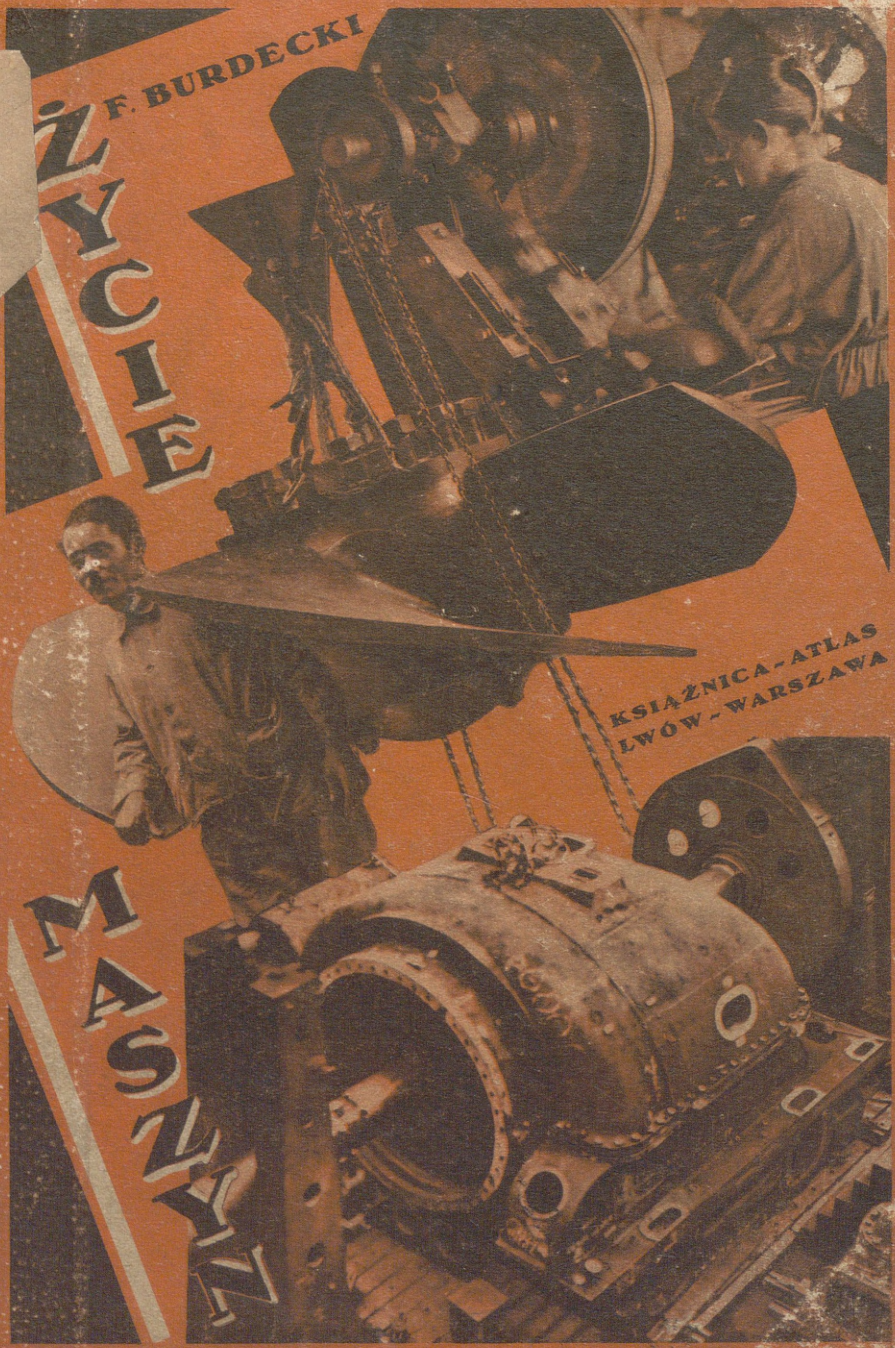
F. BURDECKI
ŻYCIE MASZYN
KSIĄŻNICA-ATLAS
LWÓW-WARSZAWA

F. BURDECKI

ŻYCIE MASZYN



KSIĄŻNICA-ATLAS
LWÓW-WARSZAWA

6190/
12883
cz.
c 105

BIBLJOTEKA ISKIER T. 46

Dr FELIKS BURDECKI

ŻYCIE MASZYN

165.

Z 21 RYCINAMI

KSIĄŻNICA-ATLAS
S. A. ZJEDNOCZ. ZAKŁADY KARTOGR. I WYDAWN. T. N. S. W.
LWÓW — WARSZAWA

621

L. 6190.

BIBLJOTEKA ŻOŁNIERSKA
K.
w Chełmnie

10137/1

2416

Zakłady Graficzne Ski Akc. Książnica-Atlas we Lwowie.

K IV

CIENIOM OJCA

POŚWIĘCAM

I

Życie maszyn

Niema chyba w naszem ziemskiem otoczeniu bardziej imponującego widoku, jak ten, który roztacza nad nami firmament zasiany barwnemi płomykami gwiazd. Nieskończoność zda się do nas przemawiać, a wieczność, kryjąca się w miljardy lat trwającem stawaniu się gwiazd, przytłacza nas swym czasowym ogromem, wzbudza w nas uczucie podziwu i głębokiej czci dla tajemnic wszechświata.

A jednak — tuż obok nas, na maleńkim naszym globie, dzieją się co dzień i co chwila rzeczy, których stopień tajemniczości przewyższa niezwykłość gwiezdnych zdarzeń. Spójrzmy tylko na małą kuleczkę grochu, na ziarenko maku, żołądź dębu, lub obejrzyjmy przez mikroskop biologa życie komórek. Z ziarenka maku lub grochu wyrasta wątła roślina, z żołędzi w ciągu kilku lat wyrośnie silny pień dębu, by podnieść mocarne ramiona-konary pod kopułę nieba, a komórki, owe atomy życia organicznego, łączą się w państwa, tworzą ciała istot, obdarzonych możnością czucia: radowania się i cierpienia.

Świat makrokosmosu gwiazd, żarzących się w dalach tryljonów kilometrów, zdołaliśmy ująć mackami

naszych olbrzymich lunet, a wiele, bardzo wiele tajemnic życia gwiezdnego rozcięliśmy skalpelem subtelnych ciepłomierzy i innych przyrządów. To już nasz świat, zdobyty przez genjusz człowieka, świat, który mimo swego ogromu stał się nam dostępnym.

Świat życia organicznego natomiast kryje w sobie jeszcze wiele tajemnic, objawiających się nam w postaci delfickich wyroczni miljonowych cudów życia. Z maleńkiej, martwej pozornie kuleczki, ledwo dostrzegalnej wzrokiem nieuzbrojonym, wyrasta z biegiem lat człowiek, najmądrzejsze ze stworzeń ziemskich, człowiek, kryjący w sobie prawdziwą nieskończoność przeżyć i emocyj duchowych. W małym, bezwładnym mikroorganiźmie zawarty jest już „in potentia“ genjusz ludzki, mieści się bezmiar bólów i radości, uniesień pięknych i szlachetnych, namiętnych i gwałtownych, a jakże często niestety również popędów złych!

Czyż nie jest cudem dnia powszedniego, że z pewnych ziarenek wyrasta pewna, ściśle określona roślinka, z innych zaś inny gatunek flory? A sam organizm zwierzęcy — czyż nie jest manifestacją niezwykłej, niesłychanej mądrości?! Usuń z organizmu jeden maleńki gruczoł, a ciało ludzkie lub zwierzęce skarleje; zastanów się nad cudownym zespołem procesów, jakim ulega pożywienie dostarczone narządom trawienia; pomyśl, jak cudowny jest aparat telegraficzny nerwów, służący naszym zmysłom w celu przekazywania wiadomości do centrali mózgowej! Jakież niezwykłe zjawiska możesz obserwować w chwili, kiedy czytasz, Drogi Czytelniku, te oto wiersze! Oko twe reaguje, jak komórka światłoczuła, na podniety optycz-

ne książki, jest bezpośrednią przyczyną dotarcia do twej świadomości samego efektu wzrokowego. W mózgu efekt wzrokowy wyczarowuje pewne ściśle określone pojęcia, uczucia i wyobrażenia. Każdy z nas rozumie sens słów przeczytanych, ale jakże rozmaite będą wyobrażenia powodowane u różnych osób tą samą lekturą.

Medycy, psychologowie, fizjologowie, biologowie i wielu innych jeszcze „logów“ starają się od kilkuset zgórą lat wyjaśnić wszystkie te tajemnice, zdemaskować zjawiska, które aż do chwili całkowitego ich zbadania nazywać możemy „cudami“ życia. Bowiem cudem jest to, czego nie zdołaliśmy jeszcze wyjaśnić.

Poza wszystkiemi zjawiskami otaczającego nas życia kryje się jakaś moc utajona, siła, której prawa i zasady mało jeszcze są nam znane. Zwiemy ją siłą życiową, duchem, duszą, przejawem Boga, wcale to jednak nie zmienia faktu, że słowem mniej lub więcej efektownem staramy się przepchnąć wózek naszego poznania przez gąszcze tajemnic życia.

Jeżeli trudno nam obecnie ustalić stanowisko nauki w kwestji samej istoty życia, to jednak zupełnie konkretne wyniki mamy już do zanotowania w dziedzinie identyfikacji objawów i sił życiowych. Nie wiemy wprawdzie jeszcze, czem jest samo życie, wiemy atoli, z jakich, znanych nam już skądinąd, sił życie korzysta przy objawianiu się w naszym świecie pięciu zmysłów. Wielką rolę odgrywają tu siły osmozy, napięcia powierzchniowego, dyfuzji chemicznej, kohezji i wielu innych. Odpowiednie prace badawcze prowadzi już od kilkunastu lat meksykański uczony Herrero, w ostatnich zaś latach, między innymi, zagad-

nieniem tem zajmował się uczony niemiecki dr M. Bing.

Niesłychanie ciekawe są niektóre wyniki tych badań. Uczeni ci usiłowali skonstruować „modele“ żywych komórek, modele, które potrafiłyby naśladować pewne procesy życiowe. Zapomocą takich modeli wykazano naprzykład, że proces dzielenia się komórek, czyli rozmnażanie się, daje się wyjaśnić działaniem samych tylko sił fizykalnych, a jakaś „siła życiowa“ jest tu zgoła zbyteczna. Zjawisko zaś wyrzucania z siebie nieużytków, czyli rzeczy niestrawnych, tłumaczy się działaniem napięć osmotycznych. Nawet sztuczne modele nerwów można było skonstruować. Możemy więc zbudować jakieś sztuczne potworki, z których jeden umie się dzielić, czyli rozmnażać, drugi żywić się i trawić, trzeci wykonywać jeszcze jakąś inną czynność fizjologiczną, ale niestety nie umiemy jeszcze wyczarować z tygla naszych badań naukowych istoty, która umiałaby wykonywać wszystkie te czynności razem, a poza tem — myśleć i odczuwać.

Każdy z tworów profesora Herrera lub Binga symbolizuje wprawdzie jeden objaw życiowy, lecz niestety nie rozwiązuje jeszcze zagadki życia, nadaje jedynie pozór działalności organicznej martwym tworom. Mozolne badania Herrera i Binga uwypuklają co najwyżej (jak dotąd) fakt, że każda nasza maszyna jest właściwie takim „sztucznym modelem“ życia. Samochód i lokomotywa naśladują pęd galopującego konia, samolot „ożywia“ przestworza powietrza, komórka światłoczuła reaguje, jak nasze oko, na światło i t. d. Nie nauczyliśmy się więc stwarzać „ży-

BIBLIOTEKA ZDZIERSKA Z ZSO w Chełmnie

cia", lecz zapomocą maszyn, tworów rąk naszych i genjusza, stworzyliśmy armję metalowych niewolników, daliśmy początek nowej potędze świata, jesteśmy twórcami „sztucznego życia".

Życiu naszych nowych „zwierząt domowych", naszych wiernych i oddanych nam sojuszników, stalowym homunculusom poświęcamy tę książkę.

Przechodząc do „życia maszyn", zdać sobie musimy sprawę, że w tym wypadku nie możemy mówić o życiu w sensie zwykłym, lecz co najwyżej w sensie owych sztucznych modeli komórek. Bowiem objawy życia organicznego występują pod wpływem jakiejś wewnętrznej przyczyny, niezależnej od nas. Zwierzę żyje, oddycha, żywi się, zapada na chorobę, rozmnaża się i wykonuje mnóstwo czynności dnia powszedniego zupełnie niezależnie od naszej woli.

Maszyna zaś powstaje, żyje i ginie uzależniona od pracy naszego umysłu oraz rąk robotników. Maszyna żyje życiem i wolą człowieka. U zarania maszyny znajduje się akt twórczy inżyniera lub wynalazcy. Maszyna powstaje przez połączenie się ducha z materją, jest materjalizacją idei, zrodzonej w twórczym umyśle wynalazcy.

Praca dokonana twórczym aktem wynalazcy zwykle zbyt mało jest oceniana zarówno pod względem jej wartości moralnej, jak i materjalnej.

