, której podjąć może zaledwie 1,400 koni — przeto dla zastąpienia wszystkich parowozów, istniejących na kuli ziemskiej, potrzebaby 273 milionów zwykłych koni.

Pomyślmy teraz o potrzebnych do tego wozach,

furmanach, stajniach i t. d., a mieć będziemy choć słabe pojęcie, tak o ogromie pracy, dokonywanej dziś przez drogi żelazne, jak i o doniosłości faktu istotnego wytworzenia tych dróg, przez zbudowanie pierwszego, szybkobieżnego parowozu.

We wrześniu 1830 r. odbyło się z wielką uroczystością i rozgłosem otwarcie drogi żelaznej z Liverpoolu do Manchester, będącej w całości prawie dziełem Stephensona. Parowozy z jego fabryki w Newcastle, zbudowane według typu Rocket, w liczbie ośmiu, rozpoczęły swą służbę. Prowadzili je w dniu otwarcia: Stephenson, jego brat Jakób, syn Robert i pomocnicy, słynni później inżynierowie: Locke, Gooch i inni. Na drugi dzień publiczność zaczęła jeździć po nowej drodze. Pierwszy pociąg, unoszący 140 osób, przebiegł całą linię, 48 kilometrów długą, w przeciągu dwóch godzin.

Przy końcu 1830 r. wprowadził Stephenson na drogę liwerpoolską parowóz, chodzący dwa razy prędej. W trzy lata potem, parowozy te zastąpione zostały innemi, jeszcze silniejszymi, które już później, przez długi czas, służyły za typ wszystkim następnym. W owej epoce, to jest około r. 1833, drogi żelazne weszły stanowczo w zakres wielkich przedsięwzięć publicznych w Anglii; studyowano wiele nowych linii i powstawały nowe fabryki parowozów, konkurujące z zakładami Stephensona w Newcastle. Ten ostatni większą część licznych prac, do których kierownictwa był używany, zło-

żył na swego syna i tym sposobem Robert Stephenson został inżynierem kierującym budową wielkiej linii z Londynu do Birmingham. Budowę drogi z Birmingham do Liwerpoolu i do Manchester prowadził Józef Locke, jeden z pomocników Stephensona.

W r. 1840 dołączył Stephenson do sieci dróg żelaznych, już eksploatowanych w Anglii, linie Derby, York i inne, liczące razem przeszło 500 kilometrów długości. Według niego, główną przysługę, jaką miały oddawać drogi żelazne, było rozrzucanie po Anglii żelaza i węgla. Wierny swej przeszłości, prowadził zawsze równoległe prace inżyniera dróg żelaznych i górnika, odkrył kilka pokładów węgla i połączył je drogami żelaznymi ze zbudowaną już siecią. W czerwcu 1844 r. otwartą została linia, łącząca Londyn z Newcastle. Był to dzień tryumfu dla Jerzego Stephensona. Droga przechodziła niedaleko od wioski, w której się urodził i od kopalń killingwortskich, gdzie trzydzieści lat przedtem wykonywał próby ze swym pierwszym parowozem.

Jednocześnie drogi żelazne, do roku 1830 wyłącznie angielskie, rozpowszechniać się zaczęły w Europie i Ameryce. Yankesi wzięli się zaraz do dzieła ze zwykłą swą energią i nie ustając w pracy, doszli nietylko do posiadania dziś trzystu tysięcy kilometrów dróg żelaznych, ale i do przeprowadzenia największych na świecie przedsięwzięć

kolejowych, jak na przykład droga, łącząca dwa oceany.

We Francyi, równocześnie ze Stephensonem, pracował na polu kolejnictwa wynalazca kotła rurowego, Marek Seguin. Na wzór drogi darlingtońskiej, zbudował on linię z Saint-Etienne do Lyonu, 56 kilometrów długą, otwartą w 1833 r. Dziś Francya liczy przeszło 40,000 kilometrów dróg żelaznych, prawie o 5,000 więcej, niż Wielka Brytania. Z początku rozwijały się one wolno we Francyi, z przyczyny silnej opozycji wielu niedowierzających, do których należał i Thiers. Wielki ten mąż stanu, po swym powrocie z Anglii, gdzie oglądał świeżo zbudowaną drogę liwerpoolską, z zapalem dowodził w Izbie, że drogi żelazne nie będą stanowiły nigdy wielkich arteryj komunikacyjnych, że są dogodne tylko przy przewozie osób i że jako takie, budowane być mogą zaledwie na krótkich przestrzeniach, przy wielkich miastach.

Równie zaciętym przeciwnikiem dróg żelaznych był słynny astronom Arago. Zarzuty, z jakimi występował w Izbie deputowanych, nieraz były śmieszne. Twierdził on między innemi, że przy przejeździe przez długi tunel, pasażerowie podlegać będą zbyt znacznym zmianom temperatury, a przez to nabawią się kataru. Na szczęście, posiadała wtedy Francya wielu znakomitych inżynierów, a między nimi Clapeyrona i Perdonneta, którzy, wsparci potęgą finansową Rotszylda i Pereiry, zdo-

łali pokonać trudności, stawiane rozwojowi dróg żelaznych.

Rozwój ten z samego zaraz początku szybszym znacznie był w Niemczech. Pierwszą obsługiwaną parowozami drogę żelazną niemiecką, z Norymbergii do Fürth, zbudował inżynier von Denis w r. 1835. W trzy lata później otwarto w Rosji drogę carsko-sielską. Prawie jednocześnie, z inicjatywy Stein-kellera, rozpoczęta została u nas budowa drogi warszawsko-wiedeńskiej, z przyczyny różnych przeszkód finansowych, ukończona dopiero w r. 1845. Dziś liczymy w granicach Królestwa około 2,200 kilometrów dróg żelaznych.

W różnych krajach Europy, do budowy trudniejszych zwłaszcza dróg żelaznych, wzywano na pomoc i pierwszego ich twórcę. Jerzy Stephenson był w Anglii, Francji i Hiszpanii, gdzie nie szczędził rad, będących owocem długoletniego doświadczenia. Powoli wszakże zaczął się usuwać z widowni, a począwszy od roku 1845 wychodził tylko ze swej zaciszy Alton Grange koło Leicester, w celu podtrzymywania swego syna, Roberta, w walce przeciwko systemowi kolei atmosferycznych, którym Stephensonowie przepowiadali zawsze niepowodzenie, pod względem praktycznym i przemysłowym, oraz w sporze o utrzymanie dawnej szerokości toru kolejowego, zastosowanej przez Stephensona na pierwszych drogach żelaznych, a którą powiększyć chcieli Brunel i jego zwolennicy.

Przeniósłszy się do Tapton, koło Chesterfield,

kierował z tamtąd Stephenson kopalniami węgla Clay - Croy i piecami wapiennymi w Ambergate. Były to wszystko jego własności. Zajmował się także uprawą roli, a głównie ogrodnictwem. Obchodziły go też żywo stowarzyszenia inżynierów i mechaników, istniejące w główniejszych miastach Anglii. W czerwcu 1848 r. mógł jeszcze być obecnym na zebraniu podobnego towarzystwa w Birmingham i odczytać swą rozprawę o maszynie parowej obrotowej; wkrótce atoli podupadł na zdrowiu i zmarł w sierpniu t. r., licząc lat 67.

Pozostawił po sobie w spuściźnie drogi żelazne z parowozami i swego syna, najpierwszego wtedy tych dróg inżyniera i konstruktora słynnego mostu Britania i wielu znakomitych dzieł sztuki inżynierskiej. Robert Stephenson, dokonawszy w ciągu swego życia ogromu prac, któryby dziś pochłonął wielu inżynierów, zmarł w jedenaście lat po swym ojcu. Każdy z nich w młodości doznał biedy; synowi wszakże dopomagał już ojciec, który wszystko sobie tylko zawdzięczał. Doszedłszy niezmierną pracą do znacznego majątku, obaj oni nie zaznali w życiu ani chwili spoczynku. Pracowali razem, jak dwaj przyjaciele, dumni jeden z drugiego i oddani jednemu dziełu. A dziełem tem było stworzenie dróg żelaznych, których sieć, licząca dziś już przeszło 650,000 kilometrów długości, rozciąga się we wszystkich pięciu częściach świata.

To też historia Stephensonów, jest historią dróg żelaznych, bo dzisiejsze koleje i parowozy,

w zasadniczych swych częściach są jeszcze prawie takie, jakie oni pierwsi zaczęli budować. Zmieniły się tylko proporcye i szczegóły. Byłoby przesadą twierdzić, że Jerzy Stephenson wynalazł drogi żelazne z parowozem i przypisywać mu geniusz Watta. Ale geniusz nie zawsze zasadza się na wynajdywaniu. Polega on najczęściej na zrozumieniu wartości różnych pomysłów, na zebraniu szczegółów, rozrzuconych tu i owdzie, na połączeniu ich, zespoleniu razem i spożytkowaniu dla dobra ludzkiego.

Takim właśnie był geniusz Jerzego Stephensona. Przez zastosowanie kotła rurowego i systematycznego wypuszczania w komin pary, wychodzącej z cylindrów, obok wielu drobnych ulepszeń, wytworzył on parowóz, a w roku 1830-m ukończeniem budowy drogi żelaznej liwerpoolskiej urzeczywistnił myśl, która go zajmowała od lat wielu i dał początek drogom żelaznym. A drogi te, siedemdziesiąt lat temu zjawiające się, jakby jakie odkrycie, stanowią dziś jedno z najdzielniejszych narzędzi pracy, zbliżają granice i ludzi. Wykazanie ekonomicznego ich znaczenia i wpływu na cywilizacyą nie do mnie należy. Ograniczę się więc na tem prostem i znanem porównaniu, że czem czcionki dla twórców myśli, tem są szyny i parowozy dla płodów przemysłu. Określa ono dobrze znaczenie dróg żelaznych, dając przez to miarę wielkości zasług Stephensona.

III.

Święty Benezet, Stephenson i Eiffel.

Mosty rzymskie. Bracia mostowi. Ś-ty Benezet i most w Avignonie. Brat Romain i Pont Royal. Inżynierowie dróg i mostów. Postępy sztuki inżynierskiej w zakresie budowy mostów we Francyi, Anglii i innych krajach. Pierwszy most z żelaza lanego na rzece Severn, z 1779 r. Mosty wiszące. Robert Stephenson. Szyny kolejowe. Mosty żelazne belkowe. Most Britannia. Teorya belek. Zastosowanie stali. Most St. Louis na Mississipi z 1870 r. Budowa fundamentów pod ścieśnionem powietrzem. Filary metalowe wiaduktów. Prace Eiffla. Wiadukt Maria Pia. Most na zatoce Forth. Wieża Eiffla.

Ś-ty Benezet, Stephenson i Eiffel uosabiają trzy charakterystyczne epoki w dziejach budowy mostów, znacząc pracami swemi punkty wytyczne rozwoju tej najstarszej gałęzi sztuki inżynierskiej.

Początki jej sięgają czasów przedhistorycznych i bez przesady rzec można, że pierwsze mosty stawiali chyba pierwsi ludzie, bo nie mogli ani żyć

zdala od rzek lub strumieni, ani też uniknąć potrzeby przechodzenia z jednego brzegu na drugi. Jak dotąd jeszcze, dzikie plemiona z lin i kawałków drzewa wiążą chwiejne kładki, zawieszając je na sterzących wśród rzek odłamach skał, tak i w pomroce dziejów powstały zapewne pierwsze mosty.

Późniejszymi już były mosty drewniane, zrazu na wązkich strumykach przerzucane bez podpór pośrednich, z jednego brzegu na drugi, potem na rzekach stawiane na palach. a przedhistoryczne mieszkania nawodne dowodzą nabytej praktyki w stosowaniu drzewa do robot wodnych. Historia wprowadzie dochowała pamięć mostów: na ramieniu Nilu, zbudowanego przez jednego z najpierwszych królów egipskich, Menesa, — na Eufracie, wzniesionego z rozkazu Semiramidy, — na Dunaju i na Hellesponcie, ustawionych ze statków przez Daryusza i Kserksesa, ale dopiero o pierwszych mostach rzymskich doszły nas pewniejsze wiadomości.

W Rzymie, u stóp Awentynu, stanął pierwszy most drewniany na palach, za panowania Ankusa Marcyusza, około 630 roku przed Chrystusem. Dyonizy z Halikarnasu utrzymuje, że most ten, zbudowali swym kosztem pierwsi kapłani rzymscy, by ułatwić składanie ofiar bogom po obu brzegach Tybru i dlatego nazywano ich *pontifices*, a nazwa arcykapłana *pontifex maximus* przeszła w następstwie na papieży. Mostu tego bronił Kokles przed napadem Etrusków, wstrzymując ich dopóki most nie został zburzony, a Pliniusz podaje, że most

odbudowano potem bez żelastw i gwoździ, by łatwiej mógł być rozbierany w razie potrzeby. Żelazo więc było już wtedy używane, jako materiał pomocniczy.

Za czasów Cezara sztuka budowy mostów drewnianych tak już była rozwinięta, że most tymczasowy na Renie, 600 metrów długi, zbudowany został podczas pochodu wojennego w ciągu dni dziesięciu. Apollodor z Damaszku, za czasów Trajana, zaprojektował i zbudował na Dunaju wielki most drewniany, na filarach murowanych, ale cesarz Adryan polecił go zburzyć. Rysunki tych trzech mostów, jakkolwiek niedokładne, odtworzone zostały według płaskorzeźb i opisów.

Najdawniejsze zabytki sklepień rzymskich pozostały w kanałach, zbudowanych za Tarkwiniusza Starego (na 600 lat przed Chrystusem), z których największy do dziś istniejący (*Cloaca maxima*) ma sześć metrów otworu. Być może, że już wtedy budowali Rzymianie mosty kamienne sklepione, — te wszakże, które się dotąd zachowały w Rzymie, stały dopiero w drugim wieku przed Chrystusem. Szczątki najdawniejszego z nich, mostu Senatorów, zbudowanego około 181 roku przed Chrystusem, znane dziś pod nazwą Ponte Rotto, świadczą o rozwiniętej już umiejętności w budowie mostów sklepionych. Po za miastem, w górze rzeki, stoi most Milwiusza, zbudowany na 109 lat przed naszą erą, a zwany dziś Ponte Molle. Wreszcie na lewem ramieniu Tybru, przy wyspie, dochował się most Fa-

brycyusza (*dei quattro Capi*), zbudowany około 62 roku przed Chrystusem, a złożony z dwóch okazałych arkad, mających każda 24 i pół metra otworu.

Inne zabytki z czasów rzymskich datują się już z późniejszych epok Augusta lub Adryana, wiele z nich dochowało się we Włoszech i Hiszpanii; do najwspanialszych należy akwedukt na rzece Gard, w południowej Francji.

Po upadku państwa rzymskiego, w czasie wędrówki ludów, mosty pobudowane na drogach wojсковych rzymskich, zostały zniszczone i Europa pod względem komunikacyj powróciła do pierwotnego prawie stanu. Na wschodzie, cesarze byzantyjscy mniej się zajmowali robotami publicznymi i w dziale mostów przytoczyć można tylko zbudowane za Justyniana: akwedukt w dolinie Burgas w pobliżu Konstantynopola i most na rzece Sangarius pod Brussą w Turcji azyatyckiej.

W wiekach średnich przez rzeki przeprawiano się na łodziach lub promach, a punkty przepraw były uprzywilejowanymi miejscami rozbojów i grabieży. Przewoźnicy tworzyli stowarzyszenia zbrojne, bezkarnie obdzierające podróżnych. Daremnie Karol Wielki usiłował położyć tamę rozbojom, zachęcając do budowy schronień dla podróżnych w przesmykach Alp. Jego *missi dominici* mieli polecenie naradzania się w każdym mieście z bisku-

pem i hrabią w kwestyi naprawy i utrzymania mostów. Z tych też czasów zapewne pochodzi najstarszy most francuski w Espalion na rzece Lot. Ale ze śmiercią wielkiego monarchy wróciły znów dawne nieporządki i tylko gdzieśgdzie budowano jeszcze większe mosty, jak Koesen przy Neuenburgu (982), Fulda (1033), Albi we Francyi (1035) i inne.

Dopiero w XII-em stuleciu rozpoczynają swą działalność różne bractwa zakonne, zajmujące się specjalnie budową schronień dla podróżnych nad brzegami rzek, promów i mostów. Zakonników, którzy oddawali się przeważnie budowie mostów, nazwano we Francyi braćmi mostowymi, *frères pontifes*, a jeden z pierwszych, Ś-ty Benezet rozpoczyna w tej gałęzi sztuki inżynierskiej epokę odrodzenia mostów kamiennych.

Zgromadzenie braci mostowych w Avignonie zasłynęło budową mostu na Rodanie, złożonego z 21 arkad, a mającego 420 m. długości. Ś-ty Benezet, który według legend, miał być pasterzem w swej młodości, sporządził projekt tego mostu i rozpoczął roboty. Arkady miały po 33 m. otworu każda i były nie półkoliste, ale łukowe, lekko spłaszczone. Strzałka, to jest wzniesienie klucza sklepienia nad podstawami, innemi słowy wysokość wnętrza samego sklepienia bez podpór, wynosząca przy sklepieniu półkolistem połowę otworu, była tu trochę mniejszą. Sklepienia zaprojektował śmiało Ś-ty Benezet: grubość w kluczu wynosiła zaledwie 87 centymetrów.

Śmierć głównego kierownika w roku 1184 nie

przerwała budowy. Wyrobieni przy nim pomocnicy ukończyli i otwarli most w cztery lata po zgonie Ś-go Benezeta, otrzymawszy, w uznaniu zasług położonych, konfirmacją papieską dla zgromadzenia braci mostowych w Avignonie. Członkowie tego bractwa nosili na białym habicie wyszyte wyobrażenie mostu i krzyż — i ślubowali bronić podróżnych, budować i utrzymywać mosty, promy i schronienia na brzegach rzek.

Według legend, Ś-ty Benezet pochowany został w kapliczce, wzniesionej na jednym z filarów mostu, kilkakrotnie później zrywanego i z którego pozostały tylko cztery arkady od strony Avignonu.

Przykład Ś-go Benezeta i braci mostowych z Avignonu znalazł naśladowców we Francyi i w innych krajach, a w następnych stuleciach zakonnicy i biskupi, już to sami, już przy współudziale budowniczych, zajmowali się budową mostów. Jako jeden z najpiękniejszych zabytków z tych czasów we Francyi, wymienić należy most w Cahors, złożony z sześciu arkad ostrołukowych, o otworach około 16½ m., z wysokimi wieżami na filarach.

Powoli, stopniowo, mosty sklezione stawiane są we wszystkich większych miastach Europy. We Włoszech w pomoc zakonnikom przyszli artyści, uprawiający nieraz w owych czasach, podobnie jak później Leonard Vinci i Michał Anioł, budownictwo i inżynierię, obok malarstwa i rzeźby. Malarz Taddeo Gaddi zbudował w wieku XIV-ym Ponte Vecchio we Florencyi, a z tych czasów także pochodzą szcząt-

ki największej do dziś arkady mostowej, zbudowanej na rzece Adda, pod zamkiem Trezzo, przez Barnabę Visconti. Arkada mostu Trezzo miała $72\frac{1}{4}$ metra otworu, a 20 m. strzałki.

W początku XVI-go wieku zasłynął budową Ponte Corvo, na rzece Metza we Włoszech, brat mostowy, Giocondo, z Werony. Sprowadzony do Francji przez Ludwika XII, zaprojektował i zbudował most Notre Dame w Paryżu, w ostatnich czasach dopiero zastąpiony nowym.

Z epoki odrodzenia pozostały we Włoszech mosty kamienne, słynne i dziś jako wzory tego rodzaju budowli. Stawiali je prawie równocześnie budowniczowie: Bartłomiej Ammanati i Da Ponte. Most Ś-tej Trójcy we Florencji, elegancją swych silnie już spłaszczonych arkad, z których środkowa ma 29 m. otworu, a niecałe 5 m. strzałki, zapewnił Ammanatiemu pierwszorzędne stanowisko w dziejach tej gałęzi sztuki inżynierskiej.

Mniej wdzięku, a więcej potęgi i charakteru przedstawia most Rialto w Wenecji, zbudowany także w końcu XVI-go stulecia. Projekt tego mostu był przedmiotem konkursu między budowniczymi: Da Ponte i Scamozzim. Pierwszy odniósł zwycięstwo i pokonawszy liczne trudności budowy, ukończył ją w roku 1587-ym.

Ostatni brat mostowy pojawia się we Francji w XVII-em stuleciu, uświetnionem z samego początku ukończeniem budowy do dziś stojącego wspianiałego Pont Neuf w Paryżu, dzieła budowniczych

Du Cerceau i Marchand, a następnie mostami słynnego inżyniera wojskowego Vaubana. Brat Romain z Gandawy, odznaczywszy się w Holandyi budową mostu w Maestricht, wezwany zostaje przez Ludwika XIV-go do Paryża, gdzie wznosi do dziś stojący wprost ogrodu tuilleryjskiego Pont Royal. Po ukończeniu tej budowy w r. 1685-ym, otrzymał Romain od króla urzędowy tytuł inżyniera dróg i mostów, i powierzono mu inspekcją komunikacyj. Związaną została tym sposobem w jego osobie pięciowiekowa działalność braci mostowych, z pracami wtedy właśnie biorących swój początek dzisiejszych inżynierów cywilnych.

Nazwa inżyniera, pochodząca od hiszpańskiego „ingenio”, machina wojenna, dawaną była pierwotnie tym, którzy budowali i prowadzili podobne maszyny, a następnie wszystkim stosującym nauki ściśle do sztuki wojennej. Za czasów Vaubana znano już inżynierów wojskowych w całej Europie, a i nasi autorowie owocześni wspominają też o „indzinierach”. W końcu XVIII-go stulecia nazwa ta przechodzi i na techników, zajmujących się wogóle budownictwem lądowym i wodnym, których poprzednio nie odróżniano od budowniczych-architektów—i tak powstał inżynierowie cywilni.

Z rozwojem nauk ścisłych i ich zastosowań w różnych gałęziach przemysłu, pojawili się później inżynierowie-górnicy, mechanicy, chemicy itd., mamy już i inżynierów-elektryków, — i nazwa inżyniera, uogólniając się coraz bardziej, dochodzi

obecnie do ogarnięcia całego obszaru zastosowań nauk ścisłych do przemysłu. We Francyi inżynierów cywilnych w służbie rządowej, mających w swej pieczy komunikacye lądowe i wodne, nazywano inżynierami dróg i mostów, a w r. 1716 utworzono z nich korpus, rozwijający się odtąd stale i liczący w swych szeregach wiele znakomitości w zakresie budowy mostów. Przed innymi zasłynął tu Perronet, założyciel Szkoły dróg i mostów w Paryżu, który w końcu ubiegłego i początku bieżącego stulecia zbudował kilka wielkich mostów kamiennych, nader cenionych przez specjalistów.

Postępy sztuki inżynierskiej we Francyi, w zakresie budowy mostów sklepionych, w przeciągu sześciu stuleci po Ś-y m Benezecie, streścił Gauthey w obszernem dziele, wydanem w końcu XVIII-go stulecia, a stanowiącem do dziś podstawę badań technicznych w tym kierunku. W początkach bieżącego stulecia, Telford, Rennie i Harisson budowali wielkie mosty sklepięne w Anglii, a mosty stawiane przez Telforda odznaczają się w wysokim stopniu estetyką kształtów.

Przy sporządzaniu projektów nie posiadano jeszcze ścisłych wskazówek naukowych co do wytrzymałości sklepień. Prace w tym kierunku słynnego w zeszłym stuleciu uczonego francuskiego Coulomba, mało były rozpowszechnione,—znano tylko wyniki doświadczeń, jakie robili nad sklepieniami: Gauthey, Rondelet i Rennie. Dopiero Mery położył podstawy teoryi sklepień, dającej pewne wska-

zówki inżynierom przy sprawdzaniu wytrzymałości, a od r. 1840 nie było większego mostu z kamienia lub cegły, projektowanego bez zastosowania tej metody. Późniejsze poszukiwania teoretyczne Yvona de Villarceau i innych, nie doprowadziły jeszcze teorii sklepień do względnej nawet doskonałości — i dotąd metody, jakie wskazał Mery, z nadającymi im większą ścisłość poprawkami Durand-Clay'a, stanowią podstawę wykreśleń i rachunków przy projektowaniu mostów sklepionych.

Pomimo stanowczej przewagi belek i łuków żelaznych, nie przestała się jednak rozwijać budowa tych mostów, górujących zawsze trwałością, piękniejszych, a w okolicach obfitujących w kamień, nawet tańszych niż żelazne. Wprawdzie otwór arkady mostu Trezzo nie został dotąd doścignięty, ale jednak w Stanach Zjednoczonych zbudował inż. Rives, w r. 1859-ym, most Cabin John, przez który przechodzi akwedukt Potomac, złożony z jednej arkady łukowej o 67 m. otworu, a 25 m. strzałki. Arkady o otworze 61 m. posiada most Chester na rzece Dye w Anglii, zbudowany według projektu Harissona, a w ostatnich czasach stanęło parę podobnych mostów we Francji, wytrzymując konkurencją co do kosztu z belkami żelaznymi.

Podczas gdy Ś-ty Benezet był tylko odnowicielem sztuki, znanej już dobrze Rzymianom, — Stephenson stał się twórcą nowego zupełnie systemu mostów. Budowano i przed nim mosty żelazne, ale on dał początek nowemu i najwięcej

rozpowszechnionemu ich typowi, mianowicie mostom belkowym. Przy tym nowym typie dopiero, żelazo w zastosowaniu do budowy mostów prze-mogło inne materiały, gdyż jako materiał pomocniczy, było już używane, jak wspominałem, przy budowie mostów drewnianych rzymskich. Później, przy mostach murowanych, stosowano bronz lub żelazo, do wiązania ze sobą murów bocznych, ściągania pękających sklepień i t. p. Było to żelazo kowalne, otrzymywane w małych ilościach bezpośrednio z rudy, jak i teraz jeszcze otrzymują je niektóre dzikie plemiona Afryki.

W końcu XVI-go stulecia pojawiają się w prowincjach nadreńskich tak zwane piece wielkie, wydające z rudy w większych ilościach surowiznę, czyli żelazo lane. Jest to połączenie żelaza z węglem, dające się odlewać w formy, wytrzymalsze na ucisk od żelaza kowalnego, ale za to niedające się kuć i pozbawione zalet sprężystości. Wielkie piece rozpowszechniły się wkrótce w Anglii, ale do końca XVII-go wieku, opalane jeszcze węglem drzewnym, nie wydawały więcej, jak 5 tonn żelaza tygodniowo.