„Myślenie — pisze Henry Ford — jest prawdziwą pracą — może najcięższą z pośród rodzajów pracy, jakie istnieją. Sądzę jednak, że wszystkie tajemnice świata dostępne są myślicielowi, że każdy problem, który wyłania się przed nami, jest rozwiązalny, gdyby

bowiem nie był rozwiązalny, nie bylibyśmy również zdolni do postawienia tego problemu. Twierdzę, że ludzie od wieków żyją w oceanie myśli, w nim się poruszają, z niego czerpią swe duchowe pożywienie i że wiecznie tak będzie, nawet gdyby nasz kształt, jak również ukształtowanie kosmosu... uległy zmianie".

Często spotykamy się z twierdzeniem, że wynalazki są tworami przypadku, za czem zresztą przemawia sama nazwa, według której coś zostało wynalezione, czyli poprostu znalezione. Wprawdzie zdarza się niekiedy, że ktoś bez większego wysiłku wykombinuje jakąś maszynkę, czy też instrument, którego ideą ów fordowski ocean myśli w danej chwili był przesycony i który wobec tego musiał się skrystalizować pod wpływem pewnej podniety duchowej. Są to jednak wypadki sporadyczne. Wszakże w dziewięćdziesięciu dziewięciu wypadkach na sto wynalazek jest poprzedzony długoletniemi często badaniami, ukoronowanemi niekiedy zgoła nieoczekiwanym wynikiem. Wynalazca chce skonstruować jakąś zgóry określoną maszynę do wykonania pewnej pracy, a wkońcu zgłasza do urzędu patentowego pomysł zupełnie odmienny, niemniej ważny, a często nawet doniosłością przekraczający pierwotną ideę.

Sposób badania zależny jest od natury samego wynalazcy. O przyjemnościach i cierpieniach pracy wynalazcy, o doli i niedoli twórców współczesnej techniki niechaj przemówi do nas jeden z wielkich pionierów elektrotechniki, Werner v. Siemens, odkrywca znanej zasady elektrodynamicznej. Siemens jest typem urodzonego wynalazcy, który właściwie nigdy nie przestaje tworzyć i nawet w chwilach spoczynku

podświadomie przebywa przy swoim warsztacie pracy.

„Nigdy nie umiałem — pisze on w swoich „Wspomnieniach“ („Lebenserinnerungen“) — wykluczyć z umysłu myśli i zamierzeń, zajmujących mnie w danej chwili, a często okoliczność ta uniemożliwała mi korzystanie z przyjemności chwili; tylko przejściowo mogłem się im w całości oddać. Z drugiej atoli strony takie przeżycia myślowe, nawpół senne, nawpół zaś świadome i energicznie naprzód postępujące, połączone są z wielkiemi rozkoszami ducha. Sądzę, że stają się niekiedy dla nas powodem uczuć najczystszej i najwznioślejszej radości. Wówczas, gdy wyłania się przed nami z mgieł tajemniczości prawo przyrody, niejasno poprzednio odczute, gdy odkrywamy klucz do poszukiwanej dawno bezskutecznie kombinacji mechanicznej, lub wreszcie, gdy brakujące wiązadło szczęśliwie dostosuje się do myślowej konstrukcji, odkrywca przeżywa rozkosze zwycięstwa duchowego, rozkosze, które z wielkim nadmiarem spłacają mu trudy walki i przynajmniej na kilka chwil wznoszą na wyższy stopień bytowania“.

„Oczywiście zazwyczaj niedługo trwa upojenie radości. Autokrytyka zwykle wcześnie odkrywa słabe punkty idei pomysłu, wynalazku, bądź odkrycia... stwierdza wniosek błędny... lub też, co zachodzi najczęściej, doprowadza do wniosku, że odkryto jedynie rzeczy dawno znane, w nowej formie. Dopiero, gdy surowa krytyka własna pozostawi zdrowe jądro, rozpoczyna się regularna, ciężka praca udoskonalenia oraz urzeczywistnienia wynalazku, a wreszcie walka o wprowadzenie go do życia naukowego lub

technicznego, walka kończąca się przeważnie niepowodzeniem".

„Praca odkrywcy i wynalazcy jest więc źródłem najwyższej rozkoszy, ale równocześnie nie szczędzi godzin rozczarowania oraz ciężkich, bezowocnych zmagań. Publiczność zazwyczaj zwraca uwagę tylko na wypadki odosobnione, kiedy szczęśliwy wynalazca bez trudu wpada na korzystny pomysł... Atoli ci wynalazcy nie są tymi, którzy wskazują nowe tory rozwojowi ludzkości i którzy doprowadzą ją do stosunków doskonalszych i szczęśliwszych".

„Tych należy szukać wśród ludzi oddanych cichej pracy naukowej, pochłoniętych techniczną działalnością, ludzi, poświęcających wszystkie swe myśli, całą swoją istotę postępowi techniki"...

Ze słów Siemensa wynika jasno, że energja życiowa włożona w wynalazek przedstawiałaby, przeliczona na monetę, nie byle jaką wartość, a poza tem zwraca Siemens uwagę na wartości moralne twórczości wynalazczej, na jej bezpośredni wpływ dodatni na duszę ludzką. Istotnie, wynalazca musi być równocześnie uczonym i artystą: podobnie jak artysta w wysokim stopniu uzależniony jest od swej fantazji i intuicji, z uczonym zaś łączy się w nakazie bezwzględnej ścisłości swoich rozumowań oraz rzetelnej znajomości praw przyrody. Tak samo i dzieło wynalazcy, jego maszyna, podlega krytyce zarówno uczonego, jak i estety. Skończyły się już dawno czasy, kiedy dzieła techniki wzbudzały wstręt oraz protest estetów. Obecnie każdy inżynier stara się dostosować do wymogów piękna, a sama technika przyczyniła się do powstania nowych prądów we wszelkich gałęziach sztuki. Zagadnienie to poruszymy nieco dalej.

Błędnem jest mniemanie, jakoby każdy wynalazca z pracy swej mógł się spodziewać dużych zysków. Historja rozwoju techniki stanowczo przeczy temu przypuszczeniu. Taki James Watt, konstruktor pierwszej w całem tego słowa znaczeniu maszyny parowej, brnął w długach przez całe swe życie i dopiero na krótko przed śmiercią doczekał się nie zamożności, ale względnego dostatku. Poprzednik Watta, Francuz Denis Papin, umiera wskutek braku niezbędnych środków do życia. Filip Lebon, znajdując się w bardzo trudnem położeniu, sprzedaje za grosze patent otrzymywania i uprzemysłowienia gazu świetlnego. Podobnych przykładów możnaby przytoczyć wiele.

Jak wspomnieliśmy, większość wynalazków jest owocem długoletnich badań. Z okoliczności tej wynika, że w bardzo wielu wypadkach ostateczny pomysł będzie właściwie dziełem nie jednego wyłącznie wynalazcy, lecz syntezą pracy wielu poprzedników. Istotnie, nieodrazu Stephenson zbudował lokomotywę. Początki żelaznego konia sięgają aż do XVII stulecia, kiedy to Torricelli, Pascal i Guericke dokonali pierwszych doświadczeń wykazujących działanie ciśnienia atmosferycznego. Później Papin skonstruował nadzwyczaj prymitywną maszynę parową, którą udoskonalił Newcomen. Wreszcie James Watt w roku 1763 zbudował maszynę parową, która już naprawdę nadawała się do jak najszerszego zastosowania. To wszystko byli poprzednicy. Wyposażony w rezultaty ich pracy, mógł dopiero Stephenson dokonać wielkiego dzieła i zapoczątkować stulecie kolei żelaznej.

O iluż zaś wielkich i małych twórcach nie wspominają roczniki techniki! Jeśli dalej zechcemy śle-

dzić dzieje czynu Stephensona, wiele stronic moglibyśmy zapisać, opowiadając o ulepszeniach, poprawkach, uzupełnieniach i zmianach, jakie przejść musiała skromna lokomotywa Stephensona, nim przeobraziła się w dzisiejszą lokomotywę pociągu pośpiesznego. A jednak żadne roczniki nie wymieniają nazwisk pionierów, którzy poświęcili się tej mozolnej pracy wynalazczej.

Miljardy ergów pracy umysłowej spoglądają na nas z metalowych kadłubów maszyn rozmaitego rodzaju. Olbrzymie ilości sił umysłowych skrystalizowały się w dziełach współczesnej techniki. Wszelako nietylko praca wynalazcy technika lub inżyniera poprzedza narodziny maszyny. Poza samą pracą niezbędną rzeczą jest bezgraniczna wiara w jej skuteczność, głębokie przekonanie o doniosłości podjętego trudu. Jakże często bowiem wynalazca spotyka się z ogólnem niedowierzaniem nawet sfer fachowych. Bez bliższego zbadania projekt jego zostaje zaliczony do utopij, a twórca, pozbawiony wszelkiego poparcia, często ubogi od urodzenia, operować musi tylko własnemi zasobami sił i finansów, by zrealizować swój pomysł. Obecnie warunki pod tym względem może się już nieco poprawiły. Przekonano się, że jedynemi ograniczeniami postępów technicznych są prawa przyrody, z któremi oczywiście nie wolno wchodzić w kolizję.

Niezawsze wszelako można odrazu przewidzieć, czy dany pomysł zgodny jest z prawami przyrody, czy też nie. Historja techniki uczy nas, że przeważnie i tym argumentem zbyt rozrzutnie szafowano przy zwalczaniu projektów pozornie utopij-

nych. Jest faktem nie dającym się zaprzeczyć, że olbrzymia większość inżynierów aż do końca zeszłego stulecia uznawała pomysł zdobycia przestworzy powietrznych przez człowieka za sprzeczny z zasadami fizyki, a nawet zrealizowany już konkretny gramofon Edisona przez niektórych uczonych uważany był za sztuczkę kuglarsko-oszukańczą.

Wprawdzie w duszy każdego człowieka znajduje się ziarno postępu i ewolucji, niestety jego kiełkowaniu przeciwstawiają się głęboko zakorzenione pierwiastki konserwatywne, powodujące zasadniczą niechęć do wszelkich pomysłów nowych i niezwykłych. Ta właśnie ogólna bezwładność duchowa jest największą zaporą twórczej pracy technicznej. Jakże często świetne pomysły, genjalne, nagłe wyładowania się genjuszu zostały w realizacji opóźnione o kilkadziesiąt, a niekiedy nawet kilkaset lat wskutek braku zrozumienia współczesnych dla pomysłów najwybitniejszych wynalazców.

Ostatecznie jednak twórcza myśl ludzka zawsze wynajduje sobie drogi i sposoby materjalizacji.

Z olbrzymiej ilości oddzielnych, lecz sumiennie ze sobą połączonych części składa się przyszły moloch pracy. Wszystkie śruby i śrubki, mutry, dźwignie, druty, tłoki i inne człony maszynowego organizmu spełniają swe ściśle określone role, odpowiadające ostatecznemu celowi. W tej właśnie celowości leży piękno maszyny. Inżynier odrzuca wszelką zbyteczną ozdobę, pragnie w dziele swem urzeczywistnić dostojną prostotę, stworzyć kształt, któryby zewnętrznym wyglądem odpowiadał wewnętrznej treści. Wy-

razem tej celowości jest nawet lakier, jakim zazwyczaj pociągnięte są maszyny; laik sądzi, że lakier służy tylko celom zdobniczym. Tak atoli nie jest. Lakier odgrywa w życiu maszyny tę samą rolę, jaka przypada komórkom skóry u istot żywych. Skóra chroni delikatne narządy wewnętrzne ciała zwierzęcego czy też ludzkiego przed złowrogiemi wpływami zewnętrznemi, jak np. zmiany temperatury, wilgotności i t. d. To samo zadanie spełnia u maszyny lakier, uniemożliwiając oksydację metalu, czyli jego rdzewienie. Subtelna powierzchnia substancji ochronnej zaoszczędziła nam już dosłownie tysiące miljonów złotych, w postaci przedłużenia życia miljonom maszyn.

Niezmiernie szerokie jest pole działania i pracy maszyn. Ich stalowe dłonie sporządzają materjały naszych ubrań, ugniatają zwały papieru, na których inne maszyny wyciskają czerń druku, olbrzymie zaś młoty, niby potworne pięści, kształtują grube bloki żelazne, wyginając je tak, jak dłonie ludzkie wyginają kawałki tektury. Ślady pracy maszyn spotykamy na każdym kroku. Maszyny rzucają swe cienie na każdy obraz współczesnego życia; opanowały nas tak samo, jak ongiś Hellada kulturą swoją opanowała pozornie zwycięskich Rzymian.

Jeszcze sto lat temu w encyklopedjach opisywano najmniejszą maszynkę i wyjaśniano skrupulatnie jej działanie. Obecnie ziemię ogarnęła olbrzymia armja okupacyjna maszyn najrozmaitszego rodzaju i przeznaczenia. Zastępy maszyn są tak liczne, że niełatwoby nam było zająć się omówieniem przedstawicieli choćby kilku ważniejszych grup.

Ograniczymy się więc do podziału maszyn na dwie zasadniczo różne kategorje, mianowicie maszyny wytwarzające, a właściwie przetwarzające energję, oraz maszyny wykonujące bezpośrednio pewną pracę i zaopatrzone w energję ze źródła obcego. Do pierwszej kategorji należą: dynamomaszyny, generatory elektryczne, maszyny parowe, maszyny przetwarzające siłę spadku wód, zasoby cieplne palącego się węgla. Ogólnie więc są to maszyny, które różnorakiego rodzaju siły przekształcają na rozmaite energje, najczęściej na energję prądu elektrycznego.

Do kategorji drugiej należy naprzykład motor tramwaju elektrycznego, który zasilany prądem pędzi elektrowóz po szynach. Odrębną grupę stanowią maszyny łączące w sobie cechy obu poprzednich kategoryj. Lokomotywa naprzykład, jako szczególny rodzaj maszyny parowej, należy do kategorji pierwszej, równocześnie jednak, zużywając natychmiast wytwarzane w swem wnętrzu zasoby siły, zgłasza swoją przynależność do kategorji drugiej.

W inny jeszcze sposób możemy zilustrować różnicę między obu kategorjami maszyn. Podczas gdy każda maszyna drugiej grupy wykonuje jakąś ściśle określoną, jej jedynie właściwą, pracę (lokomotywa i tramwaj służą komunikacji, aparat fotograficzny utrwala obrazy przedmiotów fotografowanych, maszyna do szycia szyje, piec hutniczy przetapia żelazo, aparat radjowy przetwarza fale elektromagnetyczne na akustyczne i t. d.), produktem maszyny pierwszej kategorji jest wyłącznie czysta energja, pewnego rodzaju praca „in potentia“, która w postaci, powiedzmy, prądu elektrycznego spływa z generatorów elek-

trycznych po skomplikowanej sieci drutów do fabryk, warsztatów i domów mieszkalnych, by tam za pośrednictwem maszyn drugiej kategorji wykonywać „indywidualną“ pracę.

Te właśnie maszyny dostarczające energji spowodowały największy przewrót w stosunkach ludzkich, gdyż rzuciły na rynek nowy, nieznany dotąd lub, powiedzmy lepiej, niedoceniany poprzednio przedmiot handlu — energję. Wprawdzie istota żywa, wykonująca jakąkolwiek pracę, jest pewnego rodzaju źródłem, czyli producentem energji, jednak dopiero maszyna nauczyła nas patrzeć na świat organiczny pod kątem widzenia gospodarki energetycznej, dopiero bowiem w epoce maszyn nauczyliśmy się handlować kilowatami, sprzedawać je tak samo, jak dotąd sprzedawano lub kupowano mięso, masło, jaja, chleb i inne produkty pierwszej potrzeby.

Maszyna stała się naszym nauczycielem. Nauczyła nas oceniać trud naszych mięśni, rozumnie rozporządzać naszemi siłami. Stała się naszym współpracownikiem i przyjacielem. Zaprawdę niezwykłe jest owo współżycie człowieka z maszyną. Z niesłychaną precyzją wykonuje maszyna swoją pracę. Nigdy się nie myli; jest idealnym robotnikiem. Wzamian zato wymaga, aby człowiek się o nią troszczył i dbał, poświęcał jej przynajmniej część tego czasu, który dawniej poświęcał swoim zwierzętom domowym. Bowiem i maszyna również może zapaść na chorobę, wówczas gdy niedostatecznie dbamy o jej higjenę, gdy kurz zanieczyszcza jej metalowe organy, gdy nie chronimy należycie jej powierzchni przed zdra-

dliwą rdzą, lub gdy nierozsądnie zmuszamy ją do nadmiernej pracy.

Oczywiście i bez naszej winy maszyna prędzej, czy później kończy swój żywot. Podobnie jak u zwierząt i ludzi mówimy o długości życia, również i dla maszyn możemy przeprowadzić statystykę życia.

Istnieją maszyny, których kres życia właściwie nie da się zgóry przewidzieć. Stale naprawiane i pilnie strzeżone przez mechaników mogą prowadzić żywot wieczny; życie ich skończy się prawdopodobnie wtedy, kiedy ustąpić będą musiały przed innemi, lepszemi aparatami. Zniszczy je postęp techniki, ten sam, który je powołał do życia.

Dokładne statystyki życia maszyn zawdzięczamy w dziedzinie automobilizmu Amerykanom. Na podstawie materjału, obejmującego produkcję samochodów do roku 1928, określona została średnia długość życia samochodu na siedem i pół lat, to znaczy na sto samochodów po siedmiu i pół latach żyje jeszcze pięćdziesiąt samochodów. W miarę narastania lat coraz więcej samochodów gromadzi się na cmentarzyskach aut. Piętnaście lat, to obecnie górna granica długości życia samochodów. Rzadko który z nich doczeka się tak sędziwego wieku. Piętnaście lat, to dla samochodu to samo, co dla człowieka sto. Jest to dość smutny i niezbyt zachęcający do kupna auta wynik statystyki. Należy jednak uwzględnić, że objektami tej statystyki były przeważnie samochody przestarzałych typów, których krótki żywot zaważył na wyniku ostatecznym. Postęp techniki w stosunku do naszych maszyn odgrywa tę samą rolę, co postęp higjeny i medycyny w stosunku do

człowieka; maszyny żyją dłużej i dziś średnia długość życia pożeraczy benzyny dochodzi już prawdopodobnie do 10 lat.

Właściwie zamiast ustalać długość życia maszyn, racjonalniej byłoby określić sumę pracy, jaką zdolny jest wykonać dany typ maszyny aż do swego zgonu. Prawdopodobnie osiągnęlibyśmy wówczas bardziej jednolite wyniki. Jeślibyśmy zaś zsumowali pracę, dokonywaną rokrocznie na całej kuli ziemskiej przez nasze metalowe sługi, otrzymalibyśmy wprost potworne cyfry. Wielkie liczby niełatwo wnikają do umysłu, lecz wywołują zazwyczaj tylko zdziwienie niezrozumienia. Spróbujmy więc wyjaśnić znaczenie pracy maszynowej zapomocą przykładu, przyczem jako jednostkę porównawczą użyjemy naszego poczciwego osła.

Otóż praca maszynowa na ziemi odpowiada obecnie pracy dziesięciu miljardów pilnych osłów, pracujących codziennie w pocie czoła przez osiem godzin. Każdy z nas, dziecko czy dorosły, ma więc obecnie (ponieważ ilość ludzi na ziemi wynosi mniej więcej 2 miljardy) średnio do swej dyspozycji pięć osłów. Rodzina, składająca się z pięciu osób i korzystająca ze światła elektrycznego lub gazowego, z elektroluksu, żelazka elektrycznego i innych udogodnień techniki, powinnaby więc utrzymywać stajnię z 25 osłami, by ich praca zrównoważyła zasoby energji, stojące obecnie w bardzo korzystnej formie do dyspozycji. Przykład ten przemawia sam za siebie i dostatecznie udowadnia znaczenie techniki, jej urządzeń i maszyn w życiu współczesnem.

Jeśli człowiek korzysta z pracy swych zwierząt

domowych, musi je żywić, dbać o ich czystość, być poniekąd ich sługą, nawet wtedy, kiedy chwilowo nie korzysta z ich pracy. Maszyny pod tym względem hołdują wyższej moralności; są istotami naprawdę doskonałemi. Jedzą, to znaczy potrzebują dopływu energji tylko wówczas, gdy pracują. Również obżarstwo nie jest im znane, bowiem zawsze zużywają tyle pożywienia, naprzykład prądu, ile koniecznie potrzebują do wykonania swej pracy. Ze stanowiska technicznego korzystanie wyłącznie z pracy zwierzęcej lub ludzkiej jest niesłychaną rozrzutnością.

Praca dokonana przez maszynę w ciągu jej żywota jest olbrzymia i da się chyba porównać jedynie z ogromem pracy ludzkiego serca, pompującego bez przerwy krew do wszystkich zakątków żył.

Gdy wreszcie ostatni raz w rytmicznym ruchu poruszą się metalowe człony maszyny, gdy trzeszcząc, oddadzą ostatnie resztki sił na użytek człowieka, kończy się jej życie. Bezwładny szkielet odbywa ostatnią wędrówkę na cmentarzysko rupieci i starego żelastwa. Wszelako w naturze nic nie ginie. Z cmentarzysk starych maszyn droga prowadzi zpowrotem do tętniących gwarem pracy fabryk, gdzie w ogniu oczyszczenia następuje odrodzenie w nowym kształcie do nowego bytu.

II

Dzieje maszyny w starożytności i średniowieczu

Zapewne byłeś już nieraz, Drogi Czytelniku, w salach jakiegoś muzeum, gdzie na długich stołach zauważyłeś skrupulatnie posegregowane rozmaite eksponaty. Wiele znalazłeś tam rzeczy ciekawych: berła, korony, lśniące złotem i iskrzące się odblaskiem drogocennych kamieni, przepiękne zbiory broni, paradne stroje naszych prababek i pradziadów, filigranowe cacka z porcelany lub fajansu — rzeczy niewątpliwie piękne.

Atoli nie to nas obecnie interesuje; kroki nasze skierujemy do sali, nad której wejściem widnieje skromny napis: Prehistorja.

Jakież śmieszne tu znajdziemy rzeczy. Przedewszystkiem mnóstwo kamieni. Większe i mniejsze kamienie, niezręcznie obtłuczone, wprost jakby wyjęte z kieszeni jakiegoś chłopca, który zamiast znaczków pocztowych zbiera namiętnie polne eksponaty matki ziemi. Tym śmiesznym rzeczom muszą jednak uczeni przypisywać dużą wartość, umieścili je bowiem niemniej sakramentalnie, jak najcenniejsze dokumenty przeszłości, pod szybami dużych, płaskich skrzyń i zaopatrzyli je w napisy. Nietrudno nam będzie zrozumieć ową dziwną cześć dla przedmiotów pozornie bezwartościowych, jeśli się nieco zastanowimy. Wprawdzie stół, na którym umieszczone są owe kamyki, pod względem precyzji wykonania przewyższa o całe niebo to, co na nim umieszczono, atoli on

sam nie istniałby, gdyby poprzednio nie zjawiły się na naszym globie owe kamienie o dziwacznych kształtach.

To bowiem był początek! W owej godzinie, kiedy po raz pierwszy ogromne, muskularne dłonie któregoś z naszych prapraprzodków ujęły dwa kamienie i silnemi, choć niezręcznemi uderzeniami poczęły obtłukiwać jeden o drugi, celowo wytwarzając ostrą krawędź obrabianego głazu, kiedy w mózgu jego zabłysła genjalna myśl stworzenia sobie przyrządu pomocniczego do rozrywania skóry upolowanego zwierza i do skuteczniejszej obrony przed dzikimi mieszkańcami lasów dawnych epok, w owej pamiętnej chwili zrodziła się idea maszyny i przyjęła kształt prostego i jakże jeszcze niezręcznego przyrządu.

Dziś, kiedy każdy z nas codziennie kilkadziesiąt razy z błahego powodu zmuszony jest rozmyślać nad tem, jakby można to lub owo uczynić w sposób prostszy i praktyczniejszy, kiedy umysł nasz wygimnastykowany jest przez ciągłą pracę, nie możemy dostatecznie ocenić wysiłku duchowego owego nawpół jeszcze zwierzęcego praojca, który rozniecił wśród ludzi pierwszą iskrę kultury i cywilizacji.

I oto na samym początku dziejów ludzkości występuje już cała doniosłość roli maszyny. Od niej rozpoczynają się kultura i cywilizacja, ona jest tem zwierciadłem wklęsłem, w którego ognisku skupiać się mają wszystkie wielkie, szlachetne i twórcze porywy ducha ludzkiego.

Franklin i Carlyle określili człowieka wprost

jako istotę „produkującą narzędzia“. I w tej definicji wyrazili prawdę niesłychanie głęboką, bowiem narzędzia są najważniejszemi akcesorjami ludzkiego portretu. Przez ich wytwarzanie człowiek odgraniczył się od świata zwierząt lepiej, aniżeli przez sztukę mówienia. Artykułowana mowa ludzka ma wprawdzie również wielkie znaczenie, jednak już u zwierząt spotykamy zawiązki języka, a w każdym bądź razie znakomitą metodę porozumiewania się zapomocą dźwięków. Pamiętać poza tem należy, że język ludzki nie osiągnąłby nigdy wyżyn prawdziwego piękna, gdyby nie istniała technika, a dzięki niej najrozmaitsze przyrządy umożliwiające utrwalanie żywego słowa. O maszynie drukarskiej Gutenberga wypadnie nam mówić później; na tem miejscu należy podkreślić, że najstarsze nawet dokumenty literatury, na które patrzymy często z politowaniem, świadczą właśnie o wysokiem wyszkoleniu technicznem człowieka zamierzchłej przeszłości. By bowiem ryć na cegłach lub skałach pismo klinowe lub hieroglify, trzeba było nietylko znać dłóto i umieć się z niem obchodzić, ale przedewszystkiem należało znać się na fabrykacji cegły, względnie obróbce kamienia.

Kwestja stosunku maszyny do literatury odwiodła nas nieco od tematu. Powróćmy więc do dawnych epok prehistorji, w owe czasy, kiedy nasi praojcowie wiedli żywot pełen ustawicznych walk i zmagań z siłami przyrody. W tych odległych okresach dziejów zrodziły się te wynalazki, których znajomość spotykamy już u ludów historycznych. Jak ważną rolę odgrywały przyrządy w dziejach prehistorji, ocenili uczeni, dając okresom dziejów pra-

człowieka nazwy, odpowiadające materjałom, z których wytwarzano narzędzia. Mamy więc epokę kamienną, epokę bronzu oraz epokę żelaza. Jakże racjonalnem byłoby zastosować analogiczny podział również do czasów historycznych. Niestety w zastosowaniu do nich bez słusznych i przekonujących powodów kierowano się przy dawaniu nazw epokom imionami królów, oddzielono je zaś od siebie wojnami, mimo że wojny rzadko były bezpośredniemi powodami nowych prądów umysłowych, nowego patrzenia na świat i ludzi.