Dopiero rodzina Darbych posunęła naprzód w XVIII-em stuleciu otrzymywanie żelaza lanego. W r. 1709 Abraham Darby nabywa kuźnice w Coalbrookdale, położone wybornie pod względem przemysłowym, bo wśród lasów, kopalń rudy żelaznej i węgla kamiennego—i obok spadku wody, dającego się użyć jako motor. Jeden z robotników, John Thomas, wynajduje sposób odlewania surowizny w for-

mach z piasku i system ten, zastosowany na wielką skalę w Coalbrookdale, otoczony tajemnicą, zapewnia zakładom Abrahama Darby wielkie powodzenie.

Po śmierci Darby'ego, jego syn, także Abraham, pracuje nad zastąpieniem w wielkich piecach węgla drzewnego kamiennym. Po wielu nieudanych próbach, w r. 1735 wpada wreszcie na pomysł, by w miejsce surowego węgla używać koksu, to jest węgla wypalonego poprzednio w ten sam sposób, jak się wypala drzewo na węgiel drzewny. To nowe paliwo, zarazem ściśle i porowate, pozbawione materii lotnych, które dają wiele dymu i posiadające znaczną potęgę cieplikową, tak się nadało do wytopiania surowizny w wielkich piecach, że ich wytwórczość zwiększyła się z 5 do 25 tonn tygodniowo.

Późniejsze, w r. 1828 wprowadzone, zastosowanie powietrza ogrzanego do ożywiania ciągu, powiększyło znów w czwórnasób tę wydajność. Ale już w r. 1768, gdy kuźnice w Coalbrookdale przechodzą na własność trzeciego Darby'ego, tak samo jak dziad i ojciec Abrahama, nastaje pora wykazania, jak rozległe zastosowanie znaleźć może żelazolane, otrzymywane w znacznych ilościach z wielkich pieców. Darby, przy współudziale Wilkinsona, sporządza projekt mostu na rzece Severn, w pobliżu kuźnic, złożonego z jednej arkady z żelaza lanego, o 30 m. otworu. Budowa tego mostu ukończona została w r. 1779.

Była to pierwsza próba, więc też przedstawiająca poważne niedostatki. Łuki, podtrzymujące pokład

mostu, prawie kołowe, utworzone zostały ze sztab krzywych, odlanych z surowizny. Trzy szeregi tych sztab, połączone ze sobą umieszczonemi w kierunku promieni łuku i na śruby umocowanemi rozporami, piętrzyły się jeden nad drugim w każdym łuku, a same łuki połączone były za pomocą beleczek żelaznych lanych, które je utrzymywały w położeniu stojącym, w niezmienniej odległości jeden od drugiego. W sztabach krzywych, żelazo lane pracowało więcej na zgięcie, aniżeli na ucisk, a więc w sposób nieodpowiedni swej naturze. O ile bowiem, gdy pracuje na ucisk, żelazo lane wytrzymałszem jest od granitu, — to znów przy zginaniu, nie będąc sprężystem, łatwo pęka i dlatego w budowlach do pracy takiej stosowaniem być nie powinno.

To też przy budowie następnych mostów z żelaza lanego, usiłowano stosować różne systemy, dążące do takiego użycia materiału, aby pracował wyłącznie na ucisk,—ale dopiero wspomniany już znakomity inżynier angielski, Rennie, zastosował w r. 1818 racjonalny i powszechnie dziś przyjęty system, przy budowie mostu Southewark w Londynie. Arkady tego mostu, mające każda 73 m. otworu, złożone są z łuków, mających kształt zakrzywionych belek żelaznych, o przekroju podobnym do podwójnej litery wielkie T, to jest złożonych z dwóch pasów poziomych, połączonych jednym pionowym. Każdy łuk składa się z trzynastu części, dotykających się szerokimi podszewami, przez które przechodzą śruby.

Według tego systemu, opatentowanego jeszcze w r. 1797 przez Jana Nash w Londynie, lecz stoso-

wanego przedtem tylko do budowy dwóch małych mostów na kanale Katarzyny w Petersburgu, zbudowane zostały wszystkie prawie słynniejsze mosty z żelaza lanego, jak np. Solferino i Ś-go Ludwika w Paryżu, a także most Mikołajewski na Newie w Petersburgu, będący dziełem generała Kierbedzia. Jeden tylko Pont de Carrousel w Paryżu, zbudowany w r. 1833 przez inż. Polonceau, przedstawia typ zupełnie odrębny. Pojedyncze łuki składające arkadę, jeden od drugiego niezależny, utworzone są z rur z żelaza lanego o przekroju eliptycznym. Most ma wygląd nader efektowny, stoi do dziś dnia, ale drga zbyt silnie podczas przejazdu cięższych wozów¹⁾.

O ile żelazo lane przedstawia wielką wytrzymałość na ucisk, o tyle znów żelazo kowalne pracuje wybornie na rozciąganie i tę jego własność pożytkowano już oddawna w łańcuchach, używanych do różnych celów, a między innemi i przy budowie mostów zwodzonych. Pomysł wszakże zawieszania stale na łańcuchach wielkich pokładów mostowych,

¹⁾ W r. 1830 zaprojektował najznakomitszy inżynier nasz z tych czasów, Feliks Pancer, most z żelaza lanego na Wiśle pod Warszawą, o jednej arkadzie mającej 576 m. otworu. Projekt ten opisany został przez autora szczegółowo w zeszycie majowym „Pamiętnika fiz. mat. i stat. umiejętności z zastosowaniem do przemysłu“, wydawanego w r. 1830 przez S. Janickiego i M. Pawłowicza. Zasługuje on na uwagę ze względu na śmiałość pomysłu, — łuki wszakże arkady Pancera złożone były ze zworników, utworzonych ze sztab żelaznych lanych, na wzór dawniejszych mostów z żelaza lanego.

urzeczywistniony został po raz pierwszy w Ameryce w r. 1793 przez Finleya. Łańcuchy tych pierwszych mostów wiszących składały się z długich ogniów, lub też sztab żelaznych.

W r. 1815-ym zbudowano w Filadelfii most dla pieszych, zawieszony już nie na łańcuchach, ale na linach, utworzonych z drutów żelaznych i według tego systemu budowano w następstwie mosty wiszące, które nabyły wielkiego rozgłosu, gdy w r. 1822, wspomniany już znakomity inżynier angielski Telford, zaprojektował most o otworze 177 m. nad cieśniną Menai, dzielącą wyspę Anglesey od Walii. Most ten, ukończony w r. 1826, wzbudził ogólny zapal. Rzucono się wszędzie do budowy mostów wiszących, a między innemi inżynier Chaley zbudował we Friburgu w Szwajcaryi most, którego pokład 246 m. długi, umieszczony został na wysokości 51 m. nad poziomem rzeki Sarine. Ale Amerykanie poszli dalej jeszcze w tym kierunku. W r. 1855-ym zbudował Jan August Röbling most wiszący na Niagarze o 250 m. otworu z podwójnym pokładem, górnym dla drogi żelaznej, a dolnym dla zwyczajnej.

Gdy wreszcie postępy metalurgii umożliwiły wyrób drutów stalowych, których wytrzymałość pięć razy większa od żelaznych, dopuszcza natężenie 150 kilogramów na milimetr kwadratowy przecięcia poprzecznego, powzięto śmiałą myśl przerzucenia mostu wiszącego nad zatoką oddzielającą Brooklyn od Nowego Yorku. Wykonał ją syn Jana Augusta, pułkownik Waszyngton Röbling, ukończywszy przed

szesnastoma laty budowę mostu wiszącego, którego środkowe przęsło ma prawie pół wiorsty otworu, to jest mniej więcej tyle, ile wynosi całkowita długość mostu Aleksandrowskiego na Wiśle. Ten tak zwany East River Bridge, dający przejście dwóm torom drogi żelaznej, dwóm drogom szosowym i dwóm chodnikom dla pieszych, zawieszony jest na czterech linach stalowych. Każda lina o średnicy 40 centymetrów, składa się z 5296 drutów, mających każdy 3 milimetry grubości. Podobnie jak most na Niagarze, tak i ten największy dotychczas most wiszący, zabezpieczony jest od bocznego działania wiatrów za pomocą specjalnych lin i urządzeń.

Okolo r. 1830 zajmowano się żywo w Europie budową mostów wiszących. Na Rodanie, pomiędzy Lyonem a Beaucaire, stało w tym czasie ośm podobnych mostów. Ale wkrótce przyszła reakcja, wywołana kilkoma wypadkami, a głównie zerwaniem mostu w Angers w r. 1833. Zerwanie to wykazało, jak szkodliwymi dla budowli żelaznych mogą być miarowo po sobie następujące drgania. Przez most maszerował batalion piechoty. Gdy kolumna wojska zajęła już całą długość pokładu, nagle liny druciane pękły i cały most razem ze znajdującymi się na nim pięciuset ludźmi, runął do wody. Utonęło wtedy 226 żołnierzy.

Wywołało to powszechne oburzenie i zraziło wielu do mostów wiszących, tak, że przez pewien czas wstrzymywano się od ich stawiania. Z czasem jednak praktyka wykazała, że budowane starannie,

oddawać mogą istotne przysługi, wszędzie gdzie budowa filarów jest utrudnioną i potrzeba przeseł o wielkich otworach. Ale przyjmując mosty wiszące w wyjątkowych warunkach, nie posunięto się w Europie tak daleko jak w Ameryce i ograniczono ich zastosowanie wyłącznie do dróg wozowych lub pieszych. Tymczasem rozwój dróg żelaznych wymagał coraz większej liczby mostów i to o wielkich otworach, przekraczających możliwość stosowania sklepień murowanych lub łuków z żelaza lanego. Zachodziła więc potrzeba wytworzenia nowego typu i tego właśnie dokonał Stephenson.

Robert Stephenson był synem wielkiego twórcy dróg żelaznych Jerzego. Urodził się w r. 1803, gdy ojciec wiódł jeszcze ciężki żywot maszynisty w kopalniach węgla. Matka umarła wkrótce, ale nie zbrakło małemu Robertowi na starannej opiece. Ojciec usilną pracą zarabiał na kształcenie syna, posyłał go do szkoły, a wieczorami uczyli się wspólnie i razem z synem kształcił się ojciec, który urodzony w biedzie, nie miał możliwości nabycia nauki w swym dzieciństwie. Gdy wrodzony geniusz Jerzego Stephensona skierował go do prac nad lokomotywą, które później uwieczniły jego imię i polepszyły się warunki jego bytu. Robert, wysłany przez ojca, kończył nauki na uniwersytecie w Edynburgu.

Po powrocie znalazł w nim ojciec dzielnego pomocnika i odtąd prawie nierozłącznie pracowali obaj nad budową pierwszych dróg żelaznych w Anglii. Skoro Jerzy Stephenson, strudzony pracą i wiekiem,

wycofywać się zaczął od zajęć, z którymi go zespoliła praca całego życia i nabyta sława, szczęśliwym był składając je w ręce syna, stojącego już wtedy w rzędzie najznakomitszych inżynierów angielskich. Jeszcze na lat kilka przed śmiercią ojca, która nastąpiła w r. 1848, pracować zaczął Robert nad mostami belkowymi.

Jak sklepienia murowane naprowadziły na pomysł łuków z żelaza łanego, tak samo belki drewniane były punktem wyjścia belek z żelaza kowalnego. Najpopularniejszą dziś belką żelazną jest szyna. Przyglądając się jej na drodze żelaznej, widzimy, że szeroką swą podstawą leży na podkładach, a po zaokrąglonej jej główce toczą się koła parowozu i wagonów. Główkę z podeszwą łączy ścianka pionowa, zwana szyjką. Gdy koło parowozu znajduje się pomiędzy dwoma podkładami, wtedy tłocząc ciężarem swym na szynę, usiłuje ją wygiąć. Przy tem wyginaniu, podeszwa szyny się rozciąga, główka ściska a szyjka łączy w jedną całość główkę z podeszwą, utrzymując je w niezmienem względem siebie położeniu.

W ten sam sposób pracuje każda belka żelazna i ma też kształt podobny do szyny, tylko, że zamiast główki i podeszwy, ma dwie jednakowe podeszwy u dołu i u góry. To też przekrój poprzeczny belki żelaznej przedstawia się w kształcie drukowanej litery wielkie T, z drugą kreską poprzeczną u spodu i belka nosi stąd nazwę belki o przekroju podwójnej-

go T. Podeszwy dolną i górną nazywamy pasami poziomymi a sztyjkę — ścianą pionową belki.

Gdy belka ma być wysoka, wywalcowanie jej z jednej sztuki nie jest możebnem. Wtedy pasy poziome i ściana pionowa, wywalcowane oddzielne, spajają się w jedną całość za pomocą kątowników i nitów. Przy wyższych jeszcze belkach, ścianę pionową pełną zastępuje się kratą, gęstsza lub rzadsza i takie belki kratowe widzimy najczęściej w mostach żelaznych. I tak np. w moście Aleksandrowskim w Warszawie, ściany boczne są belkami kratowymi i one to dźwigają cały most. Gdy most jest obciążony, pasy górne tych belek są ściskane, pasy dolne rozciągane, a krata wiąże je w jedną całość.

Ściskanie i rozciąganie pasów jest największe w pośrodku przęsła a najmniejsze przy filarach; przeciwnie znow pojedyncze krzyżulce kraty, pracujące także jedne na ściskanie a drugie na rozciąganie, ściskane są i rozciągane najwięcej przy filarach, a najmniej we środku przęsła. Z tego też powodu widzimy, że pasy belek są grubsze we środku a krzyżulce kraty przy brzegach przęsła,

Wielkie belki mostowe związane są ze sobą u spodu i góry belkami poprzecznymi i krzyżami, by się mogły utrzymać niezmiennie w położeniu stojącym i stawiać opór bocznemu działaniu wiatru. Belki poprzeczne dolne są w moście Aleksandrowskim silniejsze znacznie od górnych, bo dźwigają pokład mostu. W moście pod Cytadelą przeciwnie, mającym dwa pokłady, belki poprzeczne górne są silniej-

sze, bo dźwigają drogę żelazną, podczas gdy pokład dolny przeznaczony jest dla ruchu wozowego.

Mosty żelazne belkowe wzięły swój początek w Anglii wraz z rozwojem hutnictwa żelaznego. Jakkolwiek wyrób żelaza laneo rozwinął się tam jeszcze w końcu ubiegłego stulecia, jednakże belki lane nie mogły znaleźć szerszego zastosowania przy budowie mostów. Żelazo lane, odpowiednie w ścisłym pasie górnym belki, nienadawało się zupełnie w pasie dolnym, pracującym na rozciąganie. Trzeba tu materiału sprężystego, jak żelazo kowalne, którego wyrób w początkach naszego wieku był jeszcze bardzo ograniczony. Po zaprowadzeniu wielkich pieców, zatraciło się pierwotne otrzymywanie żelaza z rudy w ogniskach i zamiast niego powstało świeżenie, albo tak zwane fryszowanie, polegające na przetapianiu surowizny w silnym strumieniu powietrza, z dodaniem roztopu, zawierającego tlenik żelaza, przez co surowizna utraci część węgla i staje się żelazem kowalnym, po jednym lub kilku przetopieniach. Przy tej metodzie, długiej i mozolnej, przemysł żelazny nie mógł się należycie rozwinąć.

W r. 1783 otrzymał Henryk Cort w Anglii patent na pudłowanie, t. j. otrzymywanie z surowizny żelaza kowalnego w odpowiednich piecach, przy użyciu płomienia węgla kamiennego, a w roku następnym patent na walcownię. Wynalazek pudłowania był pierwszym krokiem dzisiejszego rozwoju hutnictwa żelaznego, nie zaraz jednak się przyjął. Cort, poświęciwszy dla doprowadzenia do skutku swego

wynalazku 20 tysięcy funtów szterlingów własnego mienia, umarł w nędzy. W początku dopiero bieżącego stulecia pudlowanie i walcowanie żelaza rozwijać się zaczęło w Anglii, a w ciągu pierwszych trzech dziesiątków lat postąpiło tak dalece naprzód, że gdy rozwój dróg żelaznych w Anglii zwiększył nagle zapotrzebowanie mostów — ograniczając jednocześnie zastosowanie belek lanych, z przyczyny niedostatecznej ich wytrzymałości, do mostów o bardzo małych otworach — stało się możebnem stosowanie w szerszym zakresie żelaza walcowanego.

Z początku, opierając się na różnicy pracy pasów dolnego i górnego belki, zaczęto używać belek mieszanych, z pasem górnym z żelaza lanego, a dolnym z walcowanego. W ten sposób zbudował w r. 1846 Robert Stephenson, dla drogi żelaznej North Western, jeden z najdawniejszych mostów żelaznych belkowych w Anglii, w kształcie rury, o przekroju prostokątnym. Była to jednak właściwa belka, tylko zamiast jednej, miała dwie ściany pionowe i te właśnie stanowiły ściany boczne mostu. Płaskie pudło z żelaza lanego stanowiło pas górny belki, a także pudło z żelaza walcowanego pas dolny. Środkiem wytworzonego w ten sposób kurytarza przechodziła droga żelazna.

Kombinacya była ściśle racjonalną: żelazo lane pracowało na ściskanie, a kowalne na rozciąganie; przekonano się jednak w następstwie, że most nie odpowiadał warunkom, wymaganym na drogach żelaznych. Żelazo lane, zwłaszcza w punktach ze-

tknięcia z żelazem kowalnym, z powodu różnicy sprężystości dwóch materiałów, nie wytrzymało zadawalniająco drgań przy przechodzeniu pociągów. To też przyjaciel i współpracownik Stephensonów, przy budowie pierwszych dróg żelaznych w Anglii, William Fairbairn, już w r. 1848 wziął patent na budowę mostów tego kształtu, jak, co dopiero opisany, ale z żelaza walcowanego.

Równocześnie Robert Stephenson zajęty był projektem mostu dla drogi żelaznej nad cieśniną Menai, w pobliżu mostu wiszącego Telforda. Projektował takowy pierwotnie na łukach żelaznych lanych, ale parlament niechciał przyjąć projektu utrudniającego żeglugę na cieśninie i żądał wielkich otworów, dla łuków z żelaza lanego niemożliwych. Próbował następnie Stephenson projektu zawieszania belki rurowej z żelaza walcowanego na linach drucianych. Doświadczenia wszakże wykonane wtedy przez Fairbairna i Hodgkinsona, dowiodły, że belki rurowe z żelaza walcowanego, nawet przy otworach, jakich żądano na cieśninie, obejdą się bez pomocy lin i Stephenson zatrzymał się ostatecznie na projekcie dwóch belek rurowych, każda dla jednego toru kolejowego, spoczywających na filarach murowanych, wzniesionych na 30 m. nad najwyższym poziomem morza. Dla żeglugi przeto zostawały dwa olbrzymie otwory, mające każdy 140 m. szerokości.

Budowa tak wielkiego mostu, według nowego zupełnie systemu, prowadzoną być musiała z należytą ostrożnością. Stephenson, przyzwawszy do

pomocy Fairbairna, Hodgkinsona i Clark'a, zbudował najprzód model jednego przęsła, w $\frac{1}{6}$ naturalnej wielkości. Model ten poddany został w r. 1847 całemu szeregowi prób, które dały zadawalniające rezultaty. Przystąpiono wtedy do budowy filarów, a tymczasem Clark obmyślił sposób ustawiania belek, bez rusztowań lub mostu tymczasowego, bo to przez pewien czas utrudniałoby żeglugę na cieśninie. Każde przęsło belki, złożone i znitowane na brzegu, doprowadzano na statkach pomiędzy filary, a następnie za pomocą potężnych pras hydraulicznych, ta wielka masa metalu, ważąca dwa miliony kilogramów, wciągana była na filary.

Most otrzymał nazwę Britania, bo cała Anglia dumną była z tego tryumfu sztuki inżynierskiej. Rozpoczęty w roku 1846 ukończony został w przeciągu lat czterech. Odtąd też datuje się rozwój budowy mostów żelaznych belkowych. Robert Stephenson wzniósł jednocześnie drugi podobny most na cieśninie Conway, o jednym przęśle, mającem 122 m. otworu, a wkrótce potem stawiać zaczęto podobne mosty we Francji i innych krajach Europy.

Stephenson, uznany za najpierwszego inżyniera swego czasu, wzywany był do budowy dróg żelaznych we Francji, Szwajcarii, Norwegii, jeździł także do Egiptu i Kanady, był członkiem parlamentu i zmarł otoczony sławą w r. 1859, widząc w pełnym rozwoju tak drogi żelazne, stworzone przez ojca, jak i mosty belkowe, którym sam dał początek.

O ile wiadomości o pracach i zasługach Ś-go Benezeta i Roberta Stephensona w dziedzinie budowy mostów, mało są rozpowszechnione wśród ogółu, o tyle każdemu prawie znanem jest nazwisko inżyniera Gustawa Eiffla, który zbudował wieżę trzystometrową na ostatniej wystawie paryskiej. Tak dawniejsze prace Eiffla, jak i sama wieża, nie tylko należą do działu sztuki inżynierskiej, który nas zajmuje, ale nadto są wyrazem ważniejszych postępów w tym dziale, urzeczywistnionych od epoki Roberta Stephensona. Wielu znakomitych inżynierów złożyło się na te postępy, ale Eiffel udziałem swym we wszystkich prawie studyach rozwoju budowli żelaznych w ostatnich czasach, a głównie spopularyzowaniem tego rozwoju przez budowę wieży, zajął w rzędzie pracowników na tem polu zaszczytne a zarazem najgłośniejsze stanowisko.

Początek jego pracy w zawodzie inżynierskim przypada właśnie na ostatnie lata życia Roberta Stephensona. Sieć dróg żelaznych we Francyi zaczęła się wtedy szybko rozszerzać, wzmagając potrzebę mostów o wielkich otworach. Pierwszy most żelazny belkowy we Francyi postawiono w r. 1851 na drodze żelaznej zachodniej w Argenteuil pod Paryżem. Były to belki ze ścianą pionową pełną, podobnie jak i w kilku mostach zbudowanych w latach następnych. Jednocześnie wszakże inżynierowie francuscy podjęli uczone prace około wytworzenia teorii belek, stanowić mogącej ścisłą podstawę obliczeń przy projektowaniu mostów żelaznych, oraz

wprowadzili do ich budowy nowy zupełni typ, mianowicie belki kratowe.

Jeszcze Galileusz zajmował się wytrzymałością bali drewnianych i położył pierwsze podstawy teorii belek prostych. Dowiódł on, że bal o przekroju prostokątnym, położony węższą ścianą na podporach, znosi większe obciążenie, niż leżąc na płask, oraz że bal wewnątrz wydrążony, w jednakowych warunkach wytrzymuje więcej, niż tejże samej masy bal pełny. Mylnie wszakże mniemał, że wszystkie włókna bala wyciągają się wskutek wygięcia, zarówno po stronie wklęsłej, jak po stronie wypukłej.

Teoria Galileusza znalazła wielu zwolenników i przechowała się bez zmiany, aż do roku 1678, w którym sławny fizyk angielski Robert Hooke, zajmujący się badaniem ruchu sprężyn metalowych, odkrył prawdziwe podstawy teorii wygięcia, podawszy prawo proporcjonalności wydłużeń lub skróceń do natężeń, sprawiających te odkształcenia i zaznaczywszy, że pręt wygięty rozciąga się po stronie wypukłej, a kurczy po stronie wklęsłej. Pracowali później nad tym przedmiotem Mariotte i Parent, nad teorią sprężystości Euler i Coulomb, doświadczenia nad wytrzymałością belek wykonywali liczni inżynierowie francuscy i angielscy, ale dopiero Navier w roku 1824 wyjaśnił stanowczo znaczenie teorii wytrzymałości przeciw złamaniu, wobec teorii wygięcia, rozwiązał mnóstwo zadań przed nim jeszcze niedotykanych, a między innymi położył pod-

stawy teorii łuków metalicznych. Wspominane już doświadczenia Hodkinsona i Fairbairna, w końcu prace Lamé'go, Clapayron'a, Belanger'a, Bresse'a i innych doprowadziły te części mechaniki praktycznej, które stanowią podstawę obliczeń przy projektowaniu mostów żelaznych belkowych i łukowych, do dzisiejszego ich stanu ¹⁾.

Gdy jedni pracowali nad teorią belek prostych i łuków, drudzy inżynierowie, zajmujący się budową mostów, wprowadzali w życie nowe typy. Pierwszy most żelazny z belkami kratowymi zbudowano we Francji na kolei południowej w r. 1857. Było to dzieło zakładów Gouin'a, które odtąd, pod kierunkiem inżynierów Clapayron'a i Lavalley'a, oddały się prawie specjalnie budowie podobnych mostów, lub tylko ich części żelaznych, jak na przykład mostu Aleksandrowskiego. Zakładom Gouin'a zawdzięczamy także pierwszy most łukowy z żelaza walcowanego, zbudowany w Szegedynie na Węgrzech.

¹⁾ W szeregu inżynierów pracujących nad tym przedmiotem, zaznaczyć należy u nas Tadeusza Chrzanowskiego, który nie tylko jako pomocnik Kierbedzia przy budowie mostu Aleksandrowskiego i główny kierownik budowy mostu pod Cytadelą, ale także jako autor poważnych prac naukowych, odznaczył się w dziale inżynieri cywilnej, który nas zajmuje. Dwie zwłaszcza z tych prac wymienić wypada: „Wyznaczenie sił działających w krzyżulcach i ścianach pełnych pionowych belek mostów systemu amerykańskiego” (po francusku w oddzielnej broszurze, Warszawa, 1860, a po polsku w „Przeglądzie Technicznym” z r. 1875, t. I, str. 36), i „Teoria sklepień” (Warszawa 1877).

Oprócz belek prostych i łuków, powstało jeszcze mnóstwo innych typów mostów żelaznych. Najoryginalniejsze obmyślił inżynier angielski, Brunel. W jego moście Windsorskim, belki mostowe mają pas górny łukowy, a pas dolny prostoliniowy, stanowiący cięciwę tego łuku—w moście Saltash oba pasy, górny i dolny są łukowe i belka przedstawia kształt wrzeciona—wreszcie most Chepstow stanowi kombinację systemów łukowego, wiszącego i belkowego.