Kamień i drzewo były dla człowieka epoki lodowej oraz początku naszej epoki aluwjalnej jedynemi materjałami, z których sporządzał swe pierwsze przyrządy-maszyny. Znamieniem poważnego już postępu kultury było garncarstwo, które mogło dopiero wówczas się rozwinąć, gdy ludzie nauczyli się korzystać z darów ognia. Zazwyczaj przypuszczają uczeni, że człowiek ujarzmił ogień wzniecony uderzeniem pioruna. Jest to jednak twierdzenie nie dające się ze względów psychologicznych utrzymać. Dla człowieka pierwotnego piorun był i jest manifestacją złego ducha, siły jemu wrogiej, wielka więc musiała być przepaść oddzielająca człowieka od ognia „niebieskiego pochodzenia". Bardziej prawdopodobne jest przypuszczenie, że nasz pradziad zapoznał się z ogniem za pośrednictwem iskier, które wykrzesywał z kamienia.

Ogień pierwotnie służył do przyrządzania potraw mięsnych oraz do ogrzewania. Przy tych czynnościach prawdopodobnie zauważono, że ziemia gliniasta obok ogniska twardniała pod wpływem ciepła,

jak kamień. Z tej obserwacji wyrosła później umiejętność formowania glinianych naczyń — powstała sztuka garncarska.

Niewątpliwie nasi ojcowie z prehistorji zdobyli jeszcze wiele innych umiejętności, po których niestety zaginęły wszelkie ślady. Wynalazkiem z czasów prehistorji jest naprzykład również wóz, lub, powiedzmy lepiej, zasadnicza jego część, to jest koło. Był to pomysł wprost genjalny, rewolucyjny, bowiem pamiętać należy, że ten, kto był jego ojcem, nie mógł się wzorować na przyrodzie, chyba że jakiś pień drzewa złamany i staczający się z pagórka nasunął mu szczęśliwą myśl.

Również pierwsze początki umiejętności odwadniania terenów bezsprzecznie sięgają najstarszych epok dziejów ludzkich. Wprawdzie umiejętność ta nie łączy się bezpośrednio z używaniem maszyn, bądź narzędzi, jednak z tej racji, że późniejsza gospodarka wodna stała się w wielu krajach podwaliną techniki, czyli celowego wykorzystywania sił przyrody za pośrednictwem maszyn, musimy również o niej tu wspomnieć.

U narodów starożytności technika wodna znajdowała się już naogół na dość wysokim poziomie. Jest rzeczą nie ulegającą wątpliwości, że kultura narodów Mezopotamji opierała się o wiedzę i sztukę inżynierów wodnych. Nie wojny zniszczyły potęgę Babilonu i Niniwy, lecz niedbalstwo i brak zrozumienia technicznych potrzeb kraju późniejszych władców były powodem upadku i powolnej zamiany żyznych niegdyś obszarów na pustynne tereny.

W tym samym mniej więcej czasie, kiedy w Babilonji rozmaici Nabuchodonozorzy na ceglanych stronicach uwieczniali swe wielkie czyny wojenne, na dalekim Wschodzie, w Chinach, rozwija się technika wodna. Z roku 2356 przed Chrystusem przetrwała do naszych czasów wiadomość, że cesarz Jao kazał nad Jang-cy-kiangiem przeprowadzić ogromne prace celem nawodnienia wielkich obszarów pod uprawę ryżu.

Bardziej znany jest fakt, że starożytny Egipt organicznie związany był w każdej fazie swego życia państwowego i narodowego z uregulowanym systemem wodnym Nilu. Inżynierami byli tu wyłącznie kapłani, którzy dzięki swej wiedzy ponad białą i czerwoną koroną faraonów dzierżyli istotną władzę.

Przy tych wielkich dziełach techniki wodnej blednie znaczenie innych dzieł „kulturalnego“ Egiptu. Mam tu na myśli piramidy, sfinksy i wspaniałe świątynie, dziś jeszcze wzbudzające podziw turystów zwiedzających dolinę Nilu. Te dzieła bowiem dokonane zostały przy małym stosunkowo udziale prawdziwych maszyn; wznosiły je „mięśniowe“ maszyny: ręce niewolników skupionych pod groźbą bata. Herodot przekazał nam kilka ciekawych danych o budowie słynnej piramidy Cheopsa.[1] Sto tysięcy niewolników pracowało przez dwadzieścia lat nad samą budową, a poprzednio już przez 10 lat budowano ulice i szosy dla przewozu materjału budowlanego.

[1] Próby uczynienia z piramidy Cheopsa kamiennego dokumentu wiedzy astronomicznej i geofizycznej starożytnych Egipcjan pozbawione są wszelkiej naukowej podstawy.

Do szczytu piramidy prowadziła długa pochyła płaszczyzna, na którą transportowano mozolnie olbrzymie głazy. Technika współczesna stwarza niemniej monumentalne dzieła, nie służące jednak do zaspokojenia obłędnej megalomanji jednostki czy kasty, lecz wyrastające ze zrozumienia istotnych potrzeb ludzkości. Stanowią one najwspanialsze dokumenty wysiłku ludzkości.

Maszyny w ściślejszem tego słowa znaczeniu były w starożytnej Babilonji i Egipcie używane do innych celów — służyły mianowicie do podnoszenia mistycznego uroku ceremonij religijnych. Egipcjanom znana już była zasada latarni projekcyjnej. W czasie modłów rzutowali oni z miejsca niewidocznego obrazy bóstw na kłębiący się ponad ołtarzem dym ofiarny. Modlący się tłum widział wówczas materjalizującą się zjawę i przeżywał niezwykle silne emocje, utrwalające go w kulcie bóstw egipskiej mitologji. Jest również możliwe, że Egipcjanie znali już elektryczność atmosferyczną i że owe wysokie pylony, znajdujące się u wejścia do świątyń, służyły do sprowadzania elektryczności powietrznej do sanktuarjum i gromadzenia jej w większych ilościach. Urządzenie takie chroniło wnętrza świątyń przed wtargnięciem niewtajemniczonych.

Nieco inne metody stosowali kapłani w Babilonji. Zawdzięczamy im początki maszyny parowej, w dość oryginalny sposób wykorzystanej. W ołtarzu znajdował się kocioł, w którym woda pod wpływem ciepła zamieniała się w parę i zapomocą rur dostawała się do wnętrza metalowych figur bóstw.

Pod wpływem ciśnienia pary poruszały się ręce i głowy owych bałwanów i błogosławiły wiernych.

Tego rodzaju sztuki tajemne kapłanów odgrywały również wybitną rolę w życiu religijnem Hellenów. Niewidoczne ręce otwierały drzwi świątyń, a w czasie nabożeństwa na cześć ojca bogów i ludzi Zeusa odzywały się potężne odgłosy grzmotów.

W odróżnieniu od stosunków babilońsko-egipskich technika w Helladzie przestaje być jednak wyłącznym udziałem kapłanów; zaczyna się rozwijać i wkracza w najrozmaitsze dziedziny życia. Użytkowanie prostych maszyn mechanicznych jest Grekom już dobrze znane. Przeróżne odmiany dźwigni, koła zębatego, bloków, walców znajdują szerokie zastosowanie. Rozwija się przedewszystkiem przemysł domowy. Na wazach greckich spotykamy obrazy ilustrujące życie zawodowe szewców, fabrykantów broni i innych rzemieślników. Grecy wytapiają miedź i cynę oraz stwarzają z tych dwóch metali bronz. Złota, srebra i ołowiu używają do wyrobu najrozmaitszych przedmiotów zbytku. Mistrzami byli również w budowie maszyn wojennych. Zaś arcymistrzem na tem polu był wielki Archimedes, który sprawiał ogromne kłopoty Rzymianom przy oblężeniu Syrakuz. Jego maszyny przeciągnęły znacznie to oblężenie i kosztowały Rzymian wiele wysiłków i krwi ludzkiej.

Poruszające członkami bożki Babilonji nie pozostały także bez wpływu na inżynierję grecką. Już w Grecji rozpoczyna się moda automatów, tak znamienna później dla średniowiecza. Największym zaś wynalazcą w tej dziedzinie mechanicznych wyrobów

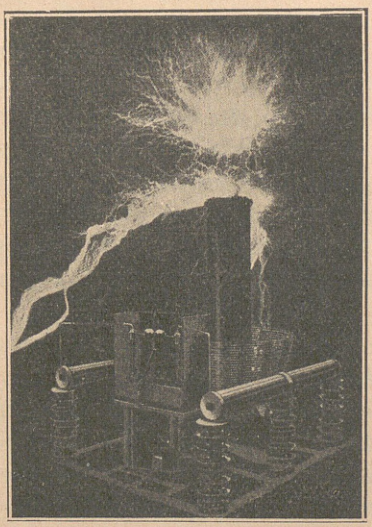
był Archytas z Tarentu. Według świadectwa swoich współczesnych zbudował ten utalentowany syn słonecznej Hellady pierwsze przyrządy lotnicze. W chwili szczególnie dobrego humoru mistrz z Tarentu skonstruował kaczkę, która umiała gdakać, latać, jadać i nawet — się wypróżniać.

U Greków stwierdzić już możemy oznaki początków systematycznej pracy naukowej, a równocześnie mozolnych prób i badań techniczno-fizykalnych. Nawpół świadomie, nawpół podświadomie umysł grecki odczuwa znaczenie naukowego ujmowania zjawisk przyrody dla możności wykorzystywania ich dla własnych celów. Początkowe próby i doświadczenia Hellenów podobne są do zabawek dziecinnych. Jak dziecko, spowodowane do tego jakimś wewnętrznym, wrodzonym popędem, układa patyczki w pewne regularne figury, tak pierwsi technicy greccy dokonują swych prób pod wpływem wewnętrznego upodobania w samej czynności. Czysta radość tworzenia stanowiła grunt, z którego wyrosła ścisła myśl naukowa. Ta radość tworzenia, o której, w związku z pracą wynalazczą, mówi Siemens (por. poprzedni rozdział), dopiero później łączy się z poczuciem świadomej pracy badawczej, nie tracąc przytem na napięciu.

Prócz Archimedesa i Archytasa musimy jeszcze wymienić nazwiska Filona z Bizancjum oraz Ktesibiosa i Herona.

Grekom również, jeszcze przed Rzymianami, należy się palma pierwszeństwa w umiejętności budowania wodociągów, przyczem ich dzieła przewyższały pod względem higjenicznym dzieła Rzymian, gdyż bu-

Przeszło 2500 lat temu, za czasów Talesa z Miletu, wydobywano z potartego bursztynu maleńkie sztuczne iskierki elektryczne.



Obecnie: W laboratorjach fizykalno-technicznych wytwarzamy sztuczne pioruny zapomocą prądów o napięciu 1 miljona woltów.

dowali wodociągi kryte, czyli wodociągi w postaci rur. Rzymianie byli naogół spadkobiercami pomysłów greckich. Atoli zmysł praktyczny narodu Kwirytów pozostawia swój ślad również w dziedzinie techniki. Do niebywałej doskonałości doprowadzają więc Rzymianie te dziedziny technicznej twórczości, które rokowały im największe korzyści w życiu państwowem. Kwestja połączenia poszczególnych prowincyj imperjum jednolitą siecią komunikacyjną była dla nich problemem niezwykłej wagi. Nic więc dziwnego, że Rzymianie celowali w budowaniu szos. Szosy ich aż do dnia dzisiejszego utrzymały się w stanie używalności i właściwie zbudowane były znacznie masywniej, aniżeli wymagały tego ówczesne potrzeby.

O pracach wodociągowych Rzymian już wspomnieliśmy. Również kwestja kanalizacji miast była przedmiotem stałej troski urzędników rzymskich. Wprawdzie odpowiednie urządzenia Rzymian ze stanowiska współczesnej techniki i higjeny byłyby jeszcze niedostateczne, jednak w porównaniu z tem, do czego przyzwyczajony był człowiek na początku ery chrześcijańskiej, były najwyższym wyrazem postępu i kultury.

Do pewnego rodzaju doskonałości doprowadzili Rzymianie technikę wojenną. Ich maszyny wojenne stanowią szczyt tego, co w tej dziedzinie osiągnąć można bez zastosowania środków wybuchowych, zapomocą samych tylko przyrządów mechanicznych. Naogół niewiele zdobyczy techniki przyniosła nam starożytność. Maszyna zdobywała sobie bardzo powoli prawo obywatelstwa; usiłowania wynalazców

spotykały się często ze zdecydowaną odprawą rządów i społeczeństw. Najważniejszą i najogólniej stosowaną maszyną był wówczas człowiek-niewolnik. Jego siła mięśni poruszała okręty Rzymian, on wykonywał roboty polne na olbrzymich latyfundjach bogatych patrycjuszów rzymskich, on wydobywał skarby kopalne z łona ziemi i gromadził olbrzymie bloki, służące do wznoszenia niebotycznych budowli. Atoli już wówczas technika, czyli praca maszynowa, podejmuje nieśmiałą walkę z niewolnictwem. W Atenach tworzy się już za czasów Peryklesa wolny stan rzemieślniczy, w niczem nie różniący się od cechów późniejszego średniowiecza.