Niepodobna tu podawać szczegółowych opisów znacznej liczby odmian, wspomnieć jednak należy o mostach belkowych amerykańskich, które się wzorowały głównie na typie, opatentowanym w Anglii w roku 1844 przez kapitana Warren'a. System ten nazwać można artykulacyjnym, gdyż pojedyncze krzyżulce belki połączone są z pasami górnym i dolnym, jakby na zawiasach. Wszystkie części belki pracują w tym systemie zupełnie racjonalnie, ale całość nie posiada sztywności mostów żelaznych europejskich, których pasy i krzyżulce związane są stale między sobą nitami.

Oprócz nowych typów, przybył także do budowy mostów nowy materiał, a właściwie nowa odmiana żelaza, mianowicie stal. Zajmuje ona, odnośnie do procentu węgla, jaki w sobie zawiera, miejsce pośrednie pomiędzy surowizną a żelazem, a wyróżnia się własnością nabierania i tracenia hartu i większą wytrzymałością. Otrzymywano ją oddawna z surowizny, temież samemi metodami jak żelazo.

Stal świeżoną otrzymywano z wyjątkowo czystej i bogatej w węgiel białej surowizny, ale oczywiście, podobnie jak i żelazo świeżone, w bardzo małych ilościach.

Po odkryciu pudlowania żelaza, usiłowano otrzymywać tym sposobem i stal; udało się to dopiero jednak w roku 1849 Antoniemu Lohage. Tym sposobem można już było, w ciągu tegoż samego czasu, otrzymać siedem razy więcej stali niż za pomocą świeżenia. Ale dopiero metoda Bessemiera, podana w roku 1856, powiększyła sto razy ten stosunek i pozwoliła dostarczać stali w ilościach takich, że można już było używać jej jako materiału do budowy mostów. Korzystając z jej większej wytrzymałości, stosować ją zaczęto do mostów o wielkich otworach.

W Ameryce inżynier Eads zbudował około roku 1870 most St. Louis na Missisipi, o trzech arkadach, mających każda po półtorasta metrów otworu. Arkady składają się z łuków kratowych ze stali a most ma dwa pokłady: górny dla drogi zwyczajnej i dolny dla dwóch linii kolei żelaznej. Pokład górny przechodzi nad łukami, a pokład dolny umieszczony jest w pośrodku pomiędzy wierzchołkami a podstawami łuków.

Obok postępów teorii wytrzymałości, dającej podstawę obliczeń, oraz rozwoju rozlicznych systemów budowy przęseł mostowych, zaznaczyć wypada znakomite ulepszenia i wynalazki praktyczne, odnoszące się do zakładania fundamentów, filarów

i przyczółków. Dawniej stawiano mosty tam tylko, gdzie można było zakładać fundamenty na betonie lub na palach. W miejscach, gdzie warstwa podmywalna przedstawiała znaczną grubość, przekraczającą zwykłą długość pali, zakładanie fundamentów nie było możebnem. Potrzeba stawiania mostów dla dróg żelaznych, w punktach wyznaczonych *à priori*, zmusiła inżynierów do pokonania i tej trudności.

Na szczęście, pomysł był już gotowy. W r. 1839 inżynier Triger, mając zbudować szyb kopalniany na wyspie, położonej wśród Loary, koło Chalonnès, schodzący przez wodonośne warstwy piasku, na głębokość 20 m. pod poziomem wody, aż do gruntu ścisłego, powziął myśl szczęśliwą opuszczenia wielkiej rury z blachy żelaznej, z którejby powietrze, ściskane za pomocą pomp, wypędzało dopływającą dnem wodę. Robotnicy dostawali się do wnętrza rury przez szluzę, umieszczoną na wierzchu i przez tęż szluzę wynoszono skopaną wewnątrz rury ziemię. Rura opuszczoną została aż do gruntu nieprzepuszczającego wody, który już dalej przekopywany był na sucho i w ten sposób utworzony został szyb kopalniany, dla pomieszczenia przewodów rurowych, służących do wypompowywania wody z dna kopalni.

Pomysł Trigera zastosowano naprzód w Anglii, przy budowie mostu Rochester, gdzie opuszczano wielkie rury z żelaza łanego, mające 2 m. średnicy i każdy filar oparto na czternastu takich rurach, wypełnionych betonem. Później Brunel zastosował ten

system przy budowie mostu Saltash, a następnie inżynierowie francuscy przy budowie wielu mostów. W ten sposób także założone były fundamenty filarów mostu Aleksandrowskiego na Wiśle, a przedtem jeszcze w roku 1859 fundamenty mostu w Bordeaux, przy budowie którego pracował debiutujący wtedy w karyerze inżynierskiej Gustaw Eiffel.

Jednocześnie metoda ta ulepszoną została znakomicie przez inżyniera Fleur St. Denis, przy budowie mostu pod Kehl na Renie i odtąd pewną liczbę rur, zapuszczanych każda oddzielnie pod filarem, zastąpiła jedna wielka skrzynia żelazna bez dna, stanowiąca podwodną izbę pracy, z kominami, przedłużanemi w miarę opuszczania skrzyni a u wierzchu zaopatrzonemi w szluzy. Skrzynia taka, odpowiednio obciążona, opuszczoną zostaje na dno rzeki, a ściśnienie powietrza wypycha z niej wodę. Robotnicy schodzą przez szluzy, umieszczone na kominach i kopią na dnie skrzyni, wyprowadzając przez szluzy skopaną ziemię. Tymczasem na suficie skrzyni wokoło kominów, wewnątrz otoczenia z blachy żelaznej, stanowiącego jakby przedłużenie bocznych ścian skrzyni, leje się beton i skrzynia w miarę przybywania betonu i kopania ziemi u spodu, zagłębia się powoli w przepuszczalną warstwę gruntu. Gdy dojdzie do warstwy nieprzeziąkliwej, wypełnia się wnętrze izby pracy i kominów betonem i otrzymuje podstawę betonową, opartą na gruncie nieściśliwym, na której murować można filar po nad wodą. Przy użyciu takich skrzyń, czyli kesonów, budowane są

obecnie fundamenty filarów mostowych, w gruntach przesiąkliwych.

Zbliżamy się do ostatnich, olbrzymich kroków postępu w budowie mostów żelaznych. Przy rozwijaniu się sieci kolejowych w krajach górzystych, wynikała często potrzeba przerzucania drogi żelaznej w poprzek głębokich a wązkich dolin. Wypadało budować wiadukty na filarach tak wysokich, że stawianie ich z kamienia okazało się zbyt kosztownem. Żelazo musiało tu przyjść w pomoc i już w roku 1853 zbudowany został w ten sposób wiadukt Crumlin w Walii. Filary tego wiaduktu, mające 53 m. wysokości, postawiono w kształcie rusztowań z żelaza lanego.

W latach następnych na podobnych filarach postawiono dwa wiadukty w Szwajcaryi. Jeden z nich zwłaszcza, zbudowany przez inżyniera Mathieu we Friburgu, odznacza się wielką wysokością filarów, wynoszącą 80 m. a nadto, podczas jego budowy, zainaugurowano nowy system ustawiania części żelaznych. Belka kratowa ciągła, zestawiona na brzegu wąwozu, posuwana była na wałkach, leżących na brzegu, w kierunku osi wiaduktu, tak, że stercząc kolejno po nad fundamentem każdego filaru, podtrzymywała windy, które służyły do podnoszenia z dołu wąwozu części składowych filaru i ułatwiała w ten sposób jego budowę. Gdy pierwszy filar został wzniesiony, układano na nim wałki i popychano dalej belkę mostową.

Praktyka wykazała, że przy znacznych wysoko-

ściach, filar żelazny kosztuje o połowę taniej od kamiennego i inżynier Nordling zbudował kilka wiaduktów na podobnych filarach w południowej Francji. Przy nim pracować zaczął nad tym przedmiotem Eiffel, mający już wtedy w roku 1868 własne zakłady mechaniczne.

Pierwsze filary wiaduktów budowane przez Eiffla, miały kształt ostrosłupów ściętych, o podstawie prostokątnej. Filar, stosownie do szerokości pokładu wiaduktu, składał się z czterech lub ośmiu kolumn z żelaza lanego, powiązanych krzyżulcami z żelaza walcowanego. Wkrótce jednak przekonał się Eiffel, że tylko zupełne usunięcie żelaza lanego, a wyłączne stosowanie do budowy filarów żelaza walcowanego, zapewnić może rozwój tego rodzaju budowli. W miarę bowiem wzrostu wysokości, działanie wiatru na filar staje się coraz potężniejszym. Kolumny filaru, pracujące na ściskanie pod ciężarem belki i obciążenia wiaduktu, wskutek działania wiatru pracować muszą także na zgięcie, co nie odpowiada naturze żelaza lanego i zmniejsza stopień bezpieczeństwa budowli. Nadto kolumny z żelaza lanego są grubsze od słupów z żelaza walcowanego i wystawiają większą powierzchnię na działanie wiatru. To też w ostatnich dwudziestu latach wszystkie filary żelazne wiaduktów, budowano już wyłącznie z żelaza walcowanego, a Eiffel wprowadził do ich budowy znakomite ulepszenia, z których najważniejsze miały na celu zwiększenie oporu na działanie wiatru.

Jednocześnie z filarami i same mosty żelazne stały się przedmiotem prac Eiffla. Znakomitem jego dziełem jest zbudowany w roku 1877 wiadukt Maria-Pia, pod miastem Porto, w Portugalii. Rzeka Duro, przy swem ujściu, płynie tam wązkim a głębokim wąwozem, przez który trzeba było przerzucić most, umieszczony dostatecznie wysoko i o tak znacznym otworze, aby nie tamował ruchu okrętów morskich, wchodzących do portu na rzece. Eiffel zaprojektował wiadukt żelazny kratowy na filarach żelaznych; gdy jednak zakładanie fundamentów na dnie rzeki Duro okazało się niemożliwem, przeszło środkowe wiaduktu posiadać musiało otwór 160 m.

Przy projektowaniu połączył Eiffel system belkowy z łukowym i przeszło zbudowane zostało w ten sposób, że na olbrzymim łuku żelaznym kratowym, mającym 160 m. otworu, wzniesione zostały z obu stron wierzchołka dwa małe filary żelazne, podtrzymujące belkę kratową, która tym sposobem, wsparta na wierzchołku łuku i na tych filarach, podzielona jest na cztery przęsła nad łukiem. Oprócz skombinowania dwóch systemów, łukowego i belkowego, wprowadził jeszcze Eiffel przy budowie tego wiaduktu jedno nader ważne ulepszenie, powiększające znacznie opór budowli na działanie wiatru. Ściany boczne budowli nie są równoległe, ale idą skośnie od filarów do klucza, tak, że rozstawienie łuków zewnętrznych arkady wynosi 15 m. przy filarach, a tylko 4 m. w kluczu. W ten sposób ściany boczne

łuku są nachylone do najniekorzystniejszego kierunku wiatru, i lepiej opierać się mogą jego działaniu.

Według typu zainaugurowanego przez Eiffla, przy budowie wiaduktu Maria-Pia, wzniesione zostały w ostatnich czasach: wiadukt Ludwika I-go także w Porto przez inżyniera Seyriga i wiadukt Garabit w departamencie Lozère we Francji przez Eiffla. Zasadę nachylania ścian bocznych budowli, dla zwiększenia oporu na działanie wiatru, przyjął także inżynier Fowler, projektodawca największego ze zbudowanych dotąd mostów belkowych, na zatoce Forth w Szkocyi. Dwa przęsła środkowe tego mostu mają każde 517 m. otworu, a dwa boczne po 207 m.

Typ tu przyjęty został inny zupełnie, jak w znanych dotąd mostach żelaznych belkowych. Budowano je zawsze pod postacią belki leżącej na dwóch lub więcej podporach, gdy tymczasem most na zatoce Forth złożony jest z trzech belek, z których każda podpartą jest w środku. Końce zewnętrzne dwóch belek skrajnych przymocowane są do filarów murowanych, po za którymi, po obu stronach mostu ciągną się jeszcze zwykłe wiadukty, — ale między końcami wewnętrznymi tych belek, a końcami belki środkowej, pozostają puste przerwy, mające po 106 m. długości. Przerwy te wypełnione zostały zwykłymi belkami kratowymi, które zamiast na filarach, spoczywają na końcach wielkich belek w środku podpartych. Za wynalazcę tego typu poczytują Niemcy inżyniera Gerbera, — właściwie jednak uwa-

zać należy ten system budowy mostów, jako zapożyczony z Chin, gdzie oddawna stawiano w ten sposób mostki bambusowe.

Projekt inż. Fowlera przeprowadził na gruncie inż. Baker i w listopadzie 1889 roku most na zatoce Forth został ukończony. Każdy z trzech wielkich filarów składa się z czterech rur stalowych, o średnicy przeszło półczwarta metra, silnie powiązanych krzyżami i pochylonych ku osi mostu, tak, że ich rozstawienie wynosi 36 m. u podu, a 10 m. u szczytu. Części metalowe każdego filaru mają 105 m. wysokości i stanowią środki dwóch olbrzymich belek kratowych, pochylonych ku osi mostu. Po obu stronach, idąc od filaru, wysokość tych belek stopniowo się zmniejsza, tak że przy końcach dochodzi do zera, bo pasy górny i dolny, stykają się tam ze sobą ¹⁾).

Pasy górne, utworzone z belek kratowych, idąc od filaru, stopniowo się cbnizają, a pasy dolne, utworzone z szeregu rur stalowych, podnoszą się w kształcie łuku. Jednocześnie oba pasy górne zbliżają się do siebie i tak samo pasy dolne, tak że rozstawienie ich, wynoszące na filarze u dołu 36, a u góry 10 m., schodzi na obu końcach do 10 i 7 m. Krzyżulce tych olbrzymich belek, w środku podpar-

¹⁾ Jak widzimy, w tych wielkich belkach, w środku podpartych, pasy pracują nie tak, jak w belce leżącej swemi końcami na dwóch podporach, ale odwrotnie. Pasy dolne stanowią jakby olbrzymie kroksztyny i pracują na ściskanie, a pasy górne, wiążąc szczyt filaru z końcami pasów dolnych, podtrzymują je i pracują na rozciąganie.

tych, utworzone są podobnie jak pasy: te, które podlegają ściskaniu — z rur, a rozciągane — z beleczek kratowych. Jak zaznaczono wyżej, na końcach wielkich belek w środku podpartych, spoczywają jak gdyby na filarach zwykłe belki kratowe, o pasie górnym parabolicznym, pokrywające każda 106 m. otworu. Pokład mostu, przechodzący środkiem olbrzymich ostrosłupów, utworzonych przez ściany belek w środku podpartych i wiązania pasów górnych i dolnych, spoczywa na belkach kratowych, powiązanych z belkowaniem poprzecznem i wzniesiony jest na 49 m. nad powierzchnią morza. Do budowy całego mostu użyta była stal zlewna, a ciężar czterech wielkich przęseł wynosi 36,000 tonn. Koszt budowy mostu wraz z wiaduktami po obu stronach wynosi około 45 milionów rubli.

Obliczenia wytrzymałości wielkich przęseł mostu na zatoce Forth wykazały, że niektóre pojedyncze części belek w środku podpartych, pracują nierównie więcej pod działaniem wiatru, aniżeli pod ciężarem przechodzących pociągów. Zarzucano nawet projektowi, że nachylenie wielkich belek nie jest wystarczające, bo porównywując największe natężenie, wywołane przez różne siły w pasie dolnym belki, okazuje się, że kiedy na ciężar własny przypada 37% , a na obciążenie przechodnie od pociągu 16% , to na ciśnienie wiatru przypada aż 47% , to jest prawie trzy razy tyle, co na obciążenie przechodnie. Kształt więc ogólny i wymiary pojedynczych części wielkich budowli żelaznych, winny być obliczane

i wykreślane z uwzględnieniem przedewszystkiem działania wiatru, króre też wyłącznie miał na uwadze Eiffel, przy projektowaniu wieży 300-to metrowej dla ostatniej wystawy paryskiej.

Zajmując się zdawna budową filarów żelaznych pod wiaduktami, Eiffel nie przekraczał nigdy wysokości 75 m. Upowszechniło się też mniemanie, że dalej iść nie można, z powodu zbyt wielkiego parcia wiatru. Aby mu stawić opór, przedewszystkiem nachylano słupy, tworzące filar, który tym sposobem otrzymywał kształt piramidy,—a następnie wiązano silnie wszystkie słupy filaru pomiędzy sobą. Wiązania te powiększały znacznie ciężar budowli, a przez to ograniczały jej wysokość. Chcąc tę wysokość zwiększyć, wypadało określić teoretycznie taki kształt filaru, przy którymby wiązania poprzeczne dały się sprowadzić do *minimum*.

W ten sposób właśnie wyznaczony został przez Eiffla i jego współpracowników, inżynierów Nougiera i Koechlina, ogólny kształt wieży. Podzielono ją na warstwy poziome, wykreślono dla każdej z nich wypadkową ciśnienia wiatru i nadano słupom wzdłuż tej warstwy takie nachylenie, aby wzmiankowana wypadkowa czyniła zadość warunkom równowagi. Jak się wyraził malowniczo Tissandier, kształt wieży został tym sposobem jakby przez wiatr wymodelowany. Nie jest to projekt architekta, ale ścisły wynik obliczeń i wykreśleń statycznych. A gdy tym sposobem otrzymano kształty lekkie i piękne, dowód jeden więcej, że racjonalne użycie materiału i ści-

słe obliczenie wymiarów, same przez się wytwarzają estetyczny wygląd budowli.

Wieża zbudowaną została z żelaza walcowanego i waży około 7,500 tonn, a więc zaledwie piątą część ciężaru czterech przęseł mostu na zatoce Forth. Zbudowana została w ten sposób, że wszystkie składowe jej części przygotowano i dopasowano w fabryce, a na miejscu dokonywane były tylko niezbędne nitowania. Przeciwnie, przy budowie mostu Forth, blachy stalowe, z gruba tylko przygotowane, dopasowywane były na miejscu budowy. W porównaniu z ogromem mostu, wieża stanowi budowlę drugorzędną, zaleca się jednak ścisłością wykonania, cechującą wogóle prace inżynierów francuskich. Wieża Eiffla wykazała przytem, że wysokość wiaduktów na filarach żelaznych, iść może znacznie dalej niż sądzono dotychczas i przekonała wszystkich, że budowle żelazne mają przed sobą przyszłość, której zakresu niepodobna jeszcze przewidzieć.

Ale właśnie wobec tego tryumfu żelaza, uwydatnionego w ostatnich czasach budową mostu na zatoce Forth i drugiego większego jeszcze mostu na rzece Hudson w Ameryce, o otworach ośmioletmetrowych, a rozgłoszonego przez wieżę Eiffla, popularniejszą od wielu nierównie znakomitszych budowli żelaznych, bo się rzuciła w oczy całemu światu na wystawie paryskiej 1889 roku,—inżynierom przychodzi teraz w niektórych razach odgrywać rolę owego niewolnika, który w starożytności miał obowiązek przypominania tryumfatorom, że

władza ziemską jest znikomą. Za pomocą żelaza i stali można budować mosty o otworach kilkanaście razy większych, niż otwory mostów kamiennych, ale kto może przewidzieć, jak długo wytrzymają te budowle. Układ wewnętrzny cząsteczek metalu, pod wpływem długoletnich jednostajnych drgań, może się zmienić ze szkodą dla wytrzymałości, rdza działa szkodliwie od zewnątrz, główki nitów, łączące pojedyncze blachy, często odpadają i budowle żelazne wymagają nader starannego dozoru i utrzymania.

Na niektórych drogach żelaznych we Francyi, a nawet w Ameryce, przekonano się, że małe mosty żelazne, jeżeli przy budowie kosztują taniej, to po skapitalizowaniu kosztów utrzymania w ciągu długiego szeregu lat, przedstawiają się mniej korzystnie — i zaczęto je zastępować powoli mostami kamiennymi. W pośród rysunków i modeli mostów, zbudowanych w ostatnich latach, jakie były wystawione w r. 1889 w Paryżu, odznaczały się mosty kamienne niektórych dróg żelaznych francuskich, mające do 61 m. otworu. Kosztowały one nie drożej od żelaznych, a mają zabezpieczoną trwałość na długie wieki i nie potrzebują prawie żadnego utrzymania. Przetrwały bowiem kilkanaście już wieków mosty kamienne rzymskie, kiedy mosty żelazne posiadamy zaledwie stuletnie z żelaza lanego, a kilkadziesiąt lat z walcowanego i nie można powiedzieć nic stanowczego o liczbie lat, jaką jeszcze przetrwają. Ale też obecnie trudno liczyć przyszłość na stu-

lecia, gdy każda ćwierć wieku przynosi nowe wynalazki, usuwające z pola dawniejsze, zanim jeszcze zdołano z nich wyciągnąć wszystek pożytek.

Z pobieżnego przeglądu dziejów budowy mostów, widzimy, że mosty drewniane sięgają czasów przedhistorycznych, a kamienne czasów rzymskich. Z pomników sztuki rzymskiej, jakie nas doszły, zasługują głównie na uwagę mosty w Rzymie i akwadukt w departamencie Gard we Francji. W XII-ym stuleciu Ś-ty Benezet rozpoczyna obfitą w owoce działalność braci mostowych i odtąd budowa mostów kamiennych w Europie nie przestaje się rozwijać. W końcu ubiegłego stulecia przybywa do budowy mostów nowy materiał — żelazo lane. Żelazo walcowane, najwięcej rozpowszechnione obecnie przy tej budowie, stosuje poraz pierwszy w szerszym zakresie Robert Stephenson i jego most „Britania” jest ojcem wielkich mostów tegoczesnych; w końcu przybywa w pomoc stal. Odtąd też rozpoczyna się olbrzymi rozwój budowli żelaznych, których tryumf wieża Eiffla rozgłasza całemu światu. Ś-ty Benezet, Stephenson i Eiffel uosabiają tym sposobem trzy charakterystyczne epoki w dziejach budowy mostów. Pierwszy jest odnowicielem mostów kamiennych, drugi istotnym inicjatorem żelaznych, trzeci wreszcie popularyzatorem rozwoju tej gałęzi sztuki inżynierskiej w ostatnich czasach.

IV.

Sławni garncarze.

Stół garncarski. Klasyfikacya wyrobów z gliny. Wyroby bez glazury. Wyroby pokryte lustrem. Polewa ołowiana. Emalia nieprzeźroczysta. Fajanse. Łukasz della Robbia. Bernard Palissy. Wyroby kamionkowe. Porcelana chińska. Ludwik Poterat. Porcelana miękka. Fryderyk Böttger. Porcelana czerwona. Odkrycie pokładów kaolinu. Fabryki w Meissen i Sevres. Joziasz Wedgwood. jego prace. Fajans angielski. Nasze garncarstwo.

Garncarstwo jest jednym z najdawniejszych przemysłów. Znane już w czasach przedhistorycznych, w wieku żelaza i brązu, zawiązkę swą sięga, jak się zdaje, samych początków wieku kamiennego. Człowiek pierwotny, gdy znalazł schronienie w jaskini i wyrobił sobie pierwszą broń, — odczuł potrzebę przechowywania z dnia na dzień wody i pokarmów, a mając glinę pod ręką i zauważywszy jej elastyczność, ulepił z niej pierwsze naczynia i wy-

suszył na słońcu. Skoro zaczął posługiwać się ogniem, zauważył drugą własność gliny: że przez wypalanie twardnieje i zaczął wypalać naczynia gliniane, by je uczynić trwalszemi. Tu wszakże zaraz wyszedł na jaw główny niedostatek gliny, jako materiału garncarskiego; mianowicie jej zbytne kurczenie się podczas wypalania, psujące kształt naczyń — i już w czasach przedhistorycznych starano się usunąć, a przynajmniej zmniejszyć ten niedostatek, przez dodawanie do gliny ciał odtłuszczających, które przed wypalaniem zmniejszają wprawdzie jej plastyczność, ale za to podczas wypalania czynią glinę mniej kurczliwą. Tłuczony granit i kwarc, wreszcie piasek,—to były pierwsze materye odtłuszczające, używane przy wyrobie naczyń z gliny.

Najdawniejsze wykopaliska gliniane, jakie znaleziono dotąd, pochodzą już z czasów kamienia obrobionego. Są to naczynia ukształtowane w ręku, noszące na sobie nieraz ślady palców garncarza. Naczynia gliniane z wieku brązu, jakkolwiek równie w ręku tylko lepiące, przedstawiają wszakże większą różnorodność kształtów, a nawet nieraz ozdobione są wyrytymi na powierzchni rysunkami. Wreszcie w wieku żelaza, sąsiadującym już z historycznymi czasami, około 2000 lat przed Chrystusem, wynaleziony został krąg, czyli stoł garncarski, jedna z najdawniejszych maszyn i naczynia ukształtowane z jego pomocą, są już zupełnie regularne.

Stół garncarski, używany i dziś do lepienia z gliny wszelkich naczyń, mających kształt okrągły, skła-

da się z wielkiego drewnianego kręgu, umocowanego na osi pionowej i umieszczonego tak nisko, aby siedzący na ławce nad tym kręgiem garncarz mógł krąg wraz z osią wprawiać nogami w ruch obrotowy. U góry osi umocowany jest mniejszy krąg drewniany, na którym umieszcza się masę glinianą, wilgotną i miękką. Gdy garncarz obraca nogami krąg wielki, oś wraz z górnym krążkiem i umieszczoną na nim masą obraca się szybko, a podczas tego obrotu, rękami zmoczonymi poprzednio w rozwodnionej glinie, nadaje garncarz masie glinianej pożądane kształty. Czynność ta wymaga wprawy, gdyż chodzi tu o nadanie jednostajnej grubości ścianom naczynia i o jednostajne wszędzie ugniecenie gliny.

W wielkich fabrykach tegoczesnych, stoły garncarskie poruszane są zwykle nie przez garncarzy, ale za pomocą specjalnych motorów. Nieraz maszyna parowa wprawia dziś w ruch w większych zakładach całe szeregi stołów. Gdy chodzi o otrzymanie kształtów ściśle regularnych, na przykład przy wykończaniu talerzy, lub naczyń ozdobionych opaskami, posługują się garncarze szablonem stalowym, odpowiednio wykrojonym, którym w podobny sposób nadają pożądane kształty masie glinianej, jak tokarze dłutem na swych warsztatach masie drzewnej. To też w przybliżeniu powiedzieć można, że tem jest stół garncarski dla garncarza, czem tokarnia dla tokarza.