Jest rzeczą znamienną, że kultura starożytna zaczyna się chylić do upadku wówczas właśnie, kiedy następuje upadek techniki. Możemy tu obserwować to samo zjawisko, jakiego byliśmy świadkami w Asyrji i Babilonji. Niedbałość o konserwowanie zdobyczy techniki, nieutrzymywanie w należytym stanie dróg i szos oraz wzrastające niezrozumienie techniki higjeny czynią organizm państwa rzymskiego mniej odpornym przeciwko wzrastającej sile napierających na granice imperjum ludów. Wielką rolę odgrywały tu też oczywiście nieszczęśliwe zdarzenia polityczne. Wszakże zasadniczo upadek państwa rzymskiego nie pociągnąłby za sobą upadku kultury, ten ostatni bowiem spowodowany został nieumiejętnością szybkiego przyswojenia sobie kultury grecko-łacińskiej przez narody, których falangi zalały tereny dawnego imperjum.

Pierwsze wieki średniowiecza noszą piętno zastraszającego zaniku wszelkiej kultury technicznej.

Nad miastami unosi się woń spływających po ściekach odchodów, a drogi zaniedbane sprawiają, że podróże na dalsze odległości stają się prawdziwą męczarnią podróżników. Dopiero w późniejszych czasach średniowiecza daje się zauważyć powolna zmiana na lepsze. Naogół jednak aż do połowy XVII stulecia ludzie korzystali z tych samych, niezmienionych przyrządów technicznych, jakie znali już starożytni.

Inaczej wprawdzie przedstawi nam się średniowiecze, jeślibyśmy usiłowali poznać je z grubych dzieł pochodzących z owej epoki. Spotkamy tam bowiem niezliczone pomysły techniczne, opisane w każdym szczególe. Niestety zazwyczaj żaden z tych pomysłów nie doczekał się realizacji, a nawet sprawdzenia doświadczalnego. Rodziły się przeważnie w umysłach genjalnych wynalazców, którzy jednak odczuwali wstręt do wszelkiej pracy eksperymentalnej. Sam problem perpetuum mobile, to znaczy maszyny poruszającej się wiecznie bez zewnętrznego dopływu energji, dostarczył materjału do niezliczonych, niezmiernie uczonych rozpraw i rozważań.

Dokonywano wszelako również wielu prób z domniemanemi perpetua mobilia, a w takich wypadkach zazwyczaj ferwor konstrukcyjny kończył się na wykombinowaniu jakiegoś automatu lub zegara. A ideałem ówczesnych konstruktorów był taki zegar, któryby raz nakręcony poruszał się choćby do dnia Sądu Ostatecznego. W Strassburgu, Pradze czeskiej i wielu innych miastach przechowały się próby zegarmistrzowskiej sztuki średniowiecza.

Prócz chęci stworzenia perpetuum mobile inna jeszcze idea przyświecała średniowiecznym konstruk-

torom, budującym automaty. Zamierzali oni stworzyć „sztucznego człowieka“. Chcieli więc, aby ich automat umiał pisać, mówić, śpiewać i wykonywać wszelkie dowolne czynności.

Naogół jednak wyniki nie odpowiadały pokładanym w nich nadziejom. Z warsztatów wychodziły rozmaite dziwoląg nie mogące nawet kandydować do miana karykatur żywych istot. Mimo to usiłowania te zasługują na naszą uwagę. Ujawnia się bowiem w nich przedewszystkiem podświadome przekonanie, że czynności ciała ludzkiego, względnie zwierzęcego, dają się zanalizować zapomocą działania rozmaitych sił fizykalnych, znanych nam z przyrody martwej. Konstrukcje sztucznych ludzi są więc jakby wstępem do współczesnych badań nad zasobami energetycznemi maszyn.

Poza tem usiłowania średniowiecznych konstruktorów posiadały jeszcze doniosłe znaczenie praktyczne, mianowicie przyzwyczajały niefortunnych wynalazców do pracy niezwykle precyzyjnej i szkoliły doskonałych mechaników, od których zręczności późniejszy uczony w wysokim stopniu był zależny.

Zapomocą kombinacji rozmaitych konstrukcyj mechanicznych starała się więc część uczonych średniowiecznych stworzyć sztucznego człowieka. Inna grupa wynalazców dążyła do tego samego celu odmienną zupełnie drogą. Byli to alchemicy. Oni to pragnęli z tygla swych doświadczeń wydobyć pewnego dnia homunculusa. Z zapałem i wiarą w ostateczny dobry wynik układali przepisy, według których zamierzali naśladować dzieło genezy człowieka. Inna część tych cudotwórców średniowiecza poszukiwała

„kamienia mędrców“, zwanego również kamieniem filozoficznym lub eliksirem życia. Pierwotnie kamień mędrców służyć miał do zamiany metali nieszlachetnych na szlachetne. Według zdania alchemików kamień mędrców rzucony na płynny, nieszlachetny metal zamienia go w prawdziwe złoto. Później twierdzono, że kamień mędrców zapewnia swemu właścicielowi wieczną młodość, jest lekiem na wszelkie choroby i niedomagania cielesne i że niezwykły ten eleksir umożliwia również stworzenie sztucznego człowieka. Czem był ów kamień mędrców, nikt nie umiał powiedzieć. Głoszono jednak, że niektórzy uczeni znają tajemnicę owej substancji magicznej.

Świecznikiem wiedzy alchemicznej był Raimundus Lullus, misjonarz, asceta i fanatyk, który pragnął posiąść sztukę sztucznego wytwarzania złota, aby tym sposobem sfinansować wyprawę krzyżową przeciwko niewiernym. Lullus właśnie twierdził, że gdyby morze napełnione było rtęcią, umiałby je zamienić w prawdziwe złoto. Niestety nie mamy bliższych wyjaśnień tego twierdzenia. Ciekawy jednak jest fakt, że obecnie uczeni rozważają możliwość zamiany rtęci na złoto.

Wielką sławą cieszył się również Albertus Magnus, zwany też Doctor universalis, nauczyciel św. Tomasza z Akwinu. Według świadectwa współczesnych skonstruował Albertus Magnus sztucznego człowieka, który witał gości i otwierał przed nimi drzwi. Do „adeptów“, czyli ludzi obznajomionych z tajemnicą eliksiru, zaliczano także filozofa Rogera Bacona.

Od piętnastego stulecia rozpoczyna się upadek al-

chemji „naukowej“. Szarlatani oszukiwali tych, którzy wierzyli w ich żonglerskie sztuczki. Badaniami alchemików szczególnie interesowali się wtedy monarchowie, którzy sztucznem złotem pragnęli wypełnić opróżnione wydatkami wojennemi szkatuły państwowe. Zdarzało się, że ministrami finansów mianowani bywali podejrzani alchemicy, którzy następnie w mennicy państwowej polecali wybijać fałszywe monety.

Dążności alchemiczne uznać musimy za charakterystyczne błądzenie średniowiecza. Badania owych adeptów sztuk tajemnych zapoczątkowały jednak późniejsze doświadczenia chemików. W tyglach i retortach alchemików nie urodził się wprawdzie sztuczny człowiek, lecz powstała nowa, doniosła gałąź nauk ścisłych — chemja.

Często spotykamy się z twierdzeniem, że ludzie średniowiecza byli wynalazcami prochu i wszelkiego rodzaju broni palnej. Nie odpowiada to prawdzie historycznej. Już w starożytności była w Azji znana i używana broń palna. Prawdopodobnie Hindusi już za czasów Aleksandra Wielkiego stosowali w celach wojennych materjały wybuchowe. W średniowieczu umiejętność posługiwania się materjałami wybuchowemi dotarła do Europy, przyczem pośrednikami między Wschodem i Zachodem byli Arabowie. W czasie walk Arabów z chrześcijanami w Hiszpanji odezwały się pierwszy raz w Europie odgłosy strzałów armatnich. Faktem bowiem historycznym jest, że już w roku 712 przy zdobywaniu hiszpańskiego miasta Alora po stronie Arabów korzystano z broni palnej.

Tem niemniej jednak przez pięćset lat nie znano w Europie broni palnej. W dziewiątem stuleciu pisze niejaki Marcus Graecus dzieło, w którem znajdujemy dokładny przepis na sporządzanie bawełny strzelniczej. Receptę tę znajdujemy później, to jest w roku 1242, w pismach mnicha angielskiego Rogera Bacona. Wszakże aż do trzynastego stulecia nie korzystano nigdzie z materjałów wybuchowych w celach wojennych. Dopiero w XIV wieku zjawiają się ponownie armaty na arenie historji. Pierwsze działa zbudowano wtedy niemal równocześnie w Hiszpanji i we Włoszech. Od tego czasu rozpoczyna się triumfalny pochód broni palnej, a równocześnie następuje kompletna zmiana dotychczasowego oblicza wojny.

W czasach najdawniejszych, kiedy jedynemi narzędziami wojennemi były miecz i oszczep, udział człowieka w walce był bezpośredni, a jego zalety osobiste: odwaga, opanowanie i chęć zwycięstwa — decydowały o losach bitew. Wojny dokonywały pracy destrukcyjnej, śmierć i zniszczenie znaczyły szlaki, po których posuwały się zastępy zbrojnych, z drugiej jednak strony wojny dawały okazję do czynów bohaterskich, do wielkich poświęceń. Ofiarna śmierć garstki Hellenów w wąwozie Termopilskim po wszystkie czasy służyć będzie za klasyczny przykład nieustraszonej, ofiarnej służby dla ojczyzny.

Postęp techniki wojennej powoli, lecz systematycznie niweczył bohaterski obraz wojny, a stosowanie broni palnej niewątpliwie przyczyniło się bardzo do tej doniosłej zmiany oblicza boga Marsa.

Armaty zjawiły się w Europie w wiekach średnich, atoli dopiero obecnie możemy zrozumieć całą

doniosłość tego zdarzenia historycznego. O ile się patrzy na wojny z punktu widzenia technika wojskowego, to wojny napoleońskie, a nawet jeszcze wojnę francusko-niemiecką z lat 1870—71 uważać musimy za bardziej zbliżoną do taktyki wojen starożytnych, aniżeli do taktyki wojennej, stosowanej w ostatnim roku wojny światowej, względnie w toczącej się obecnie wojnie chińsko-japońskiej. Jeszcze pod koniec zeszłego stulecia strzał karabinu nie przekraczał przestrzeni dostrzegalnej wzrokiem nieuzbrojonym w optyczne przyrządy, a armaty strzelały na odległość kilkuset zaledwie metrów. Walki toczyły się na względnie małym obszarze, a i dzieło zniszczenia było przeprowadzane nie tak radykalnie i systematycznie, jak to się czyni obecnie.

Za naszych czasów wojna obejmuje odrazu całe obszary wojujących państw. Operacje militarne poszczególnych armij odgrywają już właściwie rolę drugorzędną; najważniejszym celem dzisiejszej akcji wojennej jest sparaliżowanie przemysłu i handlu przeciwnika, czyli zniszczenie jego siły gospodarczej. Koszty akcji burzycielskiej zapomocą ataków lotniczo-bombowych i gazowych dają się zgóry z wielką ścisłością obliczyć i zależą od rozmiarów terenu, który ma ulec dewastacji. Rola odwagi zredukowana została do minimum, a bohaterstwo jednostki ma jeszcze znaczenie prawie wyłącznie w potyczkach powietrznych. Potęga umysłu prześcignęła również w dziedzinie walki fizycznej siły cielesne; zwycięstwo lub klęska zależą dziś w głównej mierze od uzbrojenia technicznego armji, a nawet całego narodu. Jeden genjalny inżynier wojenny większe

i groźniejsze stanowi niebezpieczeństwo, aniżeli cała stutysięczna armja lub kilku świetnych wodzów.

Nic dziwnego, że wobec nowego oblicza Marsa wojna staje się coraz większym absurdem. Fakt ten przyczynia się w dużej mierze do spotęgowania akcji propagandy pokoju i idei współpracy międzynarodowej. Widzimy tu ważne następstwo postępu techniki, oddziaływanie ducha technicznego na kształtujące się oblicze przyszłego świata.

Powróćmy jednak do epoki tumów gotyckich, wypraw krzyżowych oraz feudalizmu.

Najważniejszym wynalazkiem średniowiecza jest niewątpliwie wynalezienie sztuki drukarskiej. Wypada więc nam poświęcić kilka słów Johannowi Gensfleisch zu Gutenberg, którego dzieło życia stało się najbardziej epokowem i najważniejszem wydarzeniem XV stulecia.

Początki sztuki drukarskiej spotykamy już około roku 1000 po Chr. w Chinach, a na początku wieku piętnastego podobno już w Holandji znane były ruchome czcionki drukarskie. Gutenbergowi musimy przyznać jednak wielką zasługę, że doprowadził wyrób tych czcionek do wielkiej doskonałości. Fabrykacja czcionek odbywa się jeszcze dziś według metody gutenbergowskiej. Zasadnicza różnica polega jedynie na tej okoliczności, że dziś cały proces fabrykacji odbywa się maszynowo, a za czasów Gutenberga odbywał się ręcznie.

O latach młodości wielkiego wynalazcy nie wiemy nic. Urodził się około roku 1400 w Moguncji i pocho-

dził z bardzo szanowanego rodu patrycjuszowskiego, dawno w tem mieście osiadłego. W roku 1435 spotykamy Gutenberga w Strassburgu w Alzacji. Nie będąc krępowany troskami o chleb codzienny, młody Gutenberg całkowicie poświęca się pracy wynalazczej i zajmuje się techniką szlifierską i wyrobem luster. W roku 1450 mistrz pracuje znów w swojem mieście rodzinnem i wtedy już oddaje się wyłącznie pracy nad udoskonaleniem sztuki drukarskiej. Już w następnym roku z jego warsztatu wychodzą książki szkolne oraz listy odpustowe.