W początkach stół garncarski składał się tylko

z górnego kręgu. Garncarz wprowadzał go w ruch rękami, krąg puszczony w ruch kręcił się dość długo i przez ten czas garncarz kształtował obracającą się masę. Taki stół pierwotny znany był w Egipcie już około 1900 r. przed Chrystusem i przedstawiony jest na malowidłach, odkrytych w Tebach przez Champolliona. Później dodano krąg dolny i garncarz zaczął obracać stół nogami, mając już wciąż ręce wolne do kształtowania masy.

Stół o dwóch kręgach pojawił się w Grecji około 1200 r. przed Chrystusem, a za jego wynalazcę poczytywano tam ogólnie rzeźbiarza Talusa. Taki stół znali już i żydzi. Wprawdzie Jeremjasz mówi tylko ogólnie: „I wstąpiłem do domu garncarzowego, a oto on robił robotę na okręgu“, — ale za to w Eklezjastyku¹⁾ obznajmić się możemy nawet z techniką starożytnego garncarstwa: „Tak zdun siedząc przy robocie swojej, obracając nogami swemi krąg. Który w pieczolowaniu położon jest zawsze dla prace swojej; a niezliczona jest wszelka praca jego: w ręku swoich będzie sprawiał glinę, a przed nogi swoje będzie skłaniał siłę swoją; serce swoje wyda, aby dokonał glazowania, a czujnością swoją wyczyści piec.“

W przytoczonym tekście, zamiast wyrazu garn-

¹⁾ Księgi Jezusa Syna Syrachowego Ekleziastycus rzeczony: które wszystkich cnót naukę zamykają w sobie. Przekład Piotra z Poznania, w r. 1535, w Lublinie zrobiony z glossami polskimi.

carz użyty jest wyraz zdun, dawniejszy i ogólniejszy, bo odnosi się do wszelkich wyrobów z gliny. Dziś. w mowie potocznej, nazywamy zdunem rzemieślnika stawiającego piece, — podczas gdy u Lindego zdun to „rzemieślnik koło gliny chodzący,” a garncarz to zdun, „który garce lub garki robi.” To też i cały przemysł gliniany, to jest wszystkie razem wzięte gałęzie ceramiki, byłoby najwłaściwiej nazywać zduństwem, podczas gdy garncarstwo czyli ceramika właściwa odnosi się wyłącznie do naczyń. Nazwa ceramiki pochodzi od greckiego *keramos*, to jest róg, który stanowił naczynie pewno dawniejsze jeszcze od glinianego, a którego kształty naśladowano potem i z gliny.

Wynalazek stołu garncarskiego przecobraził w zupełności wyrób naczyń glinianych. Kształty stały się czystsze, a ozdoby nabrały większego znaczenia. Garncarze zwracać zaczęli baczniejszą uwagę na naturę gliny, na jej zabarwienie, zaczęli zestawiać gliny różnobarwne, wytwarzając tym sposobem na powierzchni naczyń rysunki ciemno-czerwone lub czarne, — wreszcie zaczęli zabarwiać glinę, używaną do ozdób, odpowiednio dobranymi ciałami. Te gliny zabarwione wypalały się przy niskiej stosunkowo temperaturze, pozostawały matowemi i wały przy dotknięciu. Były przytem słabe i przedstawiały powierzchnię chropowato-ziemistą. Niektóre wyroby wszakże, zwłaszcza mające masę czarną lub czerwoną, po wypaleniu szlifowano w całości lub w części, a wygładzona powierzchnia przyczyniała się do

ożywiania kształtów. Inne wreszcie zdobione były przez wyciskanie, albo nakładanie ozdób, bez żadnego zabarwienia, jak na przykład naczynia fenickie, odkopywane w ostatnich czasach na północnych brzegach Afryki.

Tu należą także naczynia etruskie, a zwłaszcza z czasów poprzedzających wpływ grecki, najczęściej czarne matowe, kształtów oryginalnych, prawie dziwacznych, ale przytem pełne wdzięku. Wszystkie te naczynia, a także posążki, cegły i inne wyroby gliniane, używane w budowlach starożytnych, jak również późniejsze i tegoczesne terracotty, cegły i tym podobne gliny, wypalone bez żadnej glazury, stanowią pierwszy dział wyrobów glinianych, według klasyfikacyi Brongniarta, mianowicie dział wyrobów glinianych matowych.

Dział drugi, według tejże klasyfikacyi, stanowią także same co do masy wyroby gliniane, ale pokryte niezmiernie cienką glazurą, jakby lśniącym naskórkiem. Naskorek ten, zwany w garncarstwie lustrem, składa się głównie z krzemionki, stopionej przez dodanie potażu lub sody i zawsze zabarwionej tlenkiem metalicznym, albo przymieszanym sztucznie, albo też znajdującym się w samej masie glinianej. Lustr znali już Egipcianie i używali do ozdabiania naczyń grobowych, — głównie wszakże z wyrobu naczyń, tą cienką powłoczką pokrytych, zasłynęli Grecy i Rzymianie.

Grecy wprowadzili do garncarstwa poczucie piękna, posiadane przez nich w stopniu tak wysokim.

Nie tylko, że się prawie kochali w pięknych naczyniach glinianych, ale i czcili swoich znakomitych garncarzy, stawiając im posagi, bijąc medale i przekazując potomności ich imiona. Najznakomitsi artyści greccy nie odmawiali garncarstwu swego współudziału i pomocy. Nawet wielki Fidyasz rysował na wygnaniu modele naczyń glinianych. Rzymianie zasłużyli się większem rozpowszechnieniem przemysłu, przekazanego im przez Etrusków i Greków, ale co do jakości nie posunęli go naprzód. Rzecz można, że wyczerpano już wszystko, co można było zrobić ze zwykłej gliny, bez szerszego zastosowania polewy.

Z upadkiem państwa rzymskiego nastaje i upadek garncarstwa w Europie. W wiekach średnich cofnęło się ono w tył. Znikły piękne naczynia starożytności, pokryte lustrem i nieprzepuszczalne, — pozostały zwykłe, matowe, przepuszczalne i nietrwałe. To też wielkim postępem w garncarstwie stało się ogólne zastosowanie polewy ołowianej, takiej jak w dzisiejszych najprostszych garnkach wiejskich, stanowiącej powłokę twardą, szklistą, która wzmocniła samą masę glinianą i nadała jej nieprzepuszczalność, zaletę najwięcej cenną w naczyniach. Naczynia polewane stanowią dział trzeci wyrobów glinianych w historycznym rozwoju garncarstwa.

Kolebką polewy ołowianej był wschód. Wtedy jeszcze, gdy Grecy wyrabiali pierwotne zupełnie naczynia matowe, — nad brzegami Eufratu znane już były cegły polewane, różnokolorowe, a Egipcjanie

pokrywali drobne przedmioty z gliny piękną turkusową polewą. Żydzi znali ją także, jak tego dowodzi wzmianka o „glazowaniu“, w przytoczonym tu wierszu Eklezyastyka. Przemysł ten przetrwał na wschodzie całe szeregi wieków, nieznany Grekom i Rzymianom, bo i nieliczne naczynia polewane, pozostałe z czasów rzymskich, są prawdopodobnie pochodzenia wschodniego.

W Europie naczynia polewane pojawiają się dopiero w wieku XII-ym i w przeciągu paru stuleci, zastosowanie polewy przy wyrobie naczyń codziennego użytku rozpowszechnia się po wszystkich krajach. O ile naczynia te zaspakajały w zupełności potrzeby praktyczne swą nieprzepuszczalnością i przewyższały mocą dawne matowe, to znów pod względem artystycznym nie dopuszczały wielkiego postępu. Polewa ołowiana, przezroczysta i zesklo-nana, nie może być zabarwiona, jak tylko za pomocą tlenków metalicznych i to dających barwę ciemniejszą od masy glinianej, a więc np. miedzią na zielono, lub manganem na brunatno.

Środki przeto ozdabiania naczyń polewanych były dość ograniczone i musiano przy wyrobie zbyt-kowniejszych uciekać się koniecznie do ozdób wypukłych. Nie wiele okazów takich naczyń doszło do naszych czasów, gdy przeciwnie, naczynia do codziennego użytku, wyrabiane prawie wszędzie, pospiesznie, bez modeli a tylko ręcznie na kręgu, w formach, jakie się przyjęły w każdej okolicy, przetrwały do dziś prawie nie zmienione.

Rozpowszechnienie się więc polewy ołowianej stanowiło wielki postęp w garncarstwie, w kierunku praktycznym, — pod względem artystycznym jednak nie wywarło nawet tego wpływu, co w starożytności zastosowanie lustru. Dopiero zupełne zakrycie masy glinianej, nieprzezroczystą białą lub kolorową emalią, umożliwiło dalszy artystyczny rozwój garncarstwa, wytwarzając nowy dział wyrobów, z porządku czwarty, mianowicie dział wyrobów glinianych emaliowanych, znanych pod nazwami: fajansu zwykłego, albo majoliki.

Masa tych wyrobów, podobnie jak i należących do pierwszych trzech działów, jest nieprzeźroczysta, kolorowa lub biaława, miękka, z odłamek ziemistym. Cechą zaś ich wybitną jest nieprzeźroczysta emalia, w skład której wchodzi tlenek cyny.

Tak samo jak polewa ołowiana, tak i cynowa emalia na wyrobach glinianych, wzięła swój początek w Azji. Arabowie przenieśli ją do Europy i w wieku XIV-ym zaślęły ich wyroby w Hiszpanii. Drugim miejscem, głośnem z wyrobu fajansów w wiekach średnich, była wyspa Majorka, od której pochodzi i nazwa majoliki, używana dotąd przez amatorów starych fajansów. Nazwa ta weszła pierwotnie w użycie we Włoszech, podczas gdy w innych krajach przeważała właśnie włoska nazwa „fajansu“, pochodząca od miasteczka Faenza w Romanii, gdzie wyrabiano naczynia emaliowane w pierwszych latach epoki odrodzenia.

We Włoszech w wieku XV-ym wyrób fajansów

ulepszony został tak dalece, że później za wynalazcę fajansu poczytywano rzeźbiarza florenckiego Łukasza della Robbia ¹⁾. Jeżeli jednak nie wynalazcą fajansu, to był on w każdym razie inicjatorem odrodzenia sztuki ceramicznej we Włoszech. Jako rzeźbiarz wykonał wiele dzieł pierwszorzędnych, które uczyniły jego imię rozgłośnem i zewsząd sprowadziły mu obstalunki. Biograf artystów epoki odrodzenia, Vasari, opowiada, że wtedy właśnie Łukasz della Robbia, zapragnąwszy wytwarzać dzieł jak najwięcej, a nie mogąc wydażyć z wykonywaniem w marmurze, przemyśliwać począł nad wynalezieniem sposobu utrwalania ulepionych z gliny modeli, przez pokrywanie ich białą emalią, któraby im nadawała blask i piękność marmuru.

Pierwszym jego utworem ceramicznym była piękna płaskorzeźba Zmartwychstania, w katedrze florenckiej, pod chórem dla muzyki a nad drzwiami do zakrystyi, wykonanemi przezeń z bronzu. Białe jej figury, odbijające się na tle niebieskiem, stanowią miłe dla oka przejście od cieniów bronzu do zupełnej białości marmurowego chóru. W drugiej płaskorzeźbie fajansowej Łukasza, w tymże samym kościele, zastosowane są różne kolory. W ogóle pozostawił on dzieł mało, najwięcej ołtarzyków a właściwie górnych ich części, to jest nastaw. Wszyst-

¹⁾ Les della Robbia, leur vie et leur oeuvre. d'apres des documents inédits, par J. Cavallucci et E. Molinier. Paris, 1884.

kie jego prace odznaczają się starannem modelowaniem, prostotą i wdzięcznym kolorytem. Styl ich jest czysty, rzec można, że della Robbia był Rafaelem fajansu.

Pod względem technicznym są to wyroby doskonałe, emalia ich jest twarda, cienka, błyszcząca i bez żadnej skazy, glina dobrze wypalona a jej kurczenie się obliczone tak znakomicie, że różne pojedyncze sztuki, tworzące całość płaskorzeźb lub rzeźb większych, pasują do siebie szczelnie, nie pozostawiając żadnych szpar. W dziejach ceramiki, przez zastosowanie poraz pierwszy emalii, do wytwarzania z gliny dzieł zupełnie nowych, mogących zaspakajać rozliczne potrzeby architektury, położył Łukasz della Robbia niespożyte zasługi. Chociaż więc nie wyrabiał naczyń, zaliczyć go można do grona sławnych garncarzy nowożytnych, jako odnowiciela i najznakomitszego reprezentanta sztuki ceramicznej we Włoszech.

Łukasz della Robbia przekazał swą sztukę i jej tajemnice synowi Andrzejowi, który z mniejszym talentem wprawdzie, pracował jednak wiele i pozostawił liczne, choć drobne płaskorzeźby i ozdoby. Po nim odziedziczyli tajemnice wyrobu trzech jego synów, z których jeden pracował w XVI-ym wieku we Francyi, dla Franciszka I-go. Tymczasem we Włoszech nastały czasy największego rozkwitu przemysłu fajansowego. Zasłynęły fabryki w Pesaro, Ca-

stel Durante, Urbino i Dubbio. Fajanse włoskie zaczęły się rozchodzić po całej Europie a we Francyi zwróciły na siebie uwagę jednego myślącego szklarza, który postanowił własną pracą dojść do odkrycia wtedy tam nieznanym sposobów emaliowania wyrobów glinianych. Szklarz ten, to postać wybitna w dziejach garncarstwa, legendowy typ wynalazcy, rzemieślnika myśliciela, jeden z piękniejszych przykładów samopomocy.

Bernard Palissy¹⁾ był szklarzem w ówczesnem znaczeniu tego słowa. Malował na szkle i zestawiał kolorowe okna kościołów i zamków. Posiadając niezbędne w tem rzemiośle zasady rysunku liniowego, wykształcił się w nim gruntownie i nauczył zdejmować plany i mierzyć grunta. W młodości swej wędrował po Francyi i po Niemczech, widział i zauważył wiele. Około roku 1535 powrócił w strony rodzinne i osiedlił się w Saintes. Przybyła żona i dzieci, szklarstwo i miernictwo nie dawały wiele dochodu i Palissy przemyśliwać zaczął nad wynalezieniem sobie innych, korzystniejszych zajęć. Wpadła mu wtedy w ręce czasza fajansowa, pięknie wymodelowana i świetnie zabarwiona i to go skierowało w dziedzinę garncarstwa. Umyślił odkryć tajemnicę emaliowania wyrobów glinianych, znaną

¹⁾ Bernard Palissy par Philippe Burty. Paris, 1886. Bernard Palisy, étude sur sa vie et ses travaux par Louis Audiat. Paris, 1868.

już w fabrykach włoskich, ale niedostępną dla ubo-
giego cudzoziemca.

Powzięcie podobnego zamiaru wymagało nie la-
da odwagi. Palissy nie znał wcale części składo-
wych emalii, nie widział nawet nigdy jak się wypa-
lają garnki. Musiał więc próbować różnych glin,
wyuczyć się modelowania, stać się garncarzem, mo-
delierem i chemikiem. Idąc po omacku gromadzi
on wszystkie ciała, z których przypuszcza że po wy-
paleniu może się wytworzyć emalia, buduje piec
i próbuje wypalenia skorup glinianych, powleczonych
różnymi mieszaninami. Gdy we własnym piecu nie
otrzymuje żadnego wyniku, nosi swe próby do pie-
ców garncarzy, ale i tam emalia się nie pojawia.
Brak środków zmusza go do przerywania tych do-
świadczeń i do podjęcia nadarzających się właśnie
prac mierniczych, na których zarabia trochę grosza.

Zabezpieczony na czas pewien wraca znów do
swych poszukiwań nad emalią. Przekonawszy się
że temperatura zwykłego pieca garncarskiego jest
niedostateczną do stopienia emalii, wypalać zaczyna
swe próbki w piecach szklarskich, ale i tam z po-
czątku nic mu się nie udaje. „Bóg chciał, powiada
w jednym z pism swoich, że gdy już zaczynałem
tracić odwagę, jedną z próbek po czterogodzinnem
wypalaniu, wydobyto z pieca białą i szklącą. Spra-
wiło mi to taką radość, że myślałem iż staję się no-
wem zupełnie stworzeniem“.

Ten błysk powodzenia zachęcił Bernarda do
zbudowania własnego pieca na wzór szklarskich. Ale

jego zasoby pieniężne były wyczerpane, musiał więc murować własnymi rękami. Musiał potem przygotowywać glinę i różne mieszaniny mające wytworzyć emalią. Skład jej wszakże nie był jeszcze prawidłowy i sześciodniowe wypalanie nie zeszkliło powłoki gliny. Palissy był w rozpacz, potłukł nieudane wyroby i pośpieszył z przygotowaniem innych przed wystygnięciem pieca. Tymczasem wyszedł mu cały zapas drzewa. „Zmuszony byłem, opowiada, spalić wszystkie żerdzie i tyki mego ogrodu. Gdy spłonęły, porąbałem stoły i podłogi domu, aby móc wypalić drugą próbę emalii. Nie zdołałem opisać mego niepokoju. Byłem wyczerpany pracą i spieczony gorącem pieca, — od miesiąca nie obsychało na mnie odzienie. A na pociechę śmiano się ze mnie. Ci, którzy powinni byli mi dopomóc, zaczęli rozgłaszać po mieście że palę moje podłogi, gubiąc temi plotkami mój kredyt i przedstawiając mnie za waryata. Inni rozpowiadali, że robię fałszywe pieniądze, a ta potwarz doprowadziła mnie do rozpacz. Nie śmiałem się pokazać na mieście, zadłużony wszędzie...”

Ale w miarę wciąż rosnących przeszkód wzmagająca się energia wynalazcy. Odszedł przynajęty pomocnik, bo nie było go czem płacić. Palissy sam przebudowuje swój piec i zbliża się już do upragnionego celu: otrzymania emalii. Tymczasem od ścian świeżego pieca, gdy został silnie rozgrzany, odrywają się kamyki i zasypują miękkie jeszcze wyroby, wpijając się w ich powierzchnię. Gdy w obecności

wierzycieli, czyhających na zapowiedziane fajanse, Palissy wypróżnia piec, wyjmuje z niego zeszpecone tylko wyroby. Wierzyciele chcą je zabierać po niższej cenie, ale nie zgadza się na to wynalazca i dbały o swą sławę rozbija całą nieudaną partycję.

Następują nowe wysiłki i nowe zawody. Jak poprzednio kamyki, tak znów teraz popioł zasypuje w piecu moką jeszcze emalią. Aby więc ochronić wypalane przedmioty wewnątrz pieca, Palissy wpada na myśl zakrywania ich używanymi do dziś w tym celu glinianymi puszkami czyli kasetami. Później znów walczyć musi z niejednostajnym rozgrzewaniem się pieca, i wypróbowywać przy jakiej temperaturze topi się każdy rodzaj emalii.

Na tych próbach i pracach, w biedzie i opuszczeniu, schodzi mu całe lat szesnaście, ale też cel wymarzony osiągnięty zostaje w zupełności. Opanowawszy wszystkie tajniki wyrobu fajansów, Palissy wytwarzać zaczął naprzód naczynia emaliowane, z żyłkami na wzór marmurów. Po nich nastąpiły tak zwane fajanse wiejskie (*pièces rustiques*), wielkie półmiski owalne, ozdobione wypukłymi rzezbami, złożonymi przeważnie z modelowanych z natury: muszli, liści, kamyków, ślimaków, jaszczurek i t. p. Są to najorginalniejsze jego wyroby. Otrzymywał je grupując i nalepiając na talerzach cynowych: liście, różne zwierzęta i gady a następnie odlewając z nich formy, które mu służyły do modelowania. W końcu wyrabiał także fajanse z figurami rzezbionymi, zapewne nie jego utworu, gdyż nie był

rzeźbiarzem. Kierował tylko ich modelowaniem, a już sam je emaliował i wypalał.

Wszystkie te jego wyroby mają właściwy sobie styl i specjalne zalety. Kształty ich są w ogóle dość czyste. Niema na nich właściwego malowania, na płaskich powierzchniach, różnemi kolorami i odcieniami, lecz prawie zawsze kolorowane płasko-rzeźby. Emalia jest twarda i pełna blasku, ale nie-raz przedstawia mnóstwo małych pęknięć. Kolory są żywe, choć niezbyt urozmaicone. Kolor biały jest nieco żółtawym i niema owej świetnej białości Łukasza della Robbia.

Fajanse wiejskie Bernarda Palissy, zdobiące ówczesne sale jadalne bogatych zamków, oryginalnością i pięknnością wyrobu zwróciły uwagę Karola IX-go a królowa matka Katarzyna de Medicis wzięła w opiekę ich twórcę. Właśnie ta opieka była mu niezbędną, z powodu prześladowań, na jakie go narażiło na prowincyi, przyłączenie się do reformy i czynne jej propagowanie. Wkrótce też przeniósł się na stałe do Paryża, gdzie królowa matka poleciła mu ozdobienie fajansami groty wiejskiej w ogrodzie Tuilleryjskim. Prace te i rozchodzące się po całym kraju fajanse, wyrobiły mu ogólne uznanie. Zamówienia napływały zewsząd i mistrz Bernard z Tuilleriów, jak go wtedy nazywano, zaopatrzony we wszystko, otoczony dostateczną liczbą pomocników, mógł nie tylko pracować spokojnie w swoim zawodzie, ale i swobodnie rozmyślać o różnych kwestiach naukowych i technicznych, do których

go ciągnęła wrodzona ruchliwość i żywotność umysłu. Przypominał też sobie i zestawiał fakta, zauważone podczas swych podróży w młodości — i wyciągał z nich wnioski, sprawdzając je doświadczeniami i gromadząc całe zbiory różnych okazów. Powoli powstało tym sposobem istotne muzeum prywatne, obfite zwłaszcza w okazy kryształów i skamieniałości.

Z nagromadzonym materiałem naukowym, postanowił Palissy wystąpić publicznie i w roku 1575 zainaugurował nieznane przedtem we Francyi odczyty, traktujące o różnych kwestyach z dziedziny nauk przyrodzonych. Były to pierwsze, uorganizowane i płatne wykłady publiczne, wygłaszane poza obrębem istniejących instytucyj naukowych i w Palissym uczyć wypadła istotnego inicjatora odczytów, w dzisiejszem znaczeniu tego słowa. Kwestye poruszane na katedrze opracował później szczegółowo i ogłosił drukiem. Dzieła jego, pełne oryginalnych poglądów i zdrowych myśli, zapewniły mu zaszczytne miejsce w rzędzie francuskich uczonych i pisarzy, a zwłaszcza w rzędzie tych ostatnich, tak dalece, że co do języka Lamartine stawia Palissy'ego obok Bossuetta. By znow dać miarę wartości jego poglądów naukowych, nadmienię, że między innemi znajdujemy w jego pismach zaznaczenie wartości nawozowej soli amoniakalnych i jakby przedwstępny szkic teoryi nawozów rolniczych. Doszedł także Palissy do postawienia racjonalnej teoryi kryształowania, utrzymując że sole i inne ciała nie mogą kry-

ształować inaczej, jak po przejściu przez stan płynny, to jest albo stopione w wysokiej temperaturze, albo rozpuszczone w wodzie.

O powstawaniu źródeł i formacjach napływowych skorupy ziemskiej, miał on ideje równie postępowe, jak Leonard Vinci, a jednak niewątpliwie nie znał prac tego wielkiego uczonego. Zwłaszcza odnośnie do skamieniałości, Palissy rozwinął poglądy tak oryginalne i nagromadził tyle spostrzeżeń, że Cuvier nie zawahał się upatrywać w nich pierwszych podstaw nowoczesnej geologii.

Postępowe poglądy w dziedzinie nauk przyrodzonych, wygłaszane publicznie, naraziły w końcu Palissy'ego na prześladowania religijne. W roku 1588, za czasów Ligi, wtrącono go do więzienia. Henryk III-ci, nasz Walezyusz, odwiedzał go w Bastylii, ale za mało miał władzy i energii, by go wypuścić na wolność. Zdołał go jednak obronić od stosu i znękany starzec zmarł po roku w murach więzienia. A zmarł unosząc ze sobą do grobu tajemnicę swych pięknych emalii, co zmniejsza znacznie jego zasługi w dziejach garncarstwa i jednocześnie stanowi fakt tem ciekawszy, że sam Palissy, w jednym ze swych dyalogów, dowodził pożytku ogłoszenia opisu metod, do których doszedł. Gdyby był tak postąpił i przekazał następcom owoce swych bohaterskich wysiłków, stałby się istotnie wielkim i pożytecznym. A tak, jest tylko „bohaterem wśród garncarzy“, jak go nazywa Brongniart,

ale na dalszy rozwój tego przemysłu nie wywarł bezpośredniego wpływu.

Dopiero dzięki powolnemu rozpowszechnianiu się metod włoskich w XVII-em stuleciu, powstały we Francyi większe fabryki fajansów w Nevers i Rouen i kilka mniejszych. W Rouen wyrób fajansów rozwinął się na szerszą skalę, zasłynęli nawet znakomici garncarze, Poterat ojciec i syn, ten ostatni znany także jako wynalazca porcelany miękkiej sztucznej. W XVIII-em stuleciu wyrób fajansów we Francyi rozpowszechnił się więcej jeszcze, powstały fabryki w Lotaryngii, pod opieką Stanisława Leszczyńskiego i zasłynął rzeźbiarz Cyfflé, jako twórca nader udatnych małych statuetek. Wszakże tak fajanse włoskie jak i francuzkie, o których wspominałem dotąd, były wszystkie raczej przedmiotem zbytku niż użytku. Większą w nich rolę grały ozdoby niż zalety samej masy, zwykle niedość mocnej i nie odpowiedniej do częstego użycia.

W Niemczech, w wieku XVI-ym, odznaczali się garncarze norymberscy, a zwłaszcza rodzina Hirschvoglow. Jeden z nich, Augustyn, wyrabiał wazony fajansowe, których emalia czysta i świetna i staranne modelowanie, miały pewne podobieństwo do wyrobów Bernarda Palissy. Niemcy zaczęli nawet z tego powodu posądzać o plagiat garncarza francuzkiego, nie zdoławszy jednak udowodnić swych zarzutów. Tak Hirschvoglowie, jak i inni garncarze norymberscy, zasłynęli głównie wyrobem kaffi ozdobnych, z polewą zieloną lub brunatną, a olbrzy-

mie piece z tych kafli, widzialne dziś w muzeum germańskiem w Norymberdze, wywołują mnóstwo po większej części niezręcznych naśladowań.