W następnych latach z pierwszej drukarni świata wychodzi cały szereg książek. W roku 1455 lub 1456 Gutenberg wydaje biblję. Ukazały się wówczas dwa wydania, niestety bez daty, wskutek czego do dziś nie wiemy, które wydanie jest starsze. W tym samym czasie mistrz, widocznie pod wpływem nadmiernych wydatków związanych z pracami wydawniczemi, popada w długi i zmuszony jest na podstawie wyroku sądowego odstąpić część czcionek swemu wierzycielowi, Fustowi. W ten sposób powstaje w Moguncji druga drukarnia, która zresztą niebardzo szkodziła interesom Gutenberga, bowiem z każdym rokiem wzrasta zapotrzebowanie tanich — w porównaniu z książkami pisanemi — książek drukowanych. Moguncja stała się ośrodkiem nowej sztuki.

Niedługo jednak trwał ten pierwszy etap rozwoju drukarstwa. W roku 1462 wolne miasto Rzeszy Moguncja zostaje zdobyte przez wojska arcybiskupa, hrabiego Adolfa von Nassau, i sumiennie splondrowane. Większość patrycjuszów, nie mogąc znieść poniżenia swego miasta rodzinnego, opuszcza je, udając

się na tułaczkę. Również i Gutenberg, a wraz z nim wielu jego uczniów postanawia stworzyć sobie nowe warunki bytu poza murami Moguncji. W ten sposób tajemnice sztuki drukarskiej, dotąd przez Gutenberga, Fusta i ich pomocników pilnie strzeżone, zostają rozpowszechnione najpierw w południowych Niemczech, a następnie na całym świecie.

Mistrz Gutenberg nie zajmował się już wydawaniem książek, stale jednak interesował się pracą swych uczniów. Krótko przed śmiercią powrócił do Moguncji i umarł dnia 14 lutego 1468 roku.

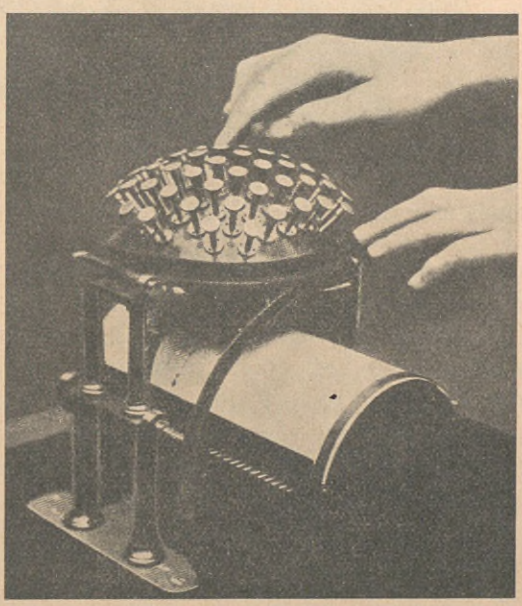
Wynalazek Gutenberga miał dla rozwoju kultury i cywilizacji wartość nieocenioną. Sztuka drukarska stała się świetnem narzędziem udostępnienia szerokim masom wiedzy, nauki i wogóle wszelkich wartości kulturalnych. Aż do czasów Gutenberga tylko ludzie zamożni mogli sobie pozwolić na zbytek czytania książek, kultura była przywilejem garstki bogaczy i feudalnych władców. Wielki wynalazca z Moguncji zapalił pochodnię kultury, której światło odtąd przenikać mogło do wszystkich warstw ludzkiej społeczności. Rzadko zdajemy sobie sprawę z tego faktu, że mówiąc o kulturze starożytnych Egipcjan, Greków i Rzymian, mamy na myśli stan kulturalny jedynie bardzo szczupłego grona ówczesnej elity społecznej. Dzisiejszy nasz cenzus kulturalny uwzględnia już poziom ogólny całego narodu.

Dzieło Gutenberga spowodowało nieznaną dotąd demokratyzację kultury.

Sztuka drukarska jest niewątpliwie największą zdobyczą techniczną średniowiecza. O innych sukcesach techniki tej epoki niedużo już pozostaje nam do

powiedzenia. W budownictwie nie mamy do zanotowania żadnego postępu, bowiem kształtowanie się nowych stylów architektonicznych nie oznacza jeszcze rozwoju technicznego. Z pośród sił przyrody korzystano jedynie z usług wiatru oraz siły wody spadającej. Odpowiednie urządzenia techniczne, wiatraki i młyny wodne, grzeszyły jednak niefachowem wykonaniem, wskutek czego tylko mały procent tych sił został należycie wykorzystany.

Na zakończenie naszego szkicu o technice średnio-



Jeden z pierwszych typów maszyn do pisania. Maszyna Duńczyka Malling-Hansena.

A oto:

Polska maszyna do pisania „EFKA". Najnowszy typ.

wiecza należy jeszcze wspomnieć o jednej wybitnej postaci, która niby gwiazda poranna swem ukazaniem się nad widnokręgiem historji zwiastowała nadejście nowej, wielkiej epoki twórczości technicznej.

Leonardo da Vinci, świetny malarz i rzeźbiarz epoki odrodzenia, był równocześnie genjalnym technikiem i przyrodnikiem. Każdy problem twórczości ludzkiej obdarzał żywem zainteresowaniem i wzbogacał szeregiem doskonałych pomysłów. Wśród szkiców kreślonych jego ręką i objaśnionych tekstem znajdują się projekty najróżnorodniejszych aparatów. Wśród rozważań teoretycznych nad niemożli-

wością skonstruowania perpetuum mobile spotykamy szkice maszyn tkackich oraz aparatów lotniczych. Leonardo był świetnym obserwatorem i sumiennie badał lot ptaków, pragnąc rozwiązać tajemnicę umiejętności latania. Dużo czasu poświęcał mistrz również wymyślaniu machin wojennych. Leonardo opracował przed Papinem i Wattem pomysł armaty parowej i zdawał sobie doskonale sprawę z możliwości wykorzystania siły prężności pary.

Niestety, techniczne dzieło życia wielkiego artysty i technika przebrzmiało bez echa. Leonardo urodził się o dwieście lat za wcześnie. Był samotnym tytanem ducha i dnia 2 maja 1519 roku, żegnając się z tym światem, nie mógł nikomu przekazać swej wielkiej spuścizny. Dopiero nasza epoka odkryła w wielkim malarzu i rzeźbiarzu równie wielkiego i genjalnego wynalazcę i technika.

III

Maszyna parowa

W dziejach techniki najdonioślejszem niewątpliwie zdarzeniem było wynalezienie maszyny parowej. Sądzić należy, że nawet w przyszłości nigdy już nie zostanie skonstruowana maszyna, któraby w historji ludzkiej odegrała donioślejszą rolę. I prawdopodobnie sam James Watt nie oceniał należycie wielkości swego czynu. Maszyna parowa stała się bowiem naszą nauczycielką, wskazała ludzkości nowe tory postępu i rozwoju kultury i cywilizacji. Ten syczący i wyrzu-

cający z siebie kłęby dymu i pary potwór nauczył nas celowo i systematycznie korzystać z usług sił przyrody i zastępować pracę rąk ludzkich pracą silnych stalowych ramion, nigdy nie znużonych, nigdy nie żalących się na swój los niewolników-maszyn!

Wprawdzie już przed Wattem ludzie korzystali z różnych przyrządów technicznych, konstruowali rozmaite automaty, posługiwali się dźwigniami, blokami i inemi prymitywnemi urządzeniami mechanicznemi — wszystko to czynili jednak na miarę bardzo skromną, bawiąc się raczej, a nie dążąc celowo do ułatwienia sobie życia. Maszyna parowa stała się zwiastunem naszej epoki, epoki kolei żelaznych, wytwórczości fabrycznej, to znaczy produkcji masowej i taniej; epoki zwiększonych potrzeb kulturalnych: kina, radja i telewizji. Watt i jego poprzednicy: Papin, Savery i Newcomen, uczynili dla ludzkości więcej, aniżeli niejeden mąż stanu, król czy wojownik.

Jest rzeczą oczywistą, że maszyna parowa w wieku osiemnastym nie zaprezentowała się odrazu w całym splendorze swych obecnych historycznych akcesorjów, a pan Watt w chwili zastanawiania się nad swym wynalazkiem nie zamierzał wcale skonstruować tak bardzo światoburczej machiny. Maszyna ta zrodziła się z najżywotniejszych potrzeb owej epoki, a w swej postaci zasadniczej była właściwie udoskonaloną — pompą! Trzeba bowiem wiedzieć, że za czasów Watta prawie wszystkie szyby kopalniane w Anglji zagrożone były zalewem wody podskórnej, a żadne systemy pomp, stosowane w walce z tym potopem, nie mogły sprostać swemu zadaniu. Wszędzie poprzez warstwy węgla kamiennego woda przeciekała i czę-

sto zmuszała górników do opuszczania terenu pracy. Wielu ludzi sądziło wtedy, że trzeba będzie całkowicie zrezygnować z wydobywania węgla kamiennego, mimo że takie rozwiązanie sprawy oznaczało ruinę gospodarczą całej Anglji.

Maszyna parowa zjawiła się w samą porę, jak „deus ex machina“ w antycznej sztuce teatralnej, i rozwiązała niesłychanie skomplikowany problem techniczno-gospodarczy. Górnictwo bowiem zyskało dość silnego niewolnika, który z wielką sprawnością pompował ustawicznie wciskającą się do szybów wodę.

Wspomniałem już, że właściwie początki maszyny parowej sięgają czasów przedwattowskich. W poprzednim rozdziale oświetliłem „zasługi“ Babilończyków, którzy pierwsi usiłowali wykorzystać siłę prężności pary wodnej. Pierwsze dzieło naukowe zajmujące się również tym problemem napisał w drugiem stuleciu przed Chr. Heron z Aleksandrji.

Przeszło tysiąc osiemset lat upłynęło od czasów Herona, zanim problem maszyny parowej ponownie stał się przedmiotem badań i doświadczeń uczonych. Denis Papin, urodzony w roku 1647 w Blois we Francji, uczony, wszechstronnie wykształcony i pomysłowy wynalazca, skonstruował pierwsze prototypy późniejszych maszyn parowych. Ukończywszy w młodym wieku studja medyczne w Angers, udał się Papin do Paryża, gdzie przy boku wielkiego fizyka Huyghensa wykonał szereg doniosłych doświadczeń i skonstruował kilka pomysłowych aparatów pneumatycznych. Nie długo jednak znakomity uczony pracował w stolicy swej ojczyzny.

W roku 1675 przybył do Londynu i kontynuował tam swe badania. Chęć poznania świata i wielkich uczonych swej epoki oraz poprawienia warunków pracy skłaniały jednak Papina do częstych zmian miejsca zamieszkania. Około roku 1680 Papin wyjechał do Wenecji, a później do Marburga. Jako profesor matematyki w Marburgu skonstruował pierwowzór maszyny parowej.

Aparat ten składał się z walca, zamkniętego z jednej strony dnem, a z drugiej tłokiem. W walcu znajdowała się woda. Gdy rozgrzano walec i znajdującą się w nim wodę do temperatury wrzenia, wytwarzająca się para wypychała tłok nazewnątrz. Następnie ochładzano walec, wskutek czego para się skraplała, wytwarzała się próżnia, a powietrze atmosferyczne z wielką siłą wpychało tłok zpowrotem do wnętrza walca. Bardzo prymitywne to urządzenie mogło służyć do podnoszenia wielkich ciężarów pod warunkiem, że uda się skonstruować walce i tłoki dość szczelnie przylegające. Papin, wiedziony dziwną intuicją wynalazcy, przewidywał już więcej możliwości zastosowania swego aparatu, a nawet wspominał o pędzeniu okrętów zapomocą siły pary.

Uczyniwszy pierwsze kroki na drodze do skonstruowania użytecznej maszyny parowej, poświęcił Papin kilka lat innym problemom techniczno-fizykalnym i dopiero w roku 1698, gdy dowiedział się o skonstruowaniu przez Savery'ego bardziej udoskonalonej maszyny parowej, ponownie zabrał się do badań i doświadczeń. Trudności finansowe uniemożliwiły mu jednak kontynuowanie tych prób, a landgraf heski, który dość dużo wyasygnował ze swej

szkatuły na rozmaite wynalazki Papina, odmówił dalszej pomocy finansowej. Wobec takiego stanu rzeczy, Papin zdecydował się pojechać do Anglji, ufny, że tam znajdzie poparcie i pomoc. Niestety, nadzieje te się nie ziściły. W Londynie Papin doznał tylko upokorzeń, popadł w skrajną nędzę i zmuszony był pracą fizyczną zarabiać na chleb codzienny. W ostatnim, jego ręką napisanym liście czytamy następujące słowa:

„Jestem w niezmiernie smutnem położeniu. Wysilając się na największą wydajność pracy, stale tylko nowych stwarzam sobie nieprzyjaciół. Niechajże jednak tak będzie; nie obawiam się niczego, bowiem nadzieja moja w Bogu, który jest wszechmocny".

Niestety, nie doczekał się już słusznego wynagrodzenia za trudy i nadludzkie wysiłki. Zmarł w Anglji w roku 1712. Nie znamy ani dnia, ani miesiąca, a nawet rok jego śmierci niezupełnie jest pewny. Nie wiemy też, gdzie spoczywają jego zwłoki. Zginął samotnie, niedoceniony przez współczesnych.

W zastosowaniu do potrzeb górnictwa wspomniana już maszyna Savery'ego, zwana przez niego „the miners friend", to zn. „przyjaciel górnika", zdobyła sobie powszechne uznanie. Zaletą jej było, że pracowała bez pomocy tłoków, bowiem w owych czasach było jeszcze rzeczą prawie niemożliwą zbudowanie tłoka szczelnie przylegającego do ścian walca. Jednak już maszyna Newcomena, stanowiąca następny etap maszyny parowej, pracowała znów zapomocą tłoka. Widocznie — mimo trudności wykonania tech-

nicznego — urządzenie tłokowe odpowiadało bardziej stawianym tej maszynie wymaganiom.

Maszyna Newcomena przez kilkadziesiąt lat z trudem wywiązywała się ze swego zadania pompowania wody z szybów górniczych. Dopiero w drugiej połowie osiemnastego stulecia genjusz Watta stworzył z tej maszyny dzisiejszą maszynę parową.

Los, czy też przeznaczenie zrządziło, że w roku 1763 jedną z maszyn systemu Newcomena oddano do reparacji młodemu mechanikowi Jamesowi Wattowi w Glasgow. I dzięki temu przypadkowi problem maszyny parowej doczekał się niezrównanego mistrza.

James Watt urodził się dnia 19 stycznia 1736 roku w Greenock nad rzeką Clyde, jako czwarty syn stolarza i mechanika Jamesa Watta. Przyszły wielki wynalazca jako dziecko był spokojnym, cichym chłopcem, lubił samotność i stronił od towarzystwa obcych dzieci. Zdrowie jego zawsze było wątłe i tylko silna wola ożywiająca jego wątłe ciało pozwoliła dożyć sędziwego wieku. Mały James wcześnie już objawiał twórcze zdolności, mimo że jego dziecięce upodobania nie szły po linji twórczości technicznej. Pierwszemi jego wynalazkami były bowiem — bajki! Wcześnie atoli okazuje pociąg do pracy przy warsztacie swego ojca. Z zajęciem przypatruje się narodzinom najrozmaitszych sprzętów i przyrządów, chciwie wchłania wiedzę, której dostarczała mu praca ojca w lepszej formie, aniżeli mogła to uczynić jakakolwiek szkoła.

Niepowodzenia finansowe rodziców wcześnie zmuszają młodego Watta do pracy samodzielnej i kilkunastoletni James wyrusza do Londynu, gdzie dostaje

się na naukę do pewnego mechanika. W bardzo nędznych warunkach, schorzały i zmizerowany, wraca w roku 1756 do Glasgow, by pracą mechanika zapewnić sobie byt. Po długich i bezowocnych poszukiwaniach pracy przyjęty zostaje wreszcie do uniwersytetu w Glasgow jako „naprawiacz“ wszelkich zepsutych modeli maszyn. Na tej właśnie posadzie zetknął się z maszyną Newcomena.

Watt odrazu poznał słabe strony tego aparatu i postanowił skonstruować lepszy. Przy maszynie Newcomena skraplanie się pary wodnej następuje pod wpływem ochładzania kotła prądem zimnej wody, dostającej się do samego wnętrza kotła. Watt zwrócił uwagę na okoliczność, że przy takiej procedurze para wody musi wciąż na nowo ogrzewać ściany kotła, ochłodzone poprzednio strumieniem wody. W ten sposób wiele kaloryj cieplnych idzie na marne.

Watt oddziela więc kondensator, to znaczy przestrzeń, w której następuje skraplanie się pary, od samego kotła parowego i konstruuje poza tem taki mechanizm, przy którym tłok stale, to znaczy posuwając się zarówno naprzód, jak i wstecz, porusza się pod wpływem siły prężności pary, nie zaś — jak to bywało dotąd przy maszynach zarówno Papina, jak i Newcomena — pod wpływem ciśnienia atmosfery.

Maszyna parowa Watta nie jest wynikiem nagłej inwencji technicznej. Wynalazca jej strawił wiele lat nad przestudjowaniem dzieł swoich poprzedników, przyswojeniem sobie zasad termodynamiki, oraz nad mozolnemi badaniami i doświadczeniami, dokonywanemi na modelach.

Podobnie jak Papin i Newcomen, również Watt walczyć musiał przy realizacji swego pomysłu z niedostatecznym rozwojem mechaniki technicznej w wytwórczości wyrobów metalowych. Pierwotypy maszyn Watta wypowiadały często posłuszeństwo swemu twórcy z tego powodu, ponieważ tłoki nie przylegały szczelnie do ścian maszyny, para ulatniała się poprzez liczne drobne szczeliny i w ten sposób efekt maszyny redukował się oczywiście do minimum. I byłby musiał Watt zaprzestać swych prób, gdyby nie przybył mu z pomocą finansową zamożny przyjaciel dr Roebuck, który przejął koszty prób i doświadczeń oraz postarał się o opatentowanie pomysłu Watta — tracąc blisko 50 000 złotych na tym interesie.

Ruina finansowa przyjaciela podziałała tak deprymująco na umysł Watta, że przez pewien czas starał się nie myśleć o swoim wynalazku. Dobra atoli gwiazda świecić musiała nad kolebką Watta. W największej opresji zjawia się nowy przyjaciel, jeszcze bogatszy, przejmuje długi dra Roebucka i Watta oraz umożliwia wreszcie realizację projektów Watta. Był to Boulton, jeden z najbogatszych ówczesnych przemysłowców, doskonały organizator i genjusz kupiecki, który zawarł sojusz z niezwykłym genjuszem wynalazczym Watta. I oto, technika dostarcza lepszych, precyzyjniej skonstruowanych walców, umożliwiając nareszcie dostatecznie ścisłe wykończenie maszyn parowych Watta.

Blisko półtora miljona złotych pochłonął wynalazek Watta, zanim wielkie dzieło przyniosło zasłużone plony.

Upłynęło kilkadziesiąt lat od czasu, kiedy zepsuty model maszyny Newcomena zapłodnił młodzieńczy umysł wynalazcy. Wśród stałej pracy, stałych kłopotów finansowych, wiecznego borykania się z losem nadeszła starość i obdarowała wreszcie genjalnego Watta zasłużonym odpoczynkiem. W Wales kupuje sobie Watt majątek i oddaje się z zamiłowaniem gospodarstwu rolnemu.

Letnią porą 1819 roku zapada na zdrowiu i umiera niespodziewanie dnia 19 sierpnia w Hathfield. Mimo licznych patentów i wynalazków, Watt na końcu swego życia twierdził, że zbyt mało udało mu się zrealizować pomysłów.

Zaprawdę, niezwykłe to wyznanie człowieka, któremu ludzkość zawdzięcza podbój siły prężności pary!

Pierwsza fabryka maszyn wattowskich powstała w Soho, niedaleko od Birmingham. Miejscowość ta była przez długie lata celem pielgrzymek wielu inżynierów, którzy ze wszystkich stron świata zjeżdżali się, by na miejscu studjować ową cudowną maszynę, dostarczającą energji innym maszynom warsztatowym. Od końca osiemnastego stulecia rozpoczyna się rozwój gospodarki energetycznej; panująca dotąd siła mięśniowa ludzi i zwierząt ustępuje miejsca ujarzmionym siłom przyrody.

Wystarczy mały przykład liczbowy dla zilustrowania ogromnego znaczenia maszyny parowej w ukształtowaniu się nowego oblicza ekonomicznego świata. Przy obecnej organizacji pracy każdy górnik wydobywa codziennie nieco więcej, aniżeli ton-

nę węgla z wnętrza ziemi. Jeśli tę tonnę zużyjemy jako materjał opałowy do pędzenia maszyny parowej, to maszyna ta dostarczy nam energji równoważnej całodziennej pracy 2000 robotników!! Z zastosowania maszyny parowej wynika więc 2000-krotne pomnożenie ludzkiej siły mięśniowej. Wprawdzie należy uwzględnić, że przy wydobywaniu węgla współdziałają jeszcze prócz owego robotnika inni ludzie z personelu administracyjnego danej kopalni, jednak nawet redukując cyfrę 2000 nana 200, uznać musimy, że tak niesłychane powiększenie wydajności pracy ludzkiej musiało zaważyć na stosunkach gospodarczych świata.

Jest rzeczą niezmiernie przykrą i tragiczną, że znaczenie postępu technicznego dla stosunków gospodarczych świata naogół nie zostało należycie ocenione przez wielkich przewodników narodów, przez mężów stanu i dyplomatów. Do dnia dzisiejszego narody rządzą się i gospodarują w swych państwach według praw ekonomicznych, odpowiadających stosunkom z epoki przedwattowskiej. I dopiero dzisiaj, gdy błędna gospodarka energetyczna stu ostatnich lat historji stworzyła pokaźny kapitał obecnego kryzysu, zaczęto się zastanawiać nad sposobami walki z nadprodukcją i bezrobociem, walki z trudnościami ekonomicznemi, które powstały li tylko wskutek braku zastanawiania się nad najelementarniejszemi skutkami postępu technicznego. Zostawmy jednak te kwestje do omówienia na innem miejscu.

Watt był niewątpliwie najważniejszym budowniczym maszyny parowej. Jednak do ulepszenia tej maszyny przyczyniła się jeszcze cała falanga świet-

nych wynalazców i techników. Należy tu wymienić nazwiska Hornblowera, Cerka i Corlissa, a na specjalną uwagę zasługuje maszyna parowo-rtęciowa Emmetta. Pomysł Emmetta jest właściwie bardzo prosty. Wynalazca ten zwrócił mianowicie uwagę na fakt, że rtęć przechodzi w stan gazowy dopiero przy temperaturze 360° C, skonstruował więc pewnego rodzaju maszynę parową, w której rolę wody wykonuje rtęć. Para rtęci, spełniwszy swe zadanie, skrapla się następnie w chłodnicy, posiadając jednak jeszcze dość wysoką temperaturę około 300° C, czyli przedstawiając jeszcze znaczny zapas kaloryj cieplnych. Ciepło to nie ulega zatracie. Gorąca jeszcze rtęć ogrzewa bowiem zkolei wodę w kotle zwyczajnej maszyny parowej i doprowadza ją do wrzenia. Jest rzeczą jasną, że w ten sposób ciepło spalania się węgla zostaje jakby dwukrotnie wykorzystane, najpierw w maszynie rtęciowej, a następnie w maszynie parowej. Fakt ten oznacza, że maszyna Emmetta pracuje wydajniej, czyli oszczędniej i ekonomiczniej.

Wprawdzie pomysł Emmetta jest prosty, niemniej jednak przy jego technicznej realizacji nastręczały się duże trudności. Próby swe rozpoczął Emmett w roku 1912, a dopiero w roku 1923 maszyna była gotowa. Doświadczenia pochłonęły około miljon dolarów!!

Inaczej aniżeli Watt i jego następcy rozwiązali problem maszyny parowej inżynier szwedzki De Laval i anglik Parsons. Oni to stworzyli turbiny parowe, przy których para uderza strumieniem bezpośrednio na szufle, wprawiając turbinę w prędki

ruch obrotowy. W wielu wypadkach turbina stanowi poważną konkurencję dla systemu wattowskich maszyn parowych. Ostatnio coraz to częściej do popędu okrętów wojennych używa się turbin, a niedawno na kolejach niemieckich zjawiły się pierwsze lokomotywy turbinowe, które w niczem nie ustępują lokomotywom zwyczajnym.

Parowce i koleje żelazne są niewątpliwie najważniejszemi zastosowaniami maszyny parowej. Konstruktorem pierwszego parowca i pierwszej lokomotywy jest William Symington. Dzieje jego są jaskrawym przykładem ciężkiej doli wynalazcy, który, borykając się z przeciwnościami losu, z trudnościami finansowemi, a jakże często i z ogólnem niezrozumieniem doniosłości swej pracy, tworzy dzieła, z których korzysta później cała ludzkość.

Symington urodził się w roku 1764 jako syn werkmistrza. Jego dzieciństwo i czasy młodości upłynęły we względnym dostatku. Ojciec, zauważywszy zamiłowanie syna do rozmaitych konstrukcyj i prac mechanicznych, dbał o jego wykształcenie techniczne. Mając lat dwadzieścia jeden, młody William zbudował przy pomocy ojca i poparciu finansowem zarządu kopalni w Leadhills wóz, na którym zmontowana była maszyna parowa. W ten sposób przed pracami Trevithicka i Stephensona powstała pierwsza lokomotywa, która jako nowe cudo świata wzbudziła sensację w małem miasteczku.

Nie przypuszczał jednak Symington, że jego pierwszy triumf techniczny będzie równocześnie przy-

czyną ciągłych trosk, jakie nie opuszczą go aż do końca życia.

O pracach Symingtona dowiedział się bowiem Watt i wychodząc z założenia, że Symington wykorzystuje wyniki jego patentu z roku 1784, wdrożył przeciwko niemu kroki prawne, celem uniemożliwienia mu dalszej pracy. Z kłopotów tych Symington wyszedł obronną ręką, a częściowo nawet zwycięsko, gdyż w roku 1787 przyznany mu zostaje patent na ulepszoną maszynę parową.