Oprócz tego cała jedna gałąź przemysłu garncarskiego wzięła swój początek w Niemczech, mianowicie wyroby kamionkowe, czyli tak zwane z niemiecka „steinguty.“ Wyroby te różnią się od wszystkich, o których mówiłem dotąd,—i to nie zewnętrzną powłoką, ale samą naturą masy. Tak bowiem wyroby matowe i lustrowane, jak polewane i emaliowane, mają wszystkie masę jednakową, nie stopioną i nie zbitą, ale gębczą, z odłamem ziemistym, przepuszczającą wodę i przyczepiającą się do języka. To też Brongniart zbiera je razem w jedną klasę, której charakter wybitny stanowi miękkość i dziurkowatość masy. Do innej zupełnie kategorii należą wyroby kamionkowe, których masa ciężka, twarda i dźwięczna, nieprzeświecająca, zbita, mniej lub więcej drobnoziarnista, składa się z glinki ogniotrwałej z przymieszką kwarcu, jako topnika. Naczynia kamionkowe bywają albo zupełnie bez polewy, albo też mają polewę z soli, z małą przymieszką tlenku ołowiu, lub wreszcie mogą być emaliowane.

Epoka największego rozwoju wyrobów kamionkowych przypada na drugą połowę XVI-go wieku w Niemczech i Hollandyi. Były to przeważnie dzbany i kufle. Najdawniejsze jednak dzbany kamionkowe, poszukiwane wielce, pochodzą z XV-go wieku, a tradycja rozpowszechniona w Hollandyi, przypisuje inicjatywę ich wyrobu Jakobei Holenderskiej,

która w r. 1433, zmuszona ustąpić swe posiadłości Filipowi Burgundzkiemu, uwięzioną została w zamku Teilingen nad Renem. Tam to miała nieszczęśliwa księżniczka szukać zapomnienia w dzbanie, a że każdy dzban, gdy był już pusty, wyrzucała za okno, więc założyła na zamku całą ich fabrykę. Nie świadczą one jednak zbyt świetnie o jej guście.

Wyroby kamionkowe z drugiej połowy XVI-go wieku są obecnie naśladowane na wielką skalę i mają znaczny pokup w Niemczech. Naśladowania te jednak nie dorównywają starym oryginalnym wyrobom, zwykle niekolorowanym a pięknym naturalną barwą masy i starannem modelowaniem.

Wspominałem już że wschód był kolebką dwóch działów wyrobów glinianych, mianowicie wyrobów polewanych i emaliowanych i że obie te gałęzie przemysłu garncarskiego, wzięwszy tam swój początek, jakby wegetowały w ukryciu dłużej lub krócej, by nagle z pojawieniem się swem w Europie odrodzić garncarstwo i skierować je na zupełnie nowe drogi. Ale ważniejszą jeszcze rolę, pod względem swego wpływu na przemysł europejski, odegrało garncarstwo wschodnie w wieku XVII-ym. Jeżeli poprzednio, przez polewę i emalię, upracticznionemi i upiększonemi zostały wyroby gliniane miękkie, to znów, w wieku XVII-ym Europa otrzymała ze wschodu nowy zupełnie wytwór: porcelanę.

Odkąd ją znali Chińczycy, trudno określić. Utrzy-

mują niektóre podania, że na 2,600 lat przed Chrystusem istniał w Chinach urząd intendenta garncarstwa. To pewna wszakże, że już na lat dwieście przed początkiem naszej ery wyrabiano tam porcelanę, — pierwszym zaś fabrykantem, którego wymieniają kroniki chińskie, był Thao-ju, w VII-ym wieku po Chrystusie. Wyrabiał on piękne wazony dla dworu, kolorowane na tle białem, świetnego połysku. Odtąd już znani są wszyscy znakomitsi garncarze chińscy, których pominę tu nazwiska, do zatrzymania nie łatwe. Jeden z nich w wieku X-ym wyrabiał zaczął piękne porcelany niebieskie, gwoli życzeniu cesarza, który żądał od niego porcelany takiego koloru, jak „niebo po deszczu, widziane w przerwach między obłokami.“

Wyrób porcelany w Chinach, rozpowszechniony już w XV-em stuleciu, osiągnął najwyższego swego rozwoju pod względem artystycznym w wieku XVII-ym; później, choć wzmoógł się jeszcze ilościowo, stale jednak obniżał swój poziom artystyczny i obecnie, pod tym ostatnim względem, chyli się ku upadkowi. Japonia, zapożyczwszy od Chin przemysł porcelanowy, w wieku XVI-ym, rozwinęła takowy znakomicie i dziś pod wieloma względami stoi w nim wyżej od jego ojczyzny.

Porcelana, w ogóle od wszelkich innych wyrobów garncarskich odróżnia się tem, że ma masę białą, twardą, niedającą się rysować stałą i zawsze przeświecającą. Porcelana twarda, to jest taka jak chińska, odznacza się przytem delikatnością tej masy,

oraz glazurą twardą, ziemistą. Masa porcelany twardej składa się z dwóch części: kaolinu i topnika. Nietopliwość i urabialność nadaje jej kaolin, czyli ziemia porcelanowa, to jest najczystsza glina, powstała z rozkładu feldspatu, a składająca się z zupełnie prawie czystej krzemionki i glinki.

Ale sam kaolin nie wytworzy w ogniu naczynia. Jak każda glina, potrzebuje on topnika, aby zachowując urobione kształty, wypalić się na trwałą masę. Topnik, używany do wyrobu porcelany twardej, składa się albo z samego spatu polnego, albo też pomieszanego z gipsem, kredą lub kwarcem. Glazura porcelany twardej ma ten sam skład co i topnik. Ołów i cyna, wchodzące w skład emalii fajansów, są tu zupełnie nieobecne. Wypala się tę porcelanę dwa razy: raz słabo przed glazurowaniem, drugi raz z glazurą silnie.

Na ten nowy i nieznany w Europie wyrób garncarski, sprowadzany jeszcze przez Wenecyan w wiekach średnich, patrzano przez czas długi jak na rzecz nadprzyrodzoną i przypisywano mu magiczne własności. Erudyty i prawoznawcy włoscy Panciroli, piszący w samym końcu XVI-go wieku, utrzymywał że masa porcelanowa składa się z gipsu, skorup jaj, mięczaków morskich i t. p. i że każde naczynie porcelanowe pęka, gdy weń wlać truciznę. Nazwę swą europejską otrzymała prawdopodobnie porcelana od podobieństwa swego z muszlą, dawniej jeszcze a i dziś, porcelanką zwaną.

W połowie XVI-go wieku, gdy portugalczyki

prowadzić zaczęli ożywiony handel z Chinami i Japonią, wszczął się napływ wyrobów porcelanowych do Europy i rozwinęło się upodobanie w tych niewątpliwie najpiękniejszych tworach przemysłu garncarskiego. Nie miano wszakże żadnego pojęcia o ich naturze, a ściśle wiadomości o sposobie wyrobu porcelany chińskiej, doszły do Europy dopiero po r. 1712. Wprawdzie już przedtem przestano wierzyć w cudowną naturę tej porcelany, sądzono wszakże że wyrabianą może być tylko ze specjalnej gliny, znajdującej się wyłącznie na wschodzie i nikomu nie przychodziło na myśl szukać jej w koło siebie w Europie. Ta długa nieświadomość przyniosła jednak przemysłowi garncarskiemu jeden wielki pożytek. Zanim bowiem, przez znalezienie kaolinu w Europie, przekonano się o możliwości wyrabiania tu porcelany twardej,— tymczasem, powodzeniem naczyń chińskich pobudzeni do pracy wynalazcy europejscy, doszli do wytworzenia innego gatunku porcelany.

Już w końcu XVI-go wieku, zdołano otrzymać we Florencyi, pierwsze i nader udatne próby naczyń przeświecających, pokrytych szklistą powłoką, — za istotnego wszakże inicjatora wyrobu porcelany bez kaolinu, poczytywać wypada dopiero Ludwika Poterat¹⁾, fabrykanta fajansów w Rouen,

¹⁾ Histoire de la Ceramique par Edouard Garnier 2-me ed. Tours 1882.

w drugiej połowie XVII-go stulecia. W roku 1673 otrzymał on przywilej na założenie na przedmieściu Saint-Sever fabryki, jak ją chciał zatytułować: „prawdziwej porcelany chińskiej.” Fabryki tej jednak nie otworzył a tylko wykonał w Rouen pierwsze próby wyrobów i dopiero Morin rozpoczął w Saint-Cloud regularny wyrób tej porcelany, zwanej miękką lub frytową. Nie miała ona bynajmniej masy miększej od porcelany twardej a tylko miększą glazurę, dającą się już rysować stałą i niewytrzymującą równie wysokiej temperatury. Masa jej była marglowa, delikatna, ciężka, prawie zeszkolona, przeświecająca i topliwa w wyższej temperaturze. Składała się z części ziemistych, alkaliów i soli. Polewę miała szklistą, przezroczystą, zawierającą w sobie ołów, ale twardszą od polewy zwykłych naczyń glinianych. Z powodu wchodzących w skład jej masy sztucznych preparatów, nazwano ją później porcelaną miękką sztuczną.

W XVIII-em stuleciu powstały fabryki tej porcelany w Chantilly i Vincennes, a ta ostatnia, przeniesiona w r. 1756 do Sèvres, stała się pierwszym narodowym zakładem wyrobu porcelany we Francji. Wyrabiano w niej porcelanę miękką sztuczną do początku bieżącego stulecia. Fabrykacja to była trudna i dla tego została zaniechana, pomimo niezaprzeczonej piękności wyrobów. Podjęto ją w Sèvres na nowo dopiero w ostatnich czasach.

W Anglii za to, gdzie wyrób porcelany miękkiej zaraz w samym początku zapożyczony został od

Francuzów, przez zastosowanie domieszki kaolinu w drugiej połowie zeszłego stulecia, przekształcono i używotniono ten dział garncarstwa tak dalece, że nie tylko rozwinął się tam i nieprzerwanie do dziś istnieje, ale przeszedł stamtąd do innych krajów. Porcelana miękka angielska, dla odróżnienia od sztucznej francuskiej, zwana jest także porcelaną miękką naturalną, bo części składowe jej masybrane są wprost z pomiędzy ciał napotykaných w przyrodzie, mianowicie: kaolin, kości mielone, dające fosforan wapna, glina ogniotrwała, krzemień wypalony i piasek kwarcowy. Szklista polewa tej porcelany składa się najczęściej z feldspatu, kwarcu, boraksu i szkła krystalicznego zawierającego w sobie ołów.

Podczas gdy w ojczyźnie Bernarda Palissy rozwijać się zaczynał, dziełem mozolnych prac i poszukiwań będący przemysł porcelany miękkiej sztucznej, w Niemczech prosty przypadek doprowadził do odkrycia pokładów kaolinu. Ale przypadek ten na szczęście trafił na człowieka, umiającego pojąć i wyzyskać jego znaczenie. Był nim Jan Fryderyk Böttger¹⁾, druga po Palissym wybitna postać garncarza. Ustępując co do olbrzymich wysiłków pracy i pomysłowej genialności garncarzowi francuskiemu, położył jednak Böttger, istotnem wytworzeniem przemy-

¹⁾ J. F. Böttger, *Erfinder des sächsischen Porzellans*, von A. u. M. Engelhard, Leipzig, 1837.

słu porcelany twardej w Europie, nierównie większe zasługi w garncarstwie.

Urodzony w Saksonii w r. 1682, po ojcu, który w chwilach wolnych poszukiwał kamienia filozoficznego, odziedziczył Böttger zamiłowany do alchemii i sporo przesądów. Wyrostkiem będąc, szczycił się jeszcze, że się urodził w niedzielę, co według zabobonów społecznych dawało możliwość odgadywania przyszłości. Gdy miał lat dziewiętnaście i praktykował u aptekarza Zorna w Berlinie, wysłany raz został do doglądania chorego. Tym chorym był przejezdny alchemik, podający się za greka Laskarysa z Mytyleny. Wielu takich jeździło w owym czasie po świecie, okpiwając kogo się dało mniemanem wytwarzaniem złota. Böttger, sam alchemik w głębi ducha, doglądał troskliwie mniemanego mistrza i potrafił zaskarbić sobie jego względy. To też Laskarys, opuszczając Berlin, zostawił mu wspaniały podarek: dwie uncye proszku filozoficznego, mądrze zalecając, aby nikomu nie mówił skąd go dostał i nie używał aż upłynie oznaczony czas po jego wyjeździe.

Wątpić wypada czy Böttger zastosował się do tego ściśle, ale za to, zaraz po pierwszej próbie, która się zupełnie udała, rzucił aptekę i zaczął praktykować jako alchemik. Przemiany metali nie mogły się nie udawać, bo proszek filozoficzny był po prostu związkiem złota, ulegającym rozkładowi w ogniu i osadzającym złoto metaliczne. To też szybko się rozeszła po Berlinie sława Böttgera i Fryderyk I,

król pruski, zapragnąwszy widocznie bliżej się obznajmić z doświadczeniami, polecił przytrzymać młodego alchemika.

W czas ostrzeżony, umknął Böttger do Wittenbergu, — ale król pruski zbyt był żądny posiadania drogocennej tajemnicy, aby dać za wygraną. Skoro władze berlińskie powzięły wiadomość o miejscu pobytu Böttgera, wyprawiony został komisarz z obowiązkiem namówienia go do powrotu, lub w razie potrzeby dostawienia przemocą do Berlina. Jednocześnie wszakże dowiedział się o Böttgerze August II. Prusy reklamowały alchemika na zasadzie jakoby pochodził z Magdeburga, gdzie się tylko wychowywał, — August zaś uważał go za swego poddanego, jako rzeczywiście urodzonego w Saksonii. Böttger, zmuszony wybierać między dwoma, napraszającymi się tak usilnie protektorami, przelożył Sasę nad Prusaka, udał się do Drezna i tak zachwycił Augusta pierwszym zaraz doświadczeniem, że w jednej chwili mianowany został baronem.

Szybkie dojście do szczytów oszołomiło Böttgera. Sowiecie uposażony przez króla, zaczął udawać pana, pocieszając się myślą, że gdy mu zbraknie proszku, który miał od Laskarysa, zdoła sam przygotować nowy zapas. Nastąpiła przewidywana katastrofa, ale Böttger nie okazał się tak biegłym alchemikiem, jak Laskarys. Tymczasem August II żądał nowych doświadczeń a Böttger, nie mogąc uczynić zadość żądaniom króla, uwięziony został we własnym domu, który sobie zostawszy baronem

w Dreźnie zbudował. Podobno Laskarys, dowiedziawszy się o tem, usiłował go oswobodzić, ale spisek się nie udał i Böttger, przewieziony z Drezn do Sonnensteinu, oddany został pod straż Waltera von Tschirnhaus'a.

Oddawna już pracowano w Niemczech nad wynalezieniem sposobów wyrobu porcelany, takiej jak sprowadzana z Chin i Japonii. Panujący nie szczędzili na to kosztów a i August II polecił odnośne badania Tschirnhausowi. Gdy powierzony mu Böttger, poszukujący bezskutecznie w więzieniu proszku filozoficznego, narażał się tylko na wciąż rosnący gniew króla, — Tschirnhaus, poznawszy w nim biegłego chemika, nakłonił go do przyjęcia udziału w pracach przy poszukiwaniu porcelany. Nowy współpracownik odznaczył się wkrótce, wynajdując tak zwaną porcelanę czerwoną, właściwie wyrób kamionkowy, nie mający nic wspólnego z naczyniami chińskimi.

Wynalazek przypadł do smaku Augustowi i Böttger, w roku 1707 przeniesiony został do zamku Albertsburg w Meissen pod Dreznem, gdzie wspólnie z Tschirnhausem kierował wyrobem tak zwanej porcelany czerwonej a jednocześnie prowadził dalej poszukiwanie porcelany białej. Strzeżony był wciąż pilnie i do Drezn nie wyjeżdżał, jak pod ścisłym nadzorem. Śmierć Tschirnhaus'a nie zmieniła w niczem jego położenia. Chociaż jednak pozbawiony wolności osobistej, Böttger gorliwie i ochoczo odda-

wał się pracy, aż nareszcie traf szczęśliwy pozwolił mu świetnym wynikiem uwieńczyć kilkoletnie usiłowania.

Dr. Klemm, b. konserwator muzeum drezdeńskiego, opowiada w swem dziele o porcelanie saskiej¹⁾, jak w r. 1711, jeden właściciel kuźnic w górach kruszcowych, jadąc konno w pobliżu miasteczka Aue, zauważył że koń grzęźnie kopytami w białej i miękkiej glinie. Nasunęło mu to myśl wysuszenia tej gliny i starcia jej na proszek, mianowicie w celu spróbowania, czy proszek ten nie mógłby zastąpić dość drogiego a powszechnie używanego wtedy do obsypywania peruk, pudru z krochmalu. Proszek okazał się zupełnie odpowiednim i Schnorr zaczął takowy sprzedawać. Böttger, noszący również upudrowaną perukę, zauważył że była ona raz cięższą niż zwykle. Pokazało się, że lokaj użył tego dnia właśnie nowego proszku. Böttger, przekonawszy się że to jest sproszkowana biała glina, spróbował jej natychmiast jako materiału garncarskiego i znalazł w niej czysty kaolin, używany w Chinach do wyrobu porcelany.

Ważność odkrycia, mającego się stać dla Saksonii obfitem źródłem dochodów, ocenioną została należycie przez rząd. Böttger wrócił do łaski kró-

¹⁾ Die kön. sächsische Porzellan-Sammlung. Eine Uebersicht ihrer vorzüglichsten Schätze, nebst Nachweisungen über Geschichte der Gefässbildnerei in Thon und Porzellan von dr. G. Klemm. Dresden, 12-0.

lewskiej i do odjętej mu przy uwięzieniu baronii. W Meissen założona została wielka fabryka, — a dla zabezpieczenia tajemnicy wyrobu, przedsięwzięto nadzwyczajne środki ostrożności. Tak nazwana „biała ziemia Schnorra“, której wywóz po za granicę Saksonii surowo został wzbroniony, dostawiana była do fabryki w opieczętowanych beczkach, przez ludzi zaprzysiężonych i pod konwojem wojska. Wszyscy pracownicy fabryki, od dyrektora do ostatniego wyrobnika, musieli złożyć przysięgę, że tajemnicy dochowają do grobu. Za zdradę naznaczoną była kara dożywotniego więzienia w Königsteinie. Dyrektorem zakładu mianowany został baron Böttger, który jednak, odzyskawszy zaszczyty i dochody, powrócił przy nich do dawnego hulaszczego życia i zmarł młodo w r. 1719.

Pierwsze porcelany, wyrobione w Meissen, naśladowały do złudzenia kształty i ozdoby dawnych porcelan chińskich, przechowywanych w muzeum drezdeńskim. Po śmierci Böttgera, artystyczny kierunek fabryki stał się więcej oryginalnym i wyroby porcelanowe saskie zasłynęły na całym świecie. Tajemnica fabrykacji nie mogła się utrzymać zbyt długo. Już w r. 1718, jeden z majstrów Böttgera, Stöbssel, protegowany przez Karola VI-go, założył fabrykę porcelany w Wiedniu. Marya Teresa, odkupiwszy ją w następstwie, zamieniła na zakład rządowy. Porcelany wiedeńskie, wyrabiane z kaolinów morawskich, odznaczały się także białością masy i zewnętrznem wykończeniem. Z Wiednia

przemysł porcelanowy rozprzestrzenił się po Niemczech a dalej i po innych krajach.

We Francyi, wyroby saskie zaraz lepiej przypały do gustu od porcelany miękkiej, wyrabianej w Vincennes. Jednocześnie, od ojca Entrecolles, misjonarza francuskiego w Chinach, nadeszły ściślejsze wiadomości o wyrobie porcelany chińskiej,—i próbujący także wypalania różnych glin, znany fizyk Réaumur, szukać zaczął kaolinu we Francyi, ale bezskutecznie. Tymczasem fabryka z Vincennes przeniesioną została do Sèvres i przeszła na wyłączną własność rządu. Wyroby jej pod względem artystycznym były znakomite, ale co do gatunku masy i polewy nie mogły wytrzymać porównania z saskimi. Odkryty w r. 1760 pokład kaolinu, koło Alençon nie dał oczekiwanych wyników,—porcelana z tej gliny była szara i znacznie gorsza od saskiej.

Dopiero w kilka lat później, żona felczera Darnet'a, z Saint Yrieix koło Limoges, zauważyła w okolicy tego miasteczka ziemię białą i lepką, której próbkę przyniosła do domu, w nadziei że się przyda do prania bielizny. Darnet jednak miał dość sprytu, by się domysleć ważności odkrycia, zrobionego przez żonę. Próbkę gliny, zawieszone do Bordeaux a potem do Paryża, okazały się czystym kaolinem i gliny z Saint Yrieix zaraz używać zaczęto w Sèvres. Odtąd też, to jest od r. 1769, datuje się wyrób porcelany twardej we Francyi. Fabryka w Sèvres, której świetny rozwój wstrzymany został w końcu zeszłego wieku przewrotami politycznymi, zakwitła

na nowo w bieżącym stuleciu. Znani uczeni francuscy: Brongniart, Ebelmen i Régnault byli kolejno jej dyrektorami a pierwszy z nich, jako autor wyczerpującego traktatu o sztukach ceramicznych ¹⁾, uważany jest do dziś za główną powagę w tym przedmiocie.

Mówiąc o fajansach włoskich i francuskich, zaznaczyłem że były to przedmioty raczej zbytku niż użytku. Miały piękną emalią, bywały wspaniale ozdabiane kolorami, ale masa ich zbyt była łamliwą, by służyć mogły w bieżącym użyciu. Wyroby porcelanowe, bez ozdób, białe, gładkie, mogły się już przydać do tego celu, — w początkach wszakże kosztowały one zbyt drogo — a i obecnie, gdyby nie było innych, tańszych, nie mogłyby zaspokoić wszystkich potrzeb. Ten właśnie brak w przemyśle garncarskim wypełnili Anglicy, takim wydoskonaleniem i uprzystępnieniem wyrobów fajansowych, że mogą w zupełności zastępować porcelanę a są od niej tańsze. Wskazując praktyczną drogę garncarstwu, nie pominęli oni jednak jego strony artystycznej i nie tylko znaleźli nowe zupełnie materiały, ale i wytworzyli z nich artystycznie oryginalne typy.

Przez całe wieki średnie a i później aż do XVII-go stulecia, garncarstwo dość było zaniedbane w Anglii. Dopiero pojawienie się zwykłych fajansów pobudziło

¹⁾ *Traité des arts céramiques ou des poteries* par Alex. Brongniart. 3-me ed. avec notes et additions par A. Salvétat. Paris 1877.

ten przemysł do życia. W połowie XVII-go wieku garncarze holenderscy wprowadzili do Anglii rozgłosne wtedy fajanse z Delft a także i wyroby kamionkowe.

W r. 1678 istniały już wielkie fabryki w Burslem, fajansów i wyrobów kamionkowych, a nawet co do tych ostatnich korzystały z jednego miejscowego wynalazku, mianowicie glazury z soli kuchennej. Wynalazek ten był dziełem przypadku. Służąca rozpuszczała sól w wodzie, w celu osolenia wieprza. Podczas jej nieobecności woda wyparowała, sól pozostała w zetknięciu ze ścianami kamionki, stopiła się i utworzyła glazurę. Chemicznie łatwo się to objaśnia. Przy wysokiej temperaturze, krzemionka czyli kwas krzemny, znajdujący się w masie kamionki, rozkłada sól czyli chlorek sodu, tworząc z sodem krzemian sody a wydzielając chlor. Bracia Elersowie, słynni garncarze w Burslem, ulepszyli jeszcze system glazurowania wyrobów kamionkowych, rzucając prosto sól w ogień, gdy się kończy wypalanie. Sól wtedy paruje i przez opisane działanie chemiczne, powleka ściany wypalanych wyrobów, szklistą powłoką krzemianu sody.

Drugim ważnym wynalazkiem, a także przypadkowo, obdarzył garncarstwo angielskie Tomasz Astbury. Jechał on raz konno z Londynu do Dunstable i koń mu w drodze zachorował. Oberżysta, u którego się zatrzymał, poradził mu użyć jako lekarstwa, okładów na oczy z miejscowego krzemienia, który przedtem należało wypalić. Astbury, wi-

dząc jak przy wypalaniu ten kamień bieleje, umyślił spróbować, czy przez domieszanie podobnych kamyków zmielonych do gliny, nie otrzyma po wypaleniu masy białej — i udało mu się to w zupełności. Wynalazek ten był punktem wyjścia różnych ulepszeń, które wytworzyły fajans delikatny, jaki dziś znamy. Najwięcej z tych ulepszeń wprowadził w życie Wedgwood — i on też, jak Łukasz della Robbia we Włoszech, Palissy we Francyi, a Böttger w Niemczech, jest głównym przedstawicielem i niejako uosobieniem przemysłu garncarskiego w Anglii.

Jozyasz Wedgwood¹⁾ urodził się w Burslem w roku 1730, jako trzynasty syn z rzędu ubogiego garncarza. Małym chłopcem, pracował już w warsztacie garncarskim swego starszego brata. Przyszła choroba, zapadł silnie na nogę i musiano mu ją odjąć. Smutny ten wypadek stał się przyczyną przyszłej wielkości Wedgwooda. Zdrow, byłby może pozostał przez całe życie prostym garncarzem, — kaleka, niemogący obracać kręgu garncarskiego, wziął się do nauki i pracując sam nad sobą, nabył wiele wiadomości i wykształcił się w rysunku. Wkrótce, mieszając różne gliny z tlenkami metalicznymi i wypalając te mieszaniny, doszedł do dokładnego naśladowania agatów, jaspisów i innych cennych kamieni. Zaczął z nich wyrabiać rączki do

¹⁾ The life and works of Josiah Wedgwood from his private correspondence and family papers by E. Meteyard. London 1866.

noży, które wkrótce stały się poszukiwanymi przez nożowników z Sheffield i Birmingham.

Drobny ten przemysł pozwolił mu stopniowo rozszerzać pole działania i już w r. 1760 stał się Wedgwood właścicielem skromnego zakładu, z dachem pokrytym słomą, jak większość garncarni angielskich tego czasu. Pracował w nim nad wyrobami kamionkowymi i nad fajansami udelikatnionymi przez domieszkę krzemienia, których wyrób, po odkryciu dokonaniem przez Astbury'ego, rozpowszechniał się powoli w garncarskich okolicach Anglii. Fajanse te wszakże szwankowały swą zewnętrzną powłoką, którą stanowiła albo polewa ołowiana, albo solna glazura i dopiero po paru latach pracy zdołał Wedgwood zastosować do nich glazurę twardą, szklistą i wytworzyć fajans delikatny, jaki dziś jest znany. Pierwsze takie fajanse, nazwane kremowymi, z powodu swego lekko żółtego odcienia, spodobały się bardzo na dworze i Wedgwood mianowanym został stałym dostawcą królowej.

Przyszłość zakładów Wedgwooda była już tym sposobem zapewniona. Pracując przytem wciąż nad sobą, wykształcił się on tak dalece w chemii i wogóle stanął na tym poziomie naukowym, że ów niegdyś ciemny zupełnie chłopiec garncarski, wziął się do pisania poważnych artykułów, drukowanych w najznakomitszem czasopiśmie angielskiem „Philosophical Transactions”. Wszakże i w tych pracach naukowych miał zawsze na uwadze garncarstwo,

stosując nabyte wiadomości do ulepszania masy swych wyrobów, polewy i farb.

To też fabryka jego wciąż się rozwijała i rozszerzała pole zbytu, tak że około roku 1770 był już Wedgwood jednym z wielkich przemysłowców Anglii. Wyrobił przywilej na budowę kanału, łączącego rzeki Trent i Mersey i budowę tę przeprowadził, podniósłszy przez nią garncarskie okolice Burslem, gdyż kanał ułatwiał dowożenie materiałów do fabryk i wysyłanie gotowych wyrobów. Z własnymi zakładami zbliżył się też Wedgwood do kanału i założył wielką osadę fabryczną, dając jej nazwę Etrurii. Urozmaicając wciąż skład masy swych wyrobów i sposoby jej zabarwienia, wytwarzał coraz to nowe odmiany fajansów delikatnych i wyrobów kamionkowych. Nie szczędził przytem kosztów na otrzymanie wyborowych modeli, a słynny rzeźbiarz angielski Flaxman pomagał mu też chętnie przy ozdabianiu wyrobów.

Gdy wynaleziony w r. 1750 przez Sadlera i Greena sposób ozdabiania fajansów przez dekalkowanie na nich farbą drukarską napisów, rysunków i sztychów, zaczął się powoli rozpowszechniać, Wedgwood ocenił natychmiast doniosłość wynalazku i porozumiał się o możliwość ozdabiania tym systemem wyrobów swej fabryki. Tak zawsze zwracał baczna uwagę na wszystko, co tylko przyczynić się mogło do rozwoju garncarstwa.

Ale nie tylko jako garncarz pozyskał Wedgwood szerszą sławę. W fizyce zasłużył się wynalazkiem

pyrometru, to jest przyrządu do mierzenia bardzo wysokich temperatur. Przyrząd ten składa się z dwóch mosiężnych liniałów, umieszczonych obok siebie na tablicy metalowej w ten sposób, że rowek między nimi, w jednym końcu szerszy, jednostajnie się zwęża ku drugiemu końcowi. Jeden z liniałów podzielony jest na 240 stopni, z których każdy równa się 72 stopniom Celsyusza a zero pyrometru odpowiada 500 takimże stopniom. Do mierzenia temperatury robi się z gliny jednakowe zupełnie stożki, takich wymiarów, że ściśle pasują do ścian rowka, w tem miejscu, gdzie jest najszerszy, a które odpowiada zeru podziałki. Następnie jeden z tych stożków umieszcza się wewnątrz pieca. Po wyjęciu, stożek jest skurczony i to tem więcej im wyższą była temperatura. Umieszczony między liniałami może być przesuniętym dalej, ku węższemu końcowi rowka, a miejsce gdzie się zatrzyma wskaże właśnie stopień skurczenia gliny a więc i temperaturę wnętrza pieca w stopniach Wedgwooda. Pyrometr ten, zastąpiony później więcej ścisłymi przyrządami, używany jest jeszcze w Anglii.

Wpływ Wedgwooda na garncarstwo angielskie czuć się dawał do ostatnich czasów. Dzięki urzeczywistnionym przezeń postępom fabrykacyi, wyroby fajansowe stały się istotnie praktycznymi i dostępnymi dla wszystkich. I masą i polewą przewyższały one dawne fajanse francuskie i włoskie, których masa kolorowa i krucha pokrywaną była nieprzezroczystą emalią białą, złożoną ze związków cyny

i osłaniającą masę w zupełności. Od tej polewy grubej i miękkiej i od kruchości masy, którą też z tego powodu trzeba było zgrubiać, pochodził pewien ciężki wygląd tych fajansów. Przeciwnie fajanse angielskie odznaczają się masą białą, zbitą a mocną i cienką krystaliczną glazurą. O ile dawne majoliki nadawały się lepiej do ozdób artystycznych, to znów nowe fajanse mogą być wykończane z większą ścisłością, wyglądają zgrabniej, czasem może zbyt zimno i surowo, ale za to odpowiadają wybornie potrzebom codziennego użytku.

Fajans delikatny, czyli angielski, wpośród wyrobów glinianych, tworzy jedną klasę z wyrobami kamionkowemi. Jak te ostatnie, ma masę zbitą i nieprzeświecającą, ciężką, twardą i dźwięczną,—ale za to masa ta jest delikatniejsza i zupełnie biała. Glazura fajansów delikatnych jest krystaliczna, uprzednio stopiona na szkło, którego skład bywa nader rozmaity. Przeważnie wszakże składa się z krzemionki, otrzymanej z kwarcu a nawet i feldspatu, dalej z sody, kwasu bornego i ołowiu pod postacią minii.

W szeregu wyrobów glinianych zbitych, fajans delikatny tworzy jakby przejście od wyrobów kamionkowych do porcelany. Różnorodne odmiany tego fajansu uszykował Brongniart w trzy typy główne, mianowicie: fajans delikatny marglowy, którego masa zawiera w swym składzie wapno (francuzi zwa ten fajans *terre de pipe*),—powtóre, fajans delikatny krzemionkowy (zwany we Francyi *cailloutage*),

złożony z glinki ogniotrwałej i krzemienia lub kwarcu,—potrzebie fajans delikatny twardy, albo feldspatowy (angielskie iron stone), do którego masy wchodzi pewna ilość kaolinu a którego glazura ma w swym składzie kwas borny. Ten ostatni gatunek właśnie, swą przymieszką kaolinu, zbliża się do porcelany miękkiej angielskiej i dla tego, z ujmą dla ścisłości, zwany bywa nieraz porcelaną nieprzeświecającą.

Przez wytworzenie najrozmaitszych odmian wyrobów kamionkowych i fajansów delikatnych, wypełnił Wedgwood ciągłym szeregiem wyrobów pośrednich, przepaść dzielącą dawne majoliki od porcelany, tak że obecnie twory przemysłu ceramicznego stanowią jakby jeden nieprzerwany łańcuch, którego ogniwa, drogą systematycznej klasyfikacyi, uporządkowane zostały przez Brongniarta. Mamy więc najprzód cztery działy wyrobów glinianych miękkich, mianowicie: matowe, lustrowane, polewane — i emaliowane, czyli majoliki lub fajanse zwykłe. Klasę drugą składają dwa działy: wyrobów kamionkowych i fajansów delikatnych. Dalej, jakby w ciągłym postępie, spotykamy porcelany miękkie, angielską i francuską a w końcu dotychczasowy szczyt garncarstwa, porcelanę twardą.

Podczas gdy w Anglii, dzięki pracom Wedgwooda, rozwijał się już w całej pełni przemysł fajansów delikatnych,—we Francyi, do końca ubiegłego stulecia, posługiwano się prawie wyłącznie w bieżącym użyciu fajansem zwykłym, a w Niemczech wyrób porcelany twardej, jakkolwiek rozpowszechniony, z tru-

dnością tylko czynić mógł zadość codziennym potrzebom. To też Niemcy, poszukując wyrobu tańszego, mogącego w bieżącym użyciu zastępować porcelanę, przejęli pierwsi od Anglików wyrób fajansów delikatnych, a dopiero fabryki założone nad brzegami Renu zachęciły Francuzów do pracy w tym kierunku. Wkrótce też fajanse delikatne wszędzie rugować zaczęły z użycia fajanse zwykłe, skutecznie przytem konkurując z porcelaną, przy zaspokojeniu potrzeb mniej zbytkownych. Obecnie, fajanse zwykłe, jako przedmiot codziennego użytku nie istnieją prawie, - usiłując za to, tem energiczniej wkraczać w dziedzinę sztuki, gdzie im, jako tak zwanym majolikom, jedyna pozostaje przyszłość.

Porcelana, dzięki dalej odkrywanym pokładom kaolinu i ulepszonym sposobom wyrobu, wytrzymuje konkurencyą fajansów delikatnych, a jeżeli zdoła dorównać im taniością, to mając jako wyrób niezaprzeczoną wyższość, wyjdzie zwycięzko z tej walki. Wyroby kamionkowe, udelikatnione przez Wedgwooda, nieopuszczają prawie dziedziny sztuki,—podczas gdy proste wyroby kamionkowe, swą masą i glazurą nie-równie wyższe od zwykłych wyrobów glinianych z polewą ołowianą, zaczynają w wielu miejscach konkurować powoli z temi ostatnimi. A nie tylko ta jedna konkurencya nastaje na zwykłe naczynia polewane. Walczą z niemi także naczynia blaszane i emaliowane żelazne, droższe znacznie, ale opłacające się swą trwałością. Pomimo to naczynia polewane trzymają się jeszcze obronnie, tam przynaj-

mniej, gdzie dobra glina niedaleko, gdyż nie mogą ponosić kosztów zbyt odległego przewozu.

Jeżeli teraz z tej wycieczki do krajów, przodujących w przemyśle garncarskim, wrócimy w domowe progi, by rzucić okiem na rozwój garncarstwa krajowego, to ujrzymy jego początki, jak i wszędzie, ginące w pomroce wieków. Przed popielnicami jeszcze, znajdujemy w naszych grobowcach przedhistorycznych naczynia gliniane, stawiane tam, już to większe z jadłem i napojem, już mniejsze, zapewne z pachnidłami. Później spotykamy popielnice a obok nich dzbanki z uchami, garnki i nalewki, misy i podstawki i inne wyroby gliniane matowe. Glina, której gatunek zależy od okolicy, zmieszana bywa najczęściej w tych wyrobach z mialko tłuczonym granitem. Trafiają się też naczynia regularne, jakby na kręgu garncarskim utoczone, wygładzone do połysku i ozdobione rysunkami.

Z wprowadzeniem chrześcijaństwa zmieniły się warunki naszego życia. Skromne naczynia gliniane ustąpiły do chat,—w domach zamożnych posługiwać się zaczęto metalowem. Dopiero po rozpowszechnieniu się polewy ołowianej, powoli, w pośród naczyń glinianych do codziennego użytku przeznaczonych a wyrabianych w kraju, wszędzie gdzie lepsza była glina, ukazywać się zaczęły ozdobniejsze. Zasłynął cech garncarski w Iłży, posiadający w w. XVI-ym wyłączne prawo sprzedawania swych wyrobów przy bramach stolicy,—zasłynęły polskie dzbany, uwiecznione temi słowami księcia poetów naszych:

Dzbanie mój pisany, dzbanie polewany,
Bądź płacz, bądź żarty, bądź gorące wojny,
Bądź miłość niesiesz, albo sen spokojny.

Jakkolwiek zwano wino, co w cię lano,
Przymknij się do nas, a daj się nachylić,
Chciałbym twym darem gości swych posilić.

Cechy garncarskie różnych miejscowości kraju zyskały wtedy przywileje na spławianie swych wyrobów do Gdańska i sprzedawanie ich w Prusach. Obok iłżeckich, wysyłanych na sprzedaż nie tylko do Prus, ale i do Szwecyi, zastępnęły także wyroby ćmielowskie, denkowskie i wieluńskie—a oprócz naczyń wyrabiano także i ozdobne kafle.

W wieku XVII-ym, wraz z innemi gałęziami przemysłu, upadło u nas i garncarstwo. Obniżył się poziom skromniejszych wyrobów a zbyt kowne sprowadzano jak zawsze z zagranicy. Dopiero pod koniec XVIII-go stulecia krzątać się zaczęto około podniesienia garncarstwa w kraju. Powstała słynna fabryka porcelany twardej w Korcu na Wołyniu, biorąca kaolin z Dąbrowicy. Założyciel jej, stolnik litewski Józef Czartoryski, powierzył kierunek warszawianom, Franciszkowi i Michałowi Mezerom, którzy po czterech latach doprowadzili fabrykę do takiej doskonałości, że znakomitszemi wyrobami swemi konkurować mogła z zagranicą.

Po pożarze fabryki w r. 1797, bracia Mezerowie opuścili Korzec. Franciszek Mezer osiadł w Baranówce, gdzie mając niedaleko, w miejscowości zwanej Burtyn, dobry kaolin, wyrabiał z powodzeniem

ozdobną porcelanę stołową. Michał Mezer, wezwany przez ordynata Zamoyskiego, urządził fabrykę porcelany w Tomaszowie lubelskim. Opuszczona przez Mezerów a odbudowana w r. 1800 fabryka Korecka, przeszła pod zarząd sprowadzonego z Sèvres francuza i istniała do roku 1830, ale już nieodzyskała dawnej świetności. To też najcenniejsze są porcelany koreckie z czasów Mezerowskich, znaczzone złotem okiem Opatrzności, z napisem złotym „Korzec.“ Do więcej poszukiwanych wyrobów garncarskich krajowych z ubiegłego stulecia, należą też wazony fajansowe z krótko istniejącej fabryki w Belwederze, założonej przez Stanisława Augusta.

W bieżącym stuleciu, udoskonalony przez Wedgwooda fajans delikatny, a głównie jego gatunek marglowy, przeszedłszy z Anglii do Niemiec, rozpowszechnił się i u nas i powstały różne fabryki, dziś już nie istniejące. Jedną z nich z inicjatywy Staszica założył Sunderland w Itży. Druga znów, dawniej jeszcze, założona przez Jacka Małachowskiego w Ćmielowie, przeszedłszy na własność znanej firmy Cybulskiego, wyrabiała wyłącznie porcelanę twardą. Wyrób fajansów delikatnych marglowych rozwinał się u nas znakomicie w ostatnich czasach, w fabrykach we Włocławku, Kole i Pruszkowie.

Pewien rozwój także, choć w mniejszym już stopniu zaznaczyć wypada odnośnie do kafli i wyrobów kamionkowych a nawet i co do majolik, wzmiankując chociaż krótkie istnienie fabryki tych ostatnich w Nieborowie. Za to wyrób zwykłych naczyń gli-

nianych polewanych w Królestwie, wciąż upadający ilościowo, w skutku konkurencyi naczyń kamionkowych i emaliowanych żelaznych, jakościowo pozostaje także w zacofaniu, w obec braku pomocy, jakich potrzebuje przemysł drobny, a które w Galicyi wywarły wpływ tak znakomity na podniesienie jakości wyrobów polewanych.

Co prawda, pojawił się tam talent samorodny w garncarstwie, Bachmiński (Bachmėtiuk) z Kossowa, którego wyroby gliniane polewane, oryginalnych kształtów i wdzięcznymi zdobne rysunkami, w barwach: białej, brązowej, zielonej i żółtej, wysoko są cenione¹⁾. Ale też tradycye Bachmińskiego przechowuje szkoła garncarska w Kołomyi, a dopomagają jej swym wpływem na rozwój tego przemysłu, dwie jeszcze później założone szkoły, w Toustem i Porembie. A szkoły i muzea najdzielniej przyczynić się mogą do rozwoju garncarstwa. Doniosłość szkół stwierdzają prace uczniów kołomyjskich, — znaczenie zaś muzeów uwidoczniło się na wystawach powszechnych, znakomitem podniesieniem poziomu artystycznego wyrobów angielskich, od czasu urządzenia muzeum kensingtonskiego. Może i u nas, gdy się zapełnią systematycznie i umiejętnie sale muzeum przemysłowego, gdy i po prowincyach w większej liczbie podejmować zaczną inicjatywę umiętną ludzie dbali o rozwój krajowego przemysłu, — między innemi jego gałęziami posunie się naprzód i garncarstwo.

¹⁾ Wzory przemysłu domowego włościan na Rusi, wydane przez inż. Ludwika Wierzbickiego.

Przemysł ten, jak widzieliśmy, przez całe szeregi wieków w zastoju prawie będący, w ciągu ostatnich pięciu stuleci, dzięki pracom swych przodowników: Łukasza della Robbia we Włoszech, Palissy'ego i Poterat'a we Francyi, Böttgera w Niemczech i Wedgwooda w Anglii, ze stanu pierwotnego nieledwie, wzniósł się do istotnej doskonałości, — a w bieżącym stuleciu, pożytkując nieprzerwanie postępy mechaniki, fizyki i chemii, urzeczywistnił warunki fabrykacyi oszczędnej, szybkiej i regularnej, — przez szersze zaś stosowanie sztuk pięknych uzyskać zdołał kształty zarazem wdzięczne i praktyczne i zaspokoić coraz to większe z postępem czasu wymagania nabywców. Tę też drogę wskazali mu, każdy w swoim zakresie, owi sławni garncarze, — a jeżeli Łukasz della Robbia i Palissy położyli zasługi czysto osobiste, nie wywarłszy bezpośredniego wpływu za życia na rozwój przemysłu garncarskiego, — jeżeli wynalazek Poterat'a porcelany miękkiej sztucznej wkrótce ustąpił miejsca porcelanie twardej, którą Böttger, dzięki szczęśliwemu trafowi obdarzył Saksonię i Europę, — to Wedgwood dopiero, wytworzeniem całego szeregu różnorodnych wyrobów, od praktycznych i tanich do wysoce cennych, artystycznych, otworzył garncarstwu istotnie nowe drogi i niezaprzeczenie zajął pierwsze miejsce w szeregu sławnych garncarzy.

V.

FILIP de GIRARD.

Młodość Girarda. — Wynalazek lampy. — Dzisiejszy przebieg obrabiania lnu. — Milion franków nagrody za maszynę przędzalniczą. — Przędzalnia Girarda w Paryżu. — Kartaczownica parowa. — Wyjazd do Austrii. — Prace w Hirtenbergu. — Górnictwo w Królestwie Polskiem. — Girard mechanikiem naczelnym. — Podróż do Anglii. — Przejście górnictwa na własność Banku Polskiego. — Uwolnienie Girarda. — Przędzalnia w Marymoncie. — Żyrardów. — Maszyna do obrabiania drzewców karabinowych. — Maszyny przędzalnicze. — Termometrograf. — Meteorograf. — Tremołofon. — Memoryał Girarda. — Ostatni list do Banku.

Dwadzieścia lat pracy na naszej ziemi i nazwa Żyrardowa, wiążą wielkiego wynalazcę mechanicznego przędzenia lnu, z dziejami przemysłu krajowego. Zapoznany we własnej ojczyźnie, znalazł u nas Girard przytułek i poparcie. Więcej wtedy mogła i powinna była uczynić dla niego Francya, — my daliśmy mu wszystko na co nas stać było, sowitą też otrzymując za to nagrodę, w postaci pierw-

szego zawiązku, wciąż odtąd rozwijającego się w kraju przemysłu Inianego.

Dziś, gdy geniusz Girard'a powszechne już zyskał uznanie, gdy niewdzięczna za życia jego własna ojczyzna niejednym go uczciła posagiem, — pora i nam wskrzesić w myśli dobrze znaną u nas przed pół wiekiem, a tak ciekawą i sympatyczną postać, — uzupełniając przytem, w znanym opisie życia wynalazcy, niektóre szczegóły, odnoszące się do jego wśród nas pobytu. Życie i prace Girard'a nie przestaną stanowić treści jednej z najpiękniejszych kart powszechnych dziejów przemysłu. Był to jeden z tych wynalazców, którzy doznali najwięcej prześladowań od losu. Rozwój cywilizacyi, zamiast łagodzić zaostrza jeszcze ten stosunek, — a może też dzieje ludzi, bliższych nam epoką swego życia, łatwiej pojmujemy i odczuwamy.

Rodzina Girard'a zamieszkiwała prowensalską wioskę Lourmarin u stóp Alp. Gorliwi protestanci, przodkowie wynalazcy wycierpieli wiele prześladowań, po odwołaniu edyktu nantejskiego. Filip, urodzony w r. 1775, kierował się z początku na lekarza, ale dotkliwie zrażony śmiercią matki, rzucił medycynę i poświęcił się naukom przyrodzonym i mechanice, do której od dzieciństwa wybitne okazywał zdolności. Już gdy miał lat 14 sporządził projekt turbiny, poruszanej falami morza Śródziemnego, — później w r. 1799 wziął nawet patent wynalazku na tę maszynę.

Wybuch rewolucyi francuskiej przerwał nauki

Girard'a. Młody szlachcic walczy w szeregach powstania na południu, w obronie upadłego króla. Zwyciężony, ucieka wraz z dwoma braćmi z Tuluzy, na szalupie angielskiej. Na emigracyi, wobec braku funduszy, Girardowie włożeni z młodu do pracy, nie opuszczają rąk i ochoczo zarabiają na życie. W Liworno, z inicjatywy Filipa, zakładają mydlarnię parową, a gdy po upadku Robespierre'a wracać mogą do Francyi, otwierają w Marsylii fabrykę przetworów chemicznych.

Prąd reakcyjny, silniejszy na południu, niż w innych stronach Francyi, zmusza ich do emigrowania powtórnie. Filip, schroniwszy się do Nicei, pomimo że liczy dopiero lat 20, staje odważnie do konkursu na katedrę chemii i historii naturalnej w tamtejszej szkole i przebojem zdobywa profesurę. Wkrótce potem, gdy ogłoszenie konsulatu umożliwia mu powrót do Francyi, Girard obejmuje podobne stanowisko w Marsylii, gdzie wykłada chemię z powodzeniem. W r. 1806, razem ze swym bratem Fryderykiem, przybywa do Paryża i tam wzięwszy udział w wystawie przemysłowej, odrazu daje się poznać całym szeregiem wynalazków.

Nauczycielstwo nie osłabiło w umyśle Filipa wrodzonego popędu do poszukiwań, mających na celu wynalazki praktyczne ogólnego użytku. Wadliwe systemy oświetlania, używane podówczas, zwróciły na siebie naprzód uwagę tego człowieka pracy, przesiadującego nieraz całe noce nad robotą. Obaj bracia zaczynają pracować razem nad wynale-

zieniem lampy olejnej, dogodniejszej do użycia od tych, jakie znano podówczas. Najwięcej rozpowszechnioną była wtedy lampa Argand'a, ze zbiornikiem umieszczonym z boku lub około płomienia, a więc zasłaniającym zawsze znaczną część takowego. Lampa ta jednak, w skutek regularnego dopływu oleju do palnika, górowała nad zdawna znaną lampą nakręcaną, ze zbiornikiem umieszczonym w podstawie, z którego olej tłoczony był do palnika za pomocą sprężyny, — w tej ostatniej bowiem, w miarę ubywania oleju pod tłokiem, zmniejszał się nacisk sprężyny, a tem samem i dopływ do palnika, dającego przez to światło niejednostajne.

Girardowie, zatrzymując zbiornik w podstawie lampy, zastosowali, w celu regularnego doprowadzania zeń oleju do palnika, zasadę znanej w fizyce fontanny Herona. Wnętrze podstawy lampy podzielili na trzy przegrody, umieszczone jedna nad drugą, a połączone rurkami. Jedna z tych rurek łączyła przegrodę środkową z powietrzem zewnętrznem, druga przelewała olej z przegrody środkowej do dolnej, napełnionej powietrzem, które przez przybywanie oleju ścisnęło się, a przechodząc trzecią rurką do przegrody górnej, wypychało z niej olej do palnika. Całkowite wypełnienie przegrody dolnej, zaznaczane było na zewnątrz największem wysunięciem drążka połączonego z pływakiem, który się podnosił w miarę przybywania oleju do tej przegrody. Wtedy trzeba było nastawiać lampę na nowo.

Lampa Girardów była pierwszym urzeczywist-

nieniem regularnego dopływu oleju, ze zbiornika umieszczonego u spodu. Stanowiąc istotny postęp w tej gałęzi, nie rozpowszechniła się jednak. Utrzymanie jej wymagało zbyt wiele staranności, a znaczna ilość powietrza zamkniętego w lampie, czyniła ją zbyt wrażliwą na zmiany atmosferyczne. Inni wynalazcy pracowali dalej w tym kierunku. Thilorier, do regularnego wypychania oleju ze zbiornika, użył cieczy cięższej od oleju i zbudował pierwszą lampę hydrostatyczną, — Carcel zastosował w tym celu mechanizm zegarowy. Dopiero po przejściu przez różne nader złożone systemy, powrócono do starej lampy sprężynowej, ulepszając ją stanowczo przez dodanie regulatora, który stopniowym zwiększaniem otworu rurki doprowadzającej olej do palnika, zapewnia jednostajny dopływ, bez względu na zmniejszanie się nacisku sprężyny, w miarę obniżania się tłoku.

Filip zbudował kilka lamp z blachy, lakierowanej również własnym nowym sposobem. Słynny później malarz francuski Ingres ozdobił je pięknymi malowidłami i nowe lampy dostały się na pokoje cesarzowej Józefiny. Lampy te zaopatrzone były po raz pierwszy w globy szklane matowe, tak rozpowszechnione dzisiaj, a których pierwszą myśl, pod postacią pobieźnego szkicu, odnaleziono w rękopismach Leonarda Vinci. Samym wynalazkiem tych globów mógł zrobić Girard fortunę. Ubiegł go w tem wszakże jeden z jego pomocników, który założywszy fabrykę w Belgii, umarł milionerem. I nie dziw, skoro

nawet sprytny wynalazca sprężynki, utrzymującej daszek na cylindrze lampy, zarobił na swym patencie pół miliona franków.

Oprócz lampy i innych wynalazków Girarda, jak silnie powiększająca luneta achromatyczna, nowy sposób przyrządzania konserwów mięsnych i t. p., figurował jeszcze na wystawie 1806 r. model maszyny parowej. Na dwa ulepszenia w tej maszynie wzięli wtedy patent Girardowie, mianowicie na rozprężanie pary w jednym cylindrze, przypisywane później Evansowi i na wytwarzanie ruchu obrotowego, bez pośrednictwa wahacza (balansjera), znane potem w Anglii pod nazwą systemu Maudsley'a. Pomimo to, maszyna Girardów nie zyskała należnego uznania na wystawie, tylko wielki Monge zachęcał wynalazcę do dalszej pracy. W trzy lata potem, na konkurs ogłoszony przez Towarzystwo zachęty przemysłu narodowego, przedstawił Girard maszynę ulepszoną, wytwarzającą parę w sposób tak oszczędny, jak na owe czasy, że na wniosek Prony'ego ¹⁾ przyznano wynalazcy nagrodę 6000 franków.

Takie były pierwsze kroki działalności wynalazczej Filipa Girard'a rozstrzelone w najrozmaitszych kierunkach, podobnie jak i późniejsze. Chociaż bowiem w następstwie, wynalazłszy mechaniczne przędzenie lnu, pracował on już przeważnie w tej gałęzi, nigdy jednak ruchliwy jego umysł nie pozostawiał

¹⁾ Słynny inżynier, założyciel paryskiej szkoły dróg i mostów.

nasuwających mu się okolicznościowo różnych kwestyj technicznych, bez zastanowienia się nad nimi, a nieraz i gruntownego ich obrobienia. Zwłaszcza też podczas pobytu w naszym kraju, pozostawił Girard ślady swej pracy, w wielu nader od siebie odległych gałęziach techniki.

Zbliżając się do głównego pomysłu wielkiego wynalazcy, streścić musimy przedtem, choćby w najogólniejszym zarysie, dzisiejszy przebieg obrabiania lnu, od chwili gdy zebrany zostaje na polu aż do jego wejścia pod postaćą przędzy na krosna tkackie. Po wyrwaniu i zwiezieniu len moczony jest naprzód w wodzie, lub też rozściełany i wystawiany na działanie słońca, rosy i deszczu, czyli roszone. Moczenie lub roszenie osłabia w łodydze lnu związek włókien, z jednej strony z wewnętrznym drzewiastym rdzeniem, a z drugiej z paździerzą, czyli cienkim naskórkiem łodygi. Tym sposobem przygotowany do międlenia, czyli tarcia, len po wysuszeniu przechodzi na tarlicę. Oddzielone przez międlenie włókna, oczyszczone zostają z resztek pazdzierzy przez trzepanie i len staje się już towarem idącym do przędzalni.

Tu na wstępie len zostaje wyczesany, ręcznie lub mechanicznie, przez co oddziela się len właściwy, złożony z długich włókien, od zgrzebia czyli pakut. Na ruchomym pokładzie maszyny, zwanej tasiemnicą, robotnice układają pęczki właściwego lnu, w ten sposób, że się tworzy taśma bez końca. Pokład doprowadza tę taśmę do tylnych walców maszyny.

Oprócz tych walców, maszyna posiada jeszcze jedną parę walców t. z. czołowych, którą obraca się prędzej niż tylna. Taśma rozciąga się zatem między temi dwiema parami walców, które w skutek długości pojedynczych włókien lnu, dla nierozrywania takowych, muszą być dosyć od siebie oddalone. Pomiędzy dwiema parami walców ciągłych, taśma lniana podtrzymywana jest za pomocą tak zwanych padających grzebyków, to jest prętów nabitych igłami, posuwających się wraz z taśmą i przeczesujących ją do pewnego stopnia.

Kilka takich taśm, wychodzących z pomiędzy walców czołowych, przechodząc razem przez umieszczoną na przodzie jedną parę krótkich walców, łączy się w jedną taśmę, dla nadania jej w całej długości bardziej jednostajnej grubości. Taśmy, które wyszły z tasiemnicy, przechodzą jeszcze przez dwie lub trzy maszyny podobie urządzone, nie mające tylko pokładu ruchomego i zwane ciągalniami, które pomienione taśmy coraz więcej wyciągają. Dostatecznie wyciągnięte taśmy idą na wrzeciennicę, gdzie raz jeszcze poddane są wyciąganiu, wraz z nieodłącznym przeczesywaniem grzebykami, a następnie lekko się skręcają i nawijają na cewki drewniane, osadzone na wrzecionach.

Otrzymany w ten sposób tak zwany niedoprzęd przechodzi na prząśnicę. Przędzenie mechaniczne, podobnie jak ręczne, składa się z dwóch czynności: wyciągania i skręcania. Zwykle niedoprzęd przepuszcza się naprzód przez gorącą wodę i dopiero

wstepuje między walce ciągłe prząsnicy. Tą drogą właściwy len zamienia się na przędzę. Pakuły wyczesywane są naprzód na zgrzebnicach (niem. gremple, ang. kardy), z których wychodzą pod postacią taśmy. Taśma ta w dalszym ciągu zamienia się na przędzę, w podobny sposób jak i taśma lnu właściwego.

Ciągalnie dla lnu, używane przed Girardem w Anglii i we Francyi, były także same, jak i dla bawełny. Taśma, pomiędzy parami walców, opierała się na obwodzie bębna, a włókna lniane, pozostawione w ten sposób same sobie, traciły wzajemną równoległość, plątały się i zbliżały do stanu pakul. Ślepe stosowanie do lnu maszyn od bawełny, dowodzi tylko, że nie zdawano sobie sprawy z odrębnej budowy włókien lnianych — i w tem leżała jedyna przyczyna niepowodzenia. To też, jeszcze w początku bieżącego stulecia, przędza lniana w ogóle wytwarzana była ręcznie, przy użyciu, już to jak w starożytności kądzieli i wrzeciona, już też późniejszego kołowrotka, którego najdawniejszy rysunek w stanie ulepszonym, doszedł do nas w rękopismach Leonarda Vinci. Tymczasem szybki rozwój mechanicznego przędzenia bawełny groził zupełnym upadkiem przemysłowi lnianemu, skazanemu na powolność pracy ręcznej.

Na szczęście Napoleon I, wypowiedziawszy wojnę Anglii, zmuszony był przenieść ją na pole przemysłowe. Spółzawodnictwo w zakresie przemysłu bawełnianego okazało się niewystarczającym, gdyż

blokada portów stałego łądu przez Anglią, utrudniała otrzymywanie surowej bawełny. Trzeba było przędzy bawełnianej przeciwstawić inną, której włókna znajdowały się na miejscu. Napoleon I pojął to dobrze i 12 maja 1810 r. podpisał pamiętny dekret, przyznający milion franków nagrody wynalazcy najlepszej maszyny do przędzenia lnu.

Gdy do Lourmarin nadszedł numer Monitora z dekretem cesarskim, ojciec Girard'a rzekł przy śniadaniu do syna, oddając mu gazetę: „Filipie, to już twoja rzecz“. Filip też jeszcze przed wieczorem zamknął się w swoim pokoju, a gdy na drugi dzień rano stanął w gronie rodziny, ściskając wszystkich powtarzał radośnie: „Milion mój—milion nasz“. Pewność otrzymania nagrody cieszyła go tem więcej, że majątek rodziny Girardów, naruszony podczas rewolucyi, uszczuplał się wciąż przez niefortunne przedsiębiorstwa, a i własne wynalazki Filipa pochłaniały sporo grosza.

Zasady mechanicznego przędzenia lnu postawione zostały prawie w jednej chwili, bo genialny umysł wynalazcy wpadł odrazu na właściwą drogę badania. Zamiast roztrząsać co zrobiono przed nim w tym przedmiocie i szukać lepszego systemu zastosowania maszyn bawełnianych do przędzenia lnu, Girard rozważać zaczął ręczną pracę prządki i badać naturę włókien lnianych. To też dwa wnioski, do których doszedł, stanowią podstawę dzisiejszego mechanicznego przędzenia lnu.

Pierwszym wnioskiem było, że taśma włókien

lnianych powinna być rozciągana pomiędzy walcami ciągalnemi, przy użyciu szeregu podtrzymujących grzebyków, osadzonych na pokładzie ruchomym bez końca, a to dla jednostajnego układania włókien, równolegle od siebie, na całej długości taśmy. Drugi wniosek, który umożliwił doprowadzenie przędzy do ostatecznych granic cienkości, polegał na odkryciu pod mikroskopem, że włókna lniane składają się z włókienek elementarnych, mających każde 5 do 6 mm. długości, bardzo cienkich i zlepionych w jedno włókno, za pośrednictwem kleistej materii. Po zmoczeniu włókna w wodzie, klej mięknie, włókno staje się giętszem i łatwiej daje się rozciągać, bo włókienka składowe, przy osłabionej między niemi spójności, ślizgają się jedne po drugich. Z rozciąganych w ten sposób na mokro włókien, daje się utworzyć nić przędzy, cieńsza jeszcze od włókien, które się złożyły na jej skręcenie.

Odnosząc te dwa wnioski do streszczonego poprzednio przebiegu czynności mechanicznych w przędzalniach, widzimy, że stanowią one istotną tych czynności podstawę. Wyciąganie taśmy, dokonywane na całym szeregu ciągalni i na wrzeciennicy, umożliwionem zostało przez zastosowanie grzebyków, które po dziś dzień stanowią jedyny środek jednostajnego rozkładania włókien lnianych, na jakiegokolwiek długości taśmy, bez naruszania ich równoległości ¹⁾. Przepuszczanie niedoprzędu przez wodę

¹⁾ Dalsze ulepszenie tej części przędzenia do dziś dnia stosowane, polegało już tylko na wprowadzeniu t. z. grzeby-

gorącą przed jej wejściem na walce prząsnicy, dało możność rozciągania pojedynczych włókien pomiędzy zbliżonemi już do siebie parami walców i otrzymywania tym sposobem przędzy nierównie cieńszej od tej, jaką dawały dawne maszyny, które przędły włókna lniane w ich pierwotnej długości.

Obie te zasady dzisiejszego mechanicznego przędzenia lnu, Girard opisał jasno w swem podaniu o patent wynalazku, wniesionem do ministerium, w miesiąc po ogłoszeniu dekretu cesarskiego d. 12 czerwca 1810 r.

Tak szybkie rozwiązanie zadania wzbudziło nieufność w miejscu uznania. W listopadzie 1810 r. ministerium ogłosiło program konkursu, naznaczając termin trzyletni, stawiając konkurującym nader ciężkie warunki, odnośnie do kosztów fabrykacyi i mocy wyrobów, a w razie niewypełnienia wszystkich warunków zmniejszając dekretem przyrzeczony milion o połowę, a nawet o trzy czwarte.

Nie przekonało to jednak o znikomości milionów Girard'a, szwankującego przez całe życie na specjalnym zmyśle przemysłowo-handlowym. Zabrał on się ochoczo do pracy i zbudował próbną

ków padających,—a mianowicie zamiast osadzenia na ruchomych pokładzie, grzebyki poruszają się na śrubach, po dojściu do walców upadają na dolną parę śrub, obracających się w przeciwną stronę, wracają skutkiem tego do tylnych walców i tam podnoszą się na górne śruby. Grzebyki te wbijają się zatem i wychodzą z taśmy, w kierunku do niej prostopadłym.

prząśnicę o dwunastu wrzecionach, na której umyślnie przygotowany przez wprawna robotnicę gruby niedoprzęd, wyciągany był i skręcany na nić tak cienką, że szło jej 150000 metrów na jeden kilogram. Na otrzymane wyniki usiłował wynalazca zwrócić uwagę cesarza, wystosowawszy doń w r. 1811 wymowne podanie, ale bezskutecznie. Wojna w Hiszpanii i zarysowująca się w bliskiej przyszłości wyprawa do Rosyi, więcej wtedy zajmowały wielkiego władcę od planów przemysłowych.

I to wszakże nie oziębiło jeszcze zapału Girard'a. Licząc zawsze na ów milion obiecany, postanowił on w terminie konkursowym przedstawić już nie jedną maszynę, ale całą przedzalnię. Po śmierci ojca, włożył on razem z braćmi cały prawie majątek rodzinny w pierwszy swój zakład przedzalniczy, o dwóch tysiącach wrzecion, założony przy ulicy Meslay w Paryżu. Nieco później, przy pomocy uczonego Prevost'a, założył Girard drugą przedzalnię przy ulicy Charonne.

Chaptal przedstawił o pierwszym z tych zakładów raport cesarzowi, załączając próby przędzy i tkanin. Napoleon zamierzał przyśpieszyć rozsądzenie konkursu, a tymczasem dopomódz wynalazcy, ale szybki odjazd na wyprawę do Rosyi nie dopuścił urzeczywistnienia powziętych już nawet postanowień i Girard ze swemi dwiema przedzalniami pozostał na łasce losu. Sprzedaż wytwarzanej przędzy, idąca z początku, stanęła w skutku zastoju zakładów tkackich, spowodowanego wojną 1813 r.—

i zupełna ruina całego przedsięwzięcia stawała się nieuniknioną.

Nieszczęścia i zawody przemysłowca osładzała, zawsze świeża, działalność umysłowa wynalazcy. W końcu 1813 r. obmyślił on i sporządził w modelu pewien rodzaj kartaczownicy parowej, złożonej z sześciu luf karabinowych, złączonych razem i osadzonych na jednej lawecie. Czterech ludzi miało obsługiwać tę maszynę, mogącą dawać trzydzieści strzałów na minutę, a obsługa sprowadzała się do utrzymania ogniska, dokładania kul i poruszania korby. Stosownie do prędkości obrotu tej ostatniej, zwiększała się lub zmniejszała ilość pary, wyrzucającej kule i tym sposobem kartaczownica mogła dawać strzały różnej doniosłości, według potrzeby. Przewidziane było nawet rozsadowienie całej maszyny, jako ostateczny środek obrony.

Wyznaczona dla zbadania wynalazku komisya wojskowa, ktorej sprawozdawcą był słynny później oficer artyleryi Paixhans, wydała przychylną opinie i minister wojny polecił zbudowanie jednej kartaczownicy. Upadek Napoleona powstrzymał urzeczywistnienie projektu, o którym Paixhans pisał później z uznaniem, utrzymując że kartaczownica Girard'a, zastosowana na parowcach, stać by się mogła potężną maszyną wojenną na morzu.

Z upadkiem cesarstwa runęły wszelkie nadzieje Girard'a co do milionowej nagrody, rozbudzone raz jeszcze powrotem Napoleona z Elby. Wierzycciele rozpoczęli cały szereg prześladowań, a przytem no-

wy cios, cięższy jeszcze moralnie, spadł na wynalazcę. W początkach 1815 r. dwaj starsi robotnicy z jego zakładów, Lanthois i Cachard, wywieźli do Anglii kalki rysunków Girard'a i kopie patentów. W kraju nawskroś przemysłowym, wartość nowych pomysłów natychmiast została oceniona, kapitał stawił się na ich usługi i maszyny przędzalnicze Girard'a, opatentowane pod obcym nazwiskiem, znalazły zasłużone uznanie i rozpowszechnienie.

Tymczasem we Francyi nieszczęśliwy wynalazca próżno zebrał pomocy u rządu królewskiego, czyniąc wszelkie możliwe zabiegi. W sierpniu 1815 r. wziął jeszcze nowy patent na ulepszenia w swoich maszynach, aż w końcu znękany przeciwnościami, w nadziei uratowania resztek rodzinnego majątku, przyjął propozycje rządu austriackiego, co do wprowadzenia swych wynalazków do krajów monarchii Habsburgów. Zawsze pomny na dobro własnego kraju, zastrzegł tylko Girard, że wszelkie ulepszenia w mechanicznem przędzeniu lnu, do jakichby jeszcze doszedł na obczyźnie, będzie mógł bez przeszkody wprowadzić do Francyi i—pozostawiając interesy upadłych zakładów przędzalniczych w Paryżu na opiece swego brata, deputowanego Józefa Girard'a,—przeniósł się do Austrii.

Rząd austriacki przyznał Girardowi dziesięcioletni przywilej wyłączności, dla wszystkich jego wynalazków, wydzielił odpowiednie pomieszczenie w posiadłości cesarskiej Hirtenberg w pobliżu Wie-

dnia i zaliczył sumę potrzebną na założenie fabryki. Zakład ten, z początku poświęcony wyłącznie wyrobieniu maszyn przedziałniczych, szedł dobrze, zaopatrując w nowe maszyny przedziałnie w Czechach, Morawii i Saksonii. Administratorzy przedsięwzięcia postanowili z fabryką maszyn połączyć przedziałnię. Sprzeciwiał się temu Girard, utrzymując słusznie że przedziałnia w pobliżu wielkiego miasta, oddalona od miejscowości wytwarzających len, nie wytrzyma spółzawodnictwa z fabrykami, zaopatrzonemi w też same maszyny, zbudowane w Hirtenbergu, a umieszczonemi w dogodniejszych warunkach, co do materiału surowego i robocizny. To też, założona wbrew opinii wynalazcy, przedziałnia w Pollendorf stała się z czasem przyczyną upadku całego przedsięwzięcia.

W Hirtenbergu, przy zapewnionym bycie materialnym i spokoju, mógł Girard swobodnie oddawać się pracy. Tu też zbudował pierwszą czesarkę, to jest maszynę do mechanicznego czesania lnu, którą sam zastąpił później inną, doskonalszą. Tu także pracować zaczął nad zgrzebnicą do pakuli i w r. 1818 doszedł do zbudowania maszyny, zamieniającej pakulę na taśmę z włóknami równoległymi, która dalej przechodząc przez ciągalnie, wrzeciennicę i prąśnicę, zamienia się na przędzę, tak jak i taśma właściwych włókien lnianych. Girard kilkakrotnie ulepszał i upraszczał mechanizm tej pierwszej zgrzebnicy, ale, jak sam przyznaje, nie zdołał dojść do wyników, jakie otrzymano w Anglii, ze zgrzebnicami zbudowanymi pierwotnie dla bawełny, a następnie

w zwiększonych wymiarach zastosowanemi do czesania pakuł.

Zajmowały go także w Hirtenbergu roboty hydrauliczne. W celu ochrony fabryki od wylewów, zbudował 'stawidła samodiałające i pracował nad uregulowaniem ruchu kół wodnych, przy zmianach oporów, jakie koła miały do pokonania. Wreszcie, zwrócił się znów do prac nad maszyną parową, budując kotły rurowe, w rodzaju znanych obecnie kotłów Field'a, z rurami napelnionemi wodą, a otoczonymi płomieniem. W r. 1818 kocioł Girard'a zastosowany został na pierwszym statku parowym na Dunaju.

Prace te nie przysparzały dochodów, przyczyniając się jednak do rozwoju przemysłu w Austryi, jednały tam wynalazcy zasłużone uznanie, podczas gdy we Francyi i tego mu odmawiano. Komisya rządowa, wydelegowana w Paryżu do rozpoznania reklamacyj Fryderyka Girard'a, oświadczyła że maszyny przedziałnicze jego brata są zupełnie niezadowolające pod względem mechanicznym i oparte na niewłaściwej zasadzie. Według słów raportu: „przędzenie za pomocą tych maszyn psuło len i nie mogło wytrzymać współzawodnictwa z przędzeniem ręcznem“, w końcu nawet zaznaczono dziwaczną obawę, że system Girard'a „może spowodować ruinę przątek“.

Raport ten, niesprawiedliwy i nieuzasadniony, spowodował chorobę, a może i śmierć Fryderyka Girarda w r. 1820. Rząd francuski, pomimo wnios-

ków komisji, chciał dać Girardowi 8000 franków pożyczki na dalsze próby z potępionemi w raporcie maszynami przedziałniczymi, — żądał wszakże zabezpieczenia hipotecznego, którego nie mogła już dostarczyć rodzina wynalazcy. Dobra Girardów były w zupełności obciążone. Likwidacja zakładów przedziałniczych w Paryżu pochłonęła resztę zasobów. Dochody Filipa w Hirtenbergu były skromne i nie pozwalały mu ratować swych interesów we Francji. Gdy więc w r. 1825 rzeczy do tego doszły, że miano sprzedawać za długi ostatnią posiadłość, rodzinne gniazdo w Lourmarin, — Girard, pięćdziesięcioletni już wtedy, zmuszony był pomyśleć o opuszczeniu Austrii i szukaniu gdzieindziej korzystniejszych warunków pracy.

Traf, szczęśliwy dla nas, skierował wówczas wynalazcę do naszego kraju, a dziwnym zbiegiem okoliczności, przyszły twórca Żyrardowa wezwany został do Królestwa w innym zgoła celu. Nastąpiły właśnie rządy finansowe księcia Lubeckiego. Kraj obciążony podatkami, po zaprowadzeniu ścisłej skarbowości, wyrównał najprzód swój bilans. Gdy się okazała przewyżka dochodów, minister rozpoczął forsowne zabiegi około podźwignięcia przemysłu. Jedną z gałęzi, które najprzód zwróciły jego uwagę, było górnictwo.

Z początkiem 1825 r. główna dyrekcyja górnicza kielecka, wcielona została do komisji rządowej przychodów i skarbu i oddaną pod bezpośredni zarząd ministra. Zaczęto opracowywać program roz-

winięcia działalności krajowych kopalń i zakładów hutniczych i okazała się potrzeba sprowadzenia nowych jeszcze inżynierów z zagranicy. Uzdolnionych górników, zagranicznych także, mieliśmy już wtedy. W Kielcach pracowali: słynny geolog Bogumił Pusch i późniejszy naczelnik wydziału górnictwa przy Banku Polskim Fryderyk Lempe. Lubecki powziął myśl sprowadzenia jeszcze inżyniera mechanika, wszechstronnie uzdolnionego, któryby pracując głównie przy wydziale górnictwym, mógł być także używanym przez Rząd Królestwa w innych sprawach technicznych. Wybór jego padł na Girard'a i 1 sierpnia 1825 r. zawarto z nim umowę.

Według tej umowy, podpisanej przez namiestnika księcia Zajączka, Girard wszedł do służby rządowej Królestwa Polskiego w stopniu mechanika naczelnego wydziału górnictwa. W skutek tego zobowiązał się „przedstawiać i wykonywać zatwierdzone poprzednio plany maszyn, jakichby od niego żądano, lub też jakieby doświadczenie i talenta jego osądziły użytecznemi do zaprowadzenia we wszystkich zakładach górnictwych, jako to: budowle hydrauliczne ruch nadające, maszyny parowe, cylindry, warsztaty tokarskie, walcownie, młoty, koła, kotły i t. p.”,—w ogólności zaś zobowiązał się projektować wszelkie przedmioty na mechanice oparte, już to znane zagranicą, już też swego pomysłu. Co do tych ostatnich, jeżeliby pragnął w następstwie stosować je gdzieindziej, wolno mu było uzyskać na nie, na własne imię, patenty wynalazku.

W paragrafie drugim określono wyraźnie, że Girard będzie „szczególniej przywiązany do wydziału górnictwa, zostawionego przy ministeryum skarbu, miejsce zaś jego będzie w Warszawie. Winien on będzie nadto dawać opinię we wszystkich okolicznościach, co do projektów jakieby rząd zamierzał“. Kontrakt przyznawał mu 30,000 złp. rocznej pensyi i 5000 złp. na mieszkanie, opał i przejazdy, wreszcie jednorazowo 18,000 złp. na kosztą przejazdu do Polski i powrotu. Podczas wyjazdu w rzeczach służby, pobierać miał dyet dziennych zagranicą 30 złp., a w kraju 15 złp., oraz kosztą na cztery konie pocztowe.

Umowa z Girardem zawartą była na lat dziesięć, z przedłużeniem na drugie lat dziesięć, w razie niewymówienia przez żadną ze stron kontraktujących, na cztery miesiące przed upływem. Po dziesięciu latach służby przyznawano Girardowi emeryturę w stosunku 1000 złp. za każdy rok służby. Przed upływem dziesięciu lat służby, emerytura miała być wypłacaną tylko w razie choroby lub śmierci. W tym ostatnim razie brat jego Henryk Józef de Girard miał pobierać do swej śmierci całkowiną emeryturę. Tak wynalazca pamiętał zawsze o swej rodzinie. Przypuszczał on nawet wejście w związki małżeńskie, zastrzegając w kontrakcie, że gdyby po swej śmierci pozostawił żonę i dzieci, to te dzielić będą emeryturę z jego bratem. Wogóle zaś, emerytura podlegać miała wypłacie nietylko w kraju, ale i zagranicą.

Taką była osnowa umowy zawartej z Girard'em. Powołanie do kraju inżyniera wielkich zdolności i genialnie pomysłowego, stanowi zasługę Lubeckiego, który poznał się na człowieku i przewidział, jaki pożytek kraj z niego osiągnie. Przeznaczenie go wszakże na służbę do wydziału górnictwa, wobec okoliczności, że Girard nie posiadał specjalnego w tym kierunku wykształcenia, nie pracował praktycznie w górnictwie i nie zajmował się żadnymi kwestyami dotyczącymi kopalń i zakładów hutniczych, nie mogło dać, w pierwszych zwłaszcza latach, w zupełności zadowalniających wyników.

Po podpisaniu umowy, polecono Girard'owi, przed objęciem służby, pojechać naprzód do Austrii, dla ostatecznego załatwienia interesów w Hirtenbergu, a następnie, w celu obeznania się z najnowszymi wynalazkami, odbyć podróż po Niemczech, Francji i Anglii. Z wydziału górnictwa wysłany był jednocześnie Wolicki, dla zakupu potrzebnych maszyn i przyrządów. Girard'owi oddano nadzór techniczny nad czynnościami Wolickiego, a zarazem polecono mu badać i przyswajać sobie ulepszenia i nowości, celem wprowadzenia takowych następnie do górnictwa krajowego. Dodany mu był do pomocy rysownik, oficer górniczy Spleszyński. Urzędu Girard'a nie wymieniono w paszporcie, by nie utrudniać mu wstępu do fabryk i zakładów zagranicznych.

Sam rozporządzając wyborem miejscowości, które miał zwiedzać, Girard, opuściwszy Austryę, bawił przez pewien czas w Niemczech, a następnie pośpie-

szył do Anglii. Niewątpliwie, obok rozwoju przemysłu górniczego i mechanicznego, ciągnęły go tam wiadomości o postępach przędzalnictwa, stanowiącego zawsze główny przedmiot jego myśli. W Anglii dopiero przekonał się naocznie o szkodzie, jaką przed jedenastu laty wyrządzili mu Lanthois i Cachard, uwożąc z Paryża rysunki jego maszyn.

Zwiedzając największe przędzalnie w Leeds, Girard znalazł tam własne pomysły, przeprowadzone na większą skalę, a w patencie wziętym przez Hall'a w maju 1816 r., odnalazł kopie swoich dawnych rysunków. Zauważył przytem, że o ile przyjęto tam w zupełności jego ciągalnie, o tyle znów przędzenie na mokro, stanowiące drugą główną zasadę jego wynalazku, nie zostało jeszcze zastosowaniem. Pochodziło to stąd, że w epoce przeniesienia do Anglii wynalazku Girard'a, dawne prąśnice od bawełny, zastosowane do lnu, nieźle się jeszcze wywiązywały z zadania, podczas, gdy stare maszyny przygotowawcze (tasiemnice i ciągalnie) nie odpowiadały celowi i przede wszystkim wymagały ulepszeń.

To też w r. 1826, anglicy, będący w posiadaniu nowych ciągalni, przygotowywali już niedoprzęd w ten sam sposób zupełnie, jak wyuczeni przez Girard'a Niemcy — skręcając wszakże na przędzalniach włókna, nierozciągane przez zwilżenie, nie mogli otrzymywać tegoż samego stopnia cienkości. Podczas, gdy w Austrii otrzymywano 60,000 m. przędzy na 1 kg., to w Anglii, wytwarzano zaledwie

5,000 do 15,000 m. Mechanik angielski Key, zwróciwszy uwagę na tę okoliczność i dowiedziawszy się o upływie terminu patentu Girard'a z r. 1815, postarał się sam o patent w Anglii na jego prząśnicę.

Wiść o nowej maszynie rozeszła się szybko po przedsiębiorstwach angielskich i plagiator byłby miał niewątpliwie wielkie powodzenie — gdyby nie obecność w Anglii Girard'a, który wystąpiwszy w obronie swych praw do wynalazku, zarazem bezinteresownie zapoznał anglików z jego zasadą i szczegółami. Jak zawsze, tak i w tym przypadku, nasz wynalazca nie umiał skorzystać z położenia i wyciągnąć korzyści materialnych, które mu się słuszenie należały. Otrzymawszy wiadomość, że w Rouen zawiązane zostało stowarzyszenie, zamierzające założyć przedsiębiorstwo z nowymi maszynami, Girard chciał jechać do Paryża, ale ostrzeżono go o przygotowaniach wierzycieli, którzy licząc na wykup, chcieli go osadzić w więzieniu za długi. W skutek tego, w powrocie z Anglii, bawił tylko dni kilka w Mons, gdzie dla widzenia się z nim przybyła jego rodzina. W początkach 1827 r. Girard był już z powrotem w Warszawie, złożył sprawozdanie z podróży i rozpoczął swą pracę jako naczelny mechanik górnictwa.

Według planu, zatwierdzonego w marcu 1825 r., rozpoczynano właśnie roboty, mające na celu nadanie nowego życia górnictwu krajowemu, Girard jeździł je zwiedzać w maju i czerwcu 1827 r., był we wszystkich fabrykach żelaznych i zajął się ustawie-

niem maszyn sprowadzonych z Anglii, oraz opracowaniem ważniejszych projektów. Większa część maszyn przeznaczoną była dla zakładów mechanicznych w Białogonie. Labęcki, opisujący te zakłady w r. 1840, wyróżnia z uznaniem, z pomiędzy maszyn sprowadzonych w 1827 r.: tokarnię prostopadłą Foxa, trzy tokarnie poziome i heblarnie.

W Samsonowie nad Bobrzą, stanęły przy wielkim piecu, przywiezione z Anglii miechy węzowe, które jednakże w r. 1828 usunięto jako niepraktyczne, zastępując je miechami walcowymi. Nad rz. Czarną, około Sielpi, miały stanąć fryszerki i walcownie, obliczone na produkcję roczną 50,000 centnarów żelaza. Girard przyjmował tam udział w opracowaniu projektu kanałów przepływowych i odpływowych, które ukończono przed r. 1830.

Pomiędzy Bobrzą a Ćmińskiem zamierzono wznieść pięć wielkich pieców. Według szczegółowych wskazówek Girarda, wykopano w tym celu, przed r. 1830, wielki staw zapasowy i zbudowano wały i mury oporowe. Ponieważ nad rz. Kamienną zamierzono wznieść wielkie piece pod Wąchockiem, oraz fryszerki w Starej Rudzie, Wąchocku i Michałowie, przeto dla korzystania z całej siły tej rzeki, wypadało ją wprzód oczyścić i uspławnić przynajmniej do Kunowa, Girard zajął się zaprojektowaniem tych robót, które do r. 1830, zaledwie w czwartej części wykonane zostały. Wreszcie w nowo założonej hucie cynkowej Ksawery pod Bendzinem, Girard zaprojektował przy piecu z muflami, w któ-

rych się galman ogrzewa, szeregi kanałów ognio-
wych, zwiększając przez to w znacznym stosunku
wydajność pieca.

Wypadki listopadowe wstrzymały na lat kilka
rozwój zakładów hutniczych w kraju. Stały ro-
boty w Sielpi, Bobrzy i nad rz. Kamienną, a we
wszystkich fabrykach żelaznych wyrabiano broń.
Girard zwrócił się wtedy do prac nad mechaniką
wojskową, a między innemi zajął go pomysł maszy-
ny, mającej wyrabiać szybko i dokładnie drzewca
karabinowe. Jednakże pomysł ten, dopiero po kilku
latach doczekał się urzeczywistnienia. Tymczasem
wynałazca, żyjący się ze społeczeństwem, wśród
ktorego przebywał, dzielił jego troski—i bóleści na-
wet, gdyż stracił zmarłego z ran, ukochanego swego
synowca Henryka Girard'a, syna Fryderyka.

W końcu r. 1831, podjęto znowu myśl dalszego
prowadzenia nowych robot, rozpoczętych w gornic-
twie krajowem. Stan rzeczy pod względem pienię-
żnym był opłakany,—musiano zaprowadzać oszczę-
dności, a nawet postanowiono oddać wszystkie za-
kłady gornicze i hutnicze w tymczasowe zawiady-
wanie Bankowi Polskiemu. Doszło to do skutku
z dniem 1 stycznia 1833 r., ale przedtem jeszcze,
wydział górnictwa uznał konieczność zmniejszenia
etatów, a między innemi zwinięcia posady naczel-
nego mechanika.

W początku 1832 r., zarządzający wydziałem
radca górniczy Lempe, wystąpił z przedstawieniem
w tym względzie, do rządu tymczasowego Króle-

stwa. Przy zupełnem uznaniu dla talentów Girard'a, poddana została wtedy surowej krytyce cała jego działalność w wydziale górnictwa. Wnioski wypadły na niekorzyść wynalazcy i inaczej być nie mogło, gdyż talenta nie były w stanie zastąpić wykształcenia specjalnego i praktyki w zawodzie górniczym. Zarzucano Girard'owi, że z długiej jego podróży departament górniczy nie otrzymał pożytecznych dla siebie wiadomości — i rzeczywiście, nie mógł ich też otrzymać od niespecjalisty. Wytknięto błędy, jakie popełnił przy zakupie maszyn, zaznaczając z naciskiem owe niepraktyczne miechy węzowe w Samsonowie. Tu już wszakże, w raportach Lempe'go i Pusch'a (który jako radca górniczy składał również swą opinię w tej kwestyi), zauważyć się daje pewna stronność. Obaj radcowie jako Niemcy, nie mogli przebaczyć Girard'owi, że wszystkie maszyny zakupił w Anglii, pominąwszy w zupełności fabryki niemieckie.

Zarzucano mu także, między innemi, niepraktyczność zaprojektowanych przez niego urządzeń dla warzelni soli w Ciechocinku, które departament górniczy uznał za niemożliwe do wprowadzenia. W końcu, przyznając wysokie zalety przeprowadzonym przez Girard'a robotom hydraulicznym (staw w Bobrzy i usławienie rz. Kamiennej), Lempe i Pusch zwracali uwagę rządu, że prace te, nie wchodzące ściśle w zakres górnictwa, równie jak i inne zajęcia Girard'a, miały raczej znaczenie ogólnoprzemysłowe i dlatego proponowali usunięcie

wynalazcy z wydziału górnictwa, a zamianowanie go naczelnym mechanikiem Królestwa, pozostającym przy wydziale przemysłu.

Wszakże, wniosek ten, w obec prądu oszczędnościowego, panującego podówczas w całej administracji Królestwa, nie mógł być uwzględnionym i postawiony był chyba tylko dla formy. Trudno było pomieścić cudzoziemca w Modlinie, przy nowych arsenalach, rząd więc na skutek przedstawienia departamentu górniczego, postanowił uwolnić w zupełności Girard'a, a nie mogąc łamać zawartej z nim w r. 1825 umowy, odwołał się do Monarchy, który w d. 1 kwietnia 1833 r., zgodnie z umową, po ośmiu latach służby, przyznał Girard'owi pensję emerytalną w ilości 8000 złp. rocznie.

Położenie wynalazcy byłoby w skutek tego zupełnie zachwiane, gdyby nie prace, podejmowane w innych kierunkach, podczas urzędowania w górnictwie — i stosunki wyrobione w ciągu siedmioletniego pobytu w kraju. Niewątpliwie i Lubecki, sprowadzając Girard'a z Austrii, musiał mieć także na myśli przemysł lniany, sądził tylko, że do takiego wynalazca zwróci się sam z siebie, niezależnie od swych zajęć obowiązkowych w wydziale górnictwa. Jakoż w r. 1829, zawiązała się w Warszawie spółka, mająca na celu spożytkowanie na miejscu pomysłów Girard'a i założenie pierwszej w kraju fabryki wyrobów lnianych. W skład jej, weszli następujący spółnicy istniejącego wtedy domu handlowego pod firmą „Bracia Lubieńscy i Sp.“: Jan hr.

Lubieński, Józef Lubowidzki wiceprezes Banku Polskiego, Henryk Łubieński dyrektor Banku i Karol Scholtz radca handlowy.

Spółka przyjęła nazwę Towarzystwa wyrobów lnianych pod firmą „K. Scholtz i Spółka“, uzyskała od Komisji Spraw Wewnętrznych pożyczkę w kwocie 27,000 rub. i zajęła się gromadzeniem przez akcje reszty potrzebnego kapitału, oznaczonego na 108,000 rub. Wpływy Łubieńskich i pomoc Piotra Steinkeller'a umożliwiły zawiązek przedsiębiorstwa i Girard przelał na spółkę swoje prawa, jako wynalazca nowych maszyn przędzalniczych.

Jednakże, dopiero w r. 1831 otwartą została przez spółkę, w Marymoncie, pierwsza przędzalnia. We dwa lata później, urządzono tkalnię na większą skalę, z maszyną parową i wszelkimi pomocniczymi urządzeniami, w nowej osadzie w powiecie błońskim. Wkrótce potem, przeniesiono tamże z Marymontu przędzalnię i ześrodkowano tym sposobem wszystkie zakłady spółki, a nadto Tadeusz hr. Łubieński założył tamże bielarnię.

Osada, o której mowa, powstała na ośmnastu morgach gruntu, należących do dóbr Guzów. Właściciel tych dóbr, Feliks hr. Łubieński, minister za Księstwa Warszawskiego, wypuścił grunt Towarzystwu, prawem wieczystej dzierżawy. Towarzystwo, dla uczczenia zasług wynalazcy, którego pomysły eksploatowało, nadało nowej osadzie nazwę Żyrardowa. Już w r. 1834 spotykamy tę nazwę w aktach Banku Polskiego, jakkolwiek akt dzierża-

wny datowany jest 20 czerwca 1835 r., a nazwa zatwierdzoną została urzędownie przez Komisję Spraw Wewnętrznych dopiero w dniu 7 maja 1836 r.

Znane są dalsze losy Żyrardowa, w których zresztą Girard, raz urządziwszy fabrykę, uczestniczył tylko poradami technicznymi. Towarzystwo wyrobów lnianych nieświetnie robiło interesy i zadłużyło się nadmiernie w Banku Polskim. W skutek tego Bank zmuszony był w r. 1841 ustanowić radę gospodarczą, dla czuwania nad zakładem, na którym zabezpieczył tak znaczne kapitały. W skład rady weszli: prałat Tadeusz hr. Lubieński, Józef Epstein, Englert, dyrektor Banku Miaskowski i dyrektor zakładów żyrardowskich Colin.

Pomiędzy 1847 a 1850 r. Bank przejmował kolejno na własność pojedyncze części fabryki, a w r. 1856 sprzedał ją za 160,000 rub., późniejszym jej posiadaczom, pp. Hielle'mu i Dittrich'owi. Odtąd też datuje się szybki, a tak olbrzymi rozwój zakładów żyrardowskich, biorący główne swe źródło w energii i zdolnościach przemysłowych właścicieli.

Obok swych zajęć, przy urządzaniu powyższej fabryki, Girard opracowywał w szczególach dawniejszy pomysł maszyn, mających służyć do obrabiania drzewców karabinowych. W kwietniu 1832 r., naczelnik artylerii generał Guillen-Schmidt, zawarł z nim umowę na budowę dla arsenału petersburskiego sześciu takich maszyn, tworzących całkowity system wyrobu drzewców. Na przedstawienie Henryka Lubieńskiego, otrzymał Girard 7000 złp.

zaliczki od Banku na te maszyny. Zaliczka, jak to sam wynalazca objaśnia w podaniu, miała być użytą na wyprawienie pozostającego przy nim drugiego synowca zagranicę, na dokończenie maszyn do czyszczenia i czesania lnu, na otrzymanie patentu na te maszyny we Francyi, a wreszcie na wykonanie maszyn zamówionych dla arsenału petersburskiego.

Jakkolwiek w m. Wrześniu Bank Polski udzielił Girardowi drugą zaliczkę w kwocie 4000 złp., to jednakże w roku następnym w maju, zaraz po otrzymaniu wiadomości o przyznanej emeryturze, wynalazca prosił o nową zaliczkę, w części na emeryturę, w części na maszyny dla arsenału, zaznaczając w odnośnem podaniu, przykre położenie, w jakim go postawiło uwolnienie od służby rządowej. Bank Polski w dalszym ciągu nie przestaje mu nieść pomocy. We wrześniu 1833 r. dług Girarda w Banku wynosił już 24,491 złp., a później zaliczano mu jeszcze nieraz różne sumy. Cały dług pokryty został dopiero w r. 1842, gdy puszczone zostały w ruch maszyny, służące do wyrobu drzewców i gdy zarząd artyleryi wyasygnował za nie wynalazcy całkowitą należność w kwocie 49,476 złp. 20 gr.

Jeszcze przed objęciem w swe zawiadywanie górnictwa krajowego, Bank Polski, z inicjatywy swego wiceprezesa Henryka hr. Łubieńskiego, zasięgał niejednokrotnie zdania Girard'a w różnych sprawach technicznych. Zadowolony z osiągniętych wyników, chcąc przytem częściej korzystać z wiadomości Girard'a, przy zakupie maszyn i po-

dejmowaniu robót w zakładach górniczych, Zarząd Banku postanowił w końcu 1833 r. zamianować go stałym mechanikiem konsultantem przy Banku z pensją 12,000 złp. rocznie, przydzielając go znowu do wydziału górnictwa. A nadmienić wypada, iż na czele wydziału stał podówczas tenże sam Lempe, na którego przedstawienie zniesiono poprzednio w górnictwie rządowem posadę zajmowaną przez Girard'a.

W służbie Banku, pozostawał wynalazca przez lat dziewięć, to jest aż do ponownego przejścia górnictwa krajowego pod zawiadywanie rządu. Jeździł kilka razy do zakładów górniczych, udzielał rad w sprawach technicznych, i zaprojektował, a nawet zbudował własnego pomysłu turbinę w Sielpi. przy młynach Dziebałtowskich nad rz. Czarną, na połowie drogi z Końskich do Radoszyc. W ogóle wszakże Girard nie wywierał żadnego wpływu na rozwój górnictwa w kraju, ani też przyjmował udziału w pracach właściwego wydziału w Banku. H. Łabęcki w swem „Górnictwie w Polsce“, wydanem w r. 1841 i obejmującym dzieje tego przemysłu aż do ostatniej chwili, ani razu nie wspomina o Girardzie. Posada, jaką zajmował wynalazca, nie stanowiła wprawdzie sinekury, ale zawsze zostawiała mu wiele wolnego czasu, którego też nie zaniedbywał pożytkować.

W pośród prac Girard'a z tej epoki, jak zawsze, na pierwszym miejscu stają ulepszenia jego własnych maszyn przedziałniczych. Ulepszył znako-

micie pierwotną swą cesarkę i wziął na nią w r. 1832 nowy patent wynalazku na zagranicę. Maszyna ta, łącznie z innemi, jego pomysłu, zastosowaną została w fabryce żyrardowskiej. Wszystkie te maszyny pracowały w sposób zupełnie zadowalniający i dopiero zużyte, po paru dziesiątkach lat, zastąpione zostały nowemi, niezmiennionemi w zasadzie, lecz tylko ulepszonemi w pomniejszych szczegółach.

W pobliżu Żyrardowa, w Guzowie, założoną została przez Henryka Łubieńskiego najpierwsza w kraju cukrownia. Stosunki z Łubieńskimi skierowały Girard'a do pracy nad przyrządami cukrowniczemi. Urządził on w Guzowie prasę filtrową własnego pomysłu, i ze szczególnem staraniem zajął się budową ulepszonych przyrządów, służących do odparowywania syropów przy niskiej temperaturze. W r. 1837, przyrządy te ustawione były w Guzowie, —większego wszakże rozgłosu nie zyskały.

Magazyny zbożowe Banku Polskiego nasunęły Girard'owi myśl zastosowania w nich przyrządu samodiałającego, do przesypywania i przewietrzania zboża w zamkniętym budynku. Zaprojektowany przez niego śpichrz był tani i zajmował mniej miejsca, niż późniejszy śpichrz obrotowy Vallery'ego. Skończyło się wszakże na projekcie.

Termometrograf, nazwany przez Girarda chronometrem, zbudowany i ustawiony został przez wynalazcę w r. 1830, w narożnej arkadzie Banku Polskiego. Jest to wielki termometr alkoholowy, któ-

rego wysokość, automatycznie, co godzinę, odznaczoną zostaje na wyznaczonej na zewnątrz tablicy. Bardzo dowcipnie obmyślany i stanowiący ciekawy początek na drodze udoskonalenia podobnych przyrządów, termometrograf Girard'a nie przedstawia jednak żadnej wartości praktycznej. Przyrząd ten, po ustawieniu, tylko przez krótki czas był czynnym. Odnowiony w r. 1871 i puszczonego w ruch, również niedługo działał; to też w końcu usunięty został z fasady b. Banku Polskiego.

W r. 1836, z polecenia Księcia Namiestnika, przystąpił Girard do budowy, dla obserwatorium astronomicznego w Warszawie, meteorografu, zapisującego automatycznie na dwóch arkuszach papieru, każdodziennie odnawianych, wskazania termometru, barometru i wilgociomierza, oraz ilość wody spadłej ze śniegu lub deszczu, kierunek wiatru i jego prędkość w metrach na sekundę. Robota ciągnęła się dość długo, gdyż meteorograf został ukończony dopiero w r. 1840. Przyrząd ten, wprawiany w ruch za pomocą zegara, próbowano spożytkować w obserwatorium, ale bezskutecznie, gdyż mechanizm jest zbyt złożony, a obsługa przyrządu na ler móżolna.

Zdaniem astronoma warszawskiego d-ra Kowalczyka, przyrząd powyższy mógł być użytym, przynajmniej do zaznaczenia niektórych dat meteorologicznych, ale należało mniej ważne usunąć z programu. W r. 1870, przy przebudowaniu niektórych części obserwatorium, meteorograf Girard'a

został rozebrany. Później, złożono jego szkielet i postawiono w bibliotece. Wobec nowszych uproszczonych przyrządów samopiszących, ma on już tylko wartość historyczną, ale zdaniem d-ra Kowalczyka, nader zaszczytną.

Ruchliwy umysł wynalazcy, dotykający tylu różnorodnych kwestyj, skierował się nawet w dziedzinę muzyki. Jeszcze w r. 1803, obmyślił Girard sposób wzmacniania i osłabiania tonu w organach. Następnie, usiłował nadać fortepianowi ton ciągły i w r. 1841 zbudował tremolofon. Był to fortepian, którego każdy młotek uderzał o strunę nieustannie, przez cały czas trwania nacisku palca na klawisz. Młotki wprowadzane były w ruch za pomocą korby i wału zębatego, przymocowanych do bocznej ściany fortepianu. Zęby wału działały tylko na te młotki, którym odpowiadające klawisze zostały naciśnięte i tylko podczas trwania nacisku.

W r. 1842 Ks. Namiestnik obstałował u Girard'a dwa tremolofony dla Cesarza i dwa dla siebie. Zbudowane w miejscowych fabrykach Buchholz'a i Wilczka nie cieszyły się one długim powodzeniem. Tępy ich był dźwięczny i potężny, ale nieustanne ich drżenie, przejmujące z początku, nużyło następnie swą jednostajnością.

Z początkiem 1843 r. górnictwo krajowe przeszło z pod administracji Banku, pod zarząd oddzielnego wydziału, utworzonego przy Komisji rządowej przychodów i skarbu. Dyrektor główny tej komisji pozostawił dalej Girard'a na zajmowanej przezeń

posadzie mechanika konsultanta. Wtedy właśnie ustawiono w Sielpi jego turbinę, o sile czterech koni, o której inżynierowie górnictwa pochlebne wyrażali zdanie. Tymczasem, już od lat paru, w inną stronę pociągnięty został umysł wynalazcy. Wiadomości nadeszłe z Francji wstrząsnęły nim silnie i pobudziły do ostatniego a energicznego upomnienia się o sponiewierane swe prawa założyciela przemysłu lnianego.

Podczas gdy maszyny prędkalnicze Girard'a znajdowały powoli zastosowanie w całej Europie, umożliwiając wszędzie rozwój prędkalnictwa lnianego,—we Francji zastój tego przemysłu zwrócił uwagę rządu. Wysłano specjalną komisję do Anglii, dla zbadania tamtejszych prędkalni. Raport komisji, ogłoszony w r. 1839, przypisywał angiłkom te właśnie ulepszenia w prędkalnictwie, które stanowiły istotę i zasadę wynalazków Girard'a. O nim samym nie wspomniano ani słowa, pomimo patentów, jakie mu były na szczegółowe wynalazki wydane we Francji.

Raport ten, wydrukowany w jednym z poważniejszych czasopism francuskich, pod tytułem: „Historia prędkalnictwa lnianego we Francji“, skłonił Girard'a do wystąpienia z ostatnim ale dzielnym protestem. Napisany przezeń i wydrukowany w r. 1840 „Memoryał dla Króla, Ministrów i Izb francuzkich“, stanowi świetny dowód podniosłości umysłu i talentu wynalazcy, — wszystkie zaś tam zawarte

wywody i wnioski, niezmienione prawie, znalazły dziś miejsce w bezstronnych dziejach przedziałnictwa.

Memoryał Girard'a wywarł wrażenie we Francji, ale nie w kołach rządzących. Towarzystwo zachęty do przemysłu, przyznało mu medal złoty, a przyjaciele jego rodziny, ze słynnym Arago na czele, postanowili skłonić wynalazcę do przyjęcia udziału w wystawie przemysłowej w Paryżu, w r. 1844. Siostrzenica Girard'a, p. de Vernede, przybyła po niego do Warszawy i na wiosnę 1844 r., stanął sędziwy wynalazca w Paryżu, przedstawiając na wystawie prace całego swego życia. Na razie, wywołały one więcej podziwu aniżeli uznania. W niektórych osobach budził niemal niedowierzanie zbyt wszechstronny wynalazca. Rząd, wahający się w uznaniu słusznych zażaleń Girard'a, co do jego prac w zakresie przedziałnictwa, nie przyznał mu nawet krzyża legii honorowej, stanowiącego ostatnie marzenie sędziwego francuza.

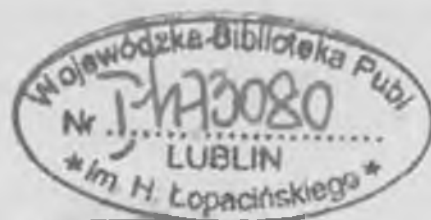
Znaleźli się i wierzyciele. Girard musiał się schronić na prowincję i przebywać tam aż do m. lutego. Wtedy, skończył lat siedemdziesiąt, a wiek ten uwalnia we Francji od przymusu osobistego. Jednocześnie opinia publiczna zaczęła się przechylać na jego stronę. Nalegano na rząd, aby spłacił moralny dług Francji, względem wielkiego wynalazcy. Ale wkrótce i jego samego nie stało, gdyż zmarł w Paryżu, w d. 26 sierpnia 1846 r.

Po śmierci dopiero, oceniono należycie Girard'a w jego własnej ojczyźnie. Posypały się dowody czci i uznania, pojawiły się posągi, popiersia i napisy na gmachach. Dożywotnią pensyę, w ilości 12,000 fr., przyznał rząd w r. 1863, pozostałym członkom rodziny wynalazcy. W dziejach przemysłu, pierwszy Alcan, postawił na właściwym miejscu Girard'a, uznając go za twórcę przedziałnictwa Inianego. Wkrótce uznanie to stało się ogólnem.

Girard wyjechał z Warszawy za urlopem, udzielonym mu przez dyrektora Komisji Skarbu, pod zawiadywaniem którego pozostawał wtedy wydział górnictwa. Dopiero po przetrzymaniu urlopu, uwolniono go ze służby i zaczęto przesyłać emeryturę do Paryża. Przed samym swym wyjazdem z Warszawy, w styczniu 1844 r. pisał wynalazca po raz ostatni do Banku Polskiego, załączając egzemplarz swego memoriału i donosząc o otrzymaniu złotego medalu od Towarzystwa zachęty do przemysłu. Proponował przytem, ażeby Bank poruczył mu zwiedzenie fabryk Inianych we Francyi i Belgii, dla poznania ulepszeń, jakie w jego machinach porobili inni wynalazcy i zastosowania takowych w Żyrardowie.

Bank Polski nie mógł się podówczas na to zgodzić, a dyrekcyja nie chcąc udzielać odpowiedzi odmownej, nie dopuściła nawet, ażeby podanie Girard'a przechodziło przez dzienniki. Dopiero w r. 1847 włączono je do akt, z następującym dopiskiem

jednego z dyrektorów (Miaskowskiego), świadczącym, że już wtedy oceniano u nas należycie wynalazcę: „Pozostanie to zawsze chlubą dla nas, że tak długo, tak znakomitego i zasłużonego świata posiadaliśmy cudzoziemca, a pismo to ręką jego kreślone, z uszanowaniem potomność czytać będzie“.



Spis rzeczy.

	Str.
Leonard Vinci.	7
Jerzy Stephenson	48
Święty Benezet, Stephenson i Eiffel.	91
Sławni garncarze	131
Filip de Girard	177