W tym samym mniej więcej czasie poznaje Symington bogatego bankiera Patricka Millera, który zainteresował się jego pracami i polecił mu zbudować maszynę parową, nadającą się do pędzenia okrętu. Dnia 14 października 1788 roku dzieło było ukończone i pierwszy statek zasilony parą wyruszył z zatoki jeziora w Szkocji, sunąc majestatycznie po jego powierzchni. Pierwsze doświadczenia wypadły naogół dobrze, wykazały jednak, że maszynerja była zbyt słaba. Symington zbudował wobec tego większą i silniejszą maszynę, która istotnie pracowała znacznie sprawniej. Wtedy atoli okazało się, że koła popędowe, wprawiające w ruch statek, nie stoją na wysokości swego zadania, że są zbyt słabej konstrukcji i bardzo prędko ulegają uszkodzeniom. Mimo tego więc, że pomysł Symingtona był bez zarzutu, nie mógł być narazie zrealizowany wskutek faktu, że ówczesny poziom wykonywania prac technicznych był bardzo niski. Ogólne wady wykonania technicznego i brak koniecznej precyzji spowodowały więc niepowodzenie pierwszego parowca.

Trudności te sparaliżowały na kilka lat twórczość wynalazczą Symingtona. Dopiero w roku 1801 buduje Symington nowy parowiec na zlecenie lorda Dundasa. Zabiera się z zapałem do pracy i dzięki ogólnemu postępowi technicznemu udaje mu się zbudować maszynę, działającą bez zarzutu. W następnym roku otrzymuje Symington od księcia Bridgewatera polecenie zbudowania ośmiu okrętów parowych. Po latach spędzonych wśród ciężkiej pracy zarobkowej spodziewał się Symington nadejścia lepszych czasów, w których danem mu będzie spokojnie pracować nad dalszą rozbudową dzieła swej młodości. Miało się jednak stać inaczej. Zanim rozpoczęto budowę parowców, książę umarł, wskutek czego plan jego nie doszedł do skutku.

Zawód ten ostatecznie złamał Symingtona fizycznie i moralnie. Niezdolny już do żadnej pracy, pozbawiony poparcia finansistów i wyprzedzony przez innych szczęśliwszych wynalazców, Symington wegetuje w skrajnej nędzy. W roku 1825 sfery urzędowe oraz związek londyńskich właścicieli parowców przypominają sobie zasłużonego technika i udzielają mu skąpego poparcia. Biedny i rozgoryczony umiera Symington w marcu 1831 roku.

Szczęśliwsza gwiazda przyświecała życiu George'a Stephensona, który wprawdzie nie jest wynalazcą lokomotywy, jednak jest tym, który udoskonalił parowóz o tyle, że odtąd mogły się rozwijać koleje żelazne.

Stephenson urodził się dnia 8 czerwca 1781 roku

jako trzeci syn palacza kopalni w Wylam. Nędza stała nad kołyską wielkiego wynalazcy, a nieubłagana walka o byt zmusiła ośmioletniego chłopca do poszukiwania zarobku w kopalni. Aż do osiemnastego roku życia Stephenson nie chodził do szkoły, nauk żadnych nie pobierał, nie umiał czytać ani pisać, a liczyć umiał tylko tyle, ile się nauczył na swoich dziesięciu palcach. Mimo te rażące braki wykształcenia malec wśród ciężkiej pracy pilnie i ciekawie przyglądał się urządzeniom technicznym kopalni, a szczególnie interesował się maszyną parową, która pompowała wodę gruntową, przeciekającą przez ściany szybów.

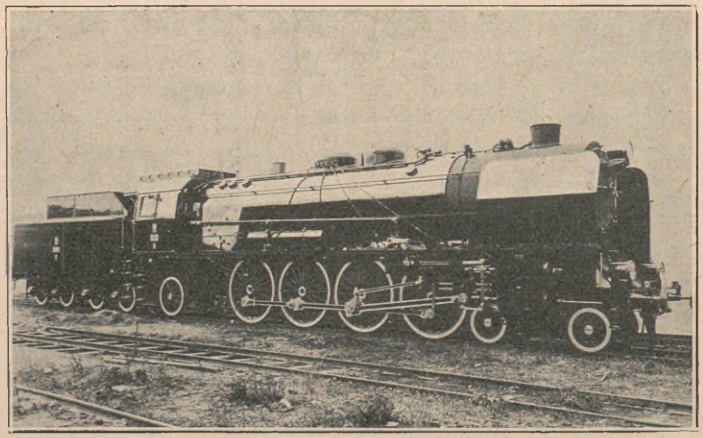
Wcześnie jednak musiał zwrócić na siebie uwagę przełożonych, gdyż już jako siedemnastoletni młodzieniec został technicznym dozorcą pompy parowej, przy której pracował jego ojciec. Z wielką gorliwością zabrał się młody George do poznania tajników swej maszyny. Prędko pojął jej cel, zyskując sobie w całej kopalni sławę lekarza pomp i zegarków.

Zwiększone dochody umożliwiają wreszcie Stephensonowi nabycie upragnionej wiedzy. Mając lat osiemnaście, uczy się pisać i czytać. Gorliwie pracuje, by uzupełnić luki swego wykształcenia. Wyjątkowo dobra pamięć oraz bystrość umysłu sprawiły, że w krótkim czasie wyrównał swe braki.

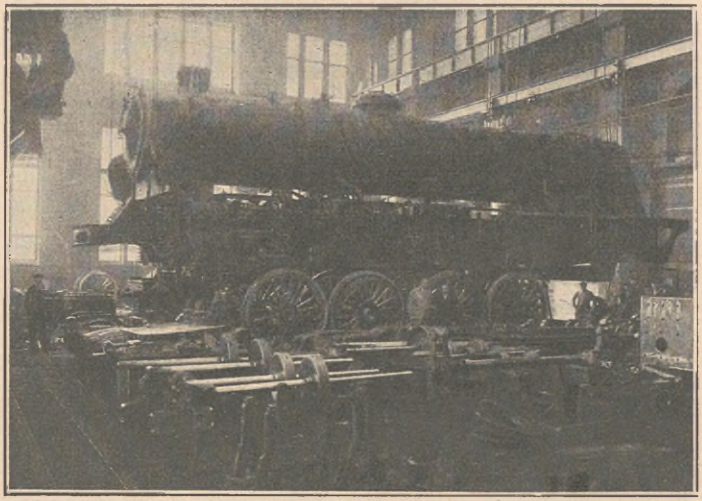
W roku 1803, gdy urodził mu się jedyny jego syn Robert, Stephenson był już inżynierem w kopalni Killingworth. Rozpoczyna się teraz niezwykle płodny okres jego działalności technicznej. W roku 1813 buduje Stephenson pierwszą swoją „loko-

motywę", która 25 lipca 1814 roku z sukcesem odbywa swą pierwszą jazdę. Maszyna ta poruszała się z prędkością siedmiu kilometrów na godzinę!! Wprawdzie to niezbyt prędko, rzecz jednak najważniejsza, że w użyciu maszyna ta okazała się bardziej ekonomiczną i tańszą, aniżeli siła zwierzęca. W roku 1815 Stephenson oddaje do użytku kopalni drugą maszynę. Następnem dziełem jego jest budowa kolei między Darlington i Stockton. Do roku 1825 szesnaście lokomotyw wyszło z warsztatu Stephensona, rok zaś 1829 przynosi niestrudzonemu wynalazcy światową sławę i zasłużoną nagrodę.

Zamierzano wtedy wybudować kolej żelazną między Manchester i Liverpool. Komitet budowy roz-



Najnowszy typ polskiej lokomotywy z fabryki Cegielskiego w Poznaniu. Lokomotywa, wyjątkowo silnej konstrukcji, pędzi z prędkością 110 km/godz.



Fabryka lokomotyw Cegielskiego. Nowa lokomotywa w budowie.

pisał konkurs na lokomotywę, stawiając następujące warunki: po pierwsze ciężar własny lokomotywy nie może przekroczyć 6000 kilogramów, po drugie szybkość średnia musi wynosić przynajmniej 16 kilometrów na godzinę, a po trzecie maszyna musi przewieźć w czasie prób 20 000 kilogramów...

Z punktu widzenia dzisiejszych wymagań techniki warunki te są śmieszne. Wszak dziś waga wielu parowozów przekracza 300 000 kilogramów, szybkość 120 kilometrów na godzinę, a obciążenie tysiące tonn! Wtedy jednak sukces maszyny Stephensona, nazwanej przez niego „The Rocket“ czyli „Rakieta“, zdobyty na wyścigach parowozów dnia 6 paździer-

nika 1829 r. w Rainhill, stanowił prawdziwą sensację dnia. „Rakieta“ sunęła po szynach ze średnią prędkością 24, a maksymalną 47 kilometrów na godzinę, a co najważniejsze, nie doznała uszkodzeń i mogła dalej kontynuować jazdę.

Dziś historyczna „Rakieta“ dawno już jako pomnik własnej swej sławy ozdabia Muzeum Brytyjskie w Londynie, patrząc ze swego piedestału na liczną rzeszę swych następczyń.

Od tego historycznego zdarzenia rozpoczyna się wiek kolei żelaznych. Stephenson zapoczątkował nową erę ulepszonej komunikacji. Dziś niemal wszystkie państwa całej kuli ziemskiej przecinają linje żelaznych szyn; wydajność lokomotyw zwiększono niepomiernie, a miljony ludzi zyskały nowy zawód, który dostarcza im i ich rodzinom powszedniego chleba. Zasłużony ten mąż zmarł dnia 12 sierpnia 1848 roku w Chesterfield, wpobliżu Newcastle, otoczony aureolą sławy oraz zasłużoną czcią i uznaniem współczesnych.

Stephenson należy do tej małej garstki wynalazców, którym się „powiodło“. Po latach wczesnej młodości nigdy już nie zaznał biedy i dorobił się dość znacznego majątku.

O znaczeniu maszyny parowej dla ukształtowania się stosunków gospodarczych świata pisaliśmy już wyżej. Obecnie zwrócimy jeszcze uwagę na pewną ciekawą cechę tej gospodarki „paro-węglowej“. Węgiel kamienny można transportować na dalekie nawet odległości. Z okoliczności tej wynika,

że zasadniczo na każdem miejscu ziemi powstać może fabryka, czerpiąca swą energję z węgla spalanego pod kotłem maszyny parowej. Trzeba jednak uwzględnić, że koszty transportu węgla są znaczne. Z faktu tego wywnioskować należy, że najdogodniej jest zakładać fabrykę tuż obok kopalni węgla, wtedy bowiem odpadają koszty przewozu materjału opałowego, a cenę wyprodukowanych towarów kalkulować można wyjątkowo tanio. Oto mamy powód tworzenia się potężnych ośrodków przemysłu i handlu na terenach węglowych poprzez całe zeszłe stulecie i początek naszego wieku. Maszyna parowa propagowała dążności „centralistyczne". Pod jej egidą powstawały olbrzymie miasta, a architekci opracowywali fantastyczne projekty urbanistyczne. Jak zobaczymy w następnym rozdziale, obecnie już kończy się ten okres wybujałego urbanizmu. Dla techniki przyszłości wielkie skupienia ludzkiego mrowia nie będą miały żadnego znaczenia; rozpoczyna się nowy okres decentralizacji.

IV

Maszyny elektrotechniczne

Elektryczność jest obecnie — i prawdopodobnie będzie zawsze — wszechwładną panią, której wpływy obejmują prawie każdą gałąź naszej wytwórczości. Tajemnicza ta siła, której istota prawie jeszcze wcale nam nie jest znana, rozgrzewa sztuczne piece elektrycznych kaloryferów, obdarza nas snopami

światła lamp żarowych i łukowych, żarem napełnia żelazka do prasowania, utrzymuje higjenę w naszych mieszkaniach, pożerając elektroluksami kurz i bakterje. Elektryczność obdarza siłą najgigantyczniejsze maszyny, kruszy zręby skalne w kopalniach, wprawia w ruch tramwaje i potworne żórawie, unoszące, niby dziecinne zabawki, olbrzymie ciężary. Elektryczność wyswobadza z gliny aluminjum, jest niezastąpioną pomocnicą przy złoceniu i srebrzeniu rozmaitych przedmiotów, odgrywa coraz to donioślejszą rolę w chemji i metalurgji, pędzi maszyny rolnicze i umożliwia nam mówienie i widzenie na odległość tysięcy kilometrów. Gdziekolwiek spojrzymy, wszędzie spotykamy się ze śladami błogosławionej działalności tej — rzecby można — wszechpotężnej siły.

A jednak — wbrew pozorom i bardzo rozpowszechnionej opinji — elektryczność nie jest właściwie źródłem energetycznem, jak węgiel kamienny, kryjący w sobie zapasy energji cieplnej, lub woda spadająca ze skał. Pamiętać bowiem należy, że w elektrowniach i rozmaitych stacjach sił prąd elektryczny wytwarza się z energji wody spadającej, z energji spalania się węgla lub z innych magazynów energetycznych, jak naprzykład z wody morskiej według zrealizowanej w roku 1930 metody Claude'a. Prąd elektryczny służy więc tylko do przenoszenia energji. Elektryczność jest niezrównanym środkiem transportu energji i w tym właśnie fakcie tkwi doniosłość i znaczenie elektrotechniki dla rozwoju stosunków gospodarczych świata.

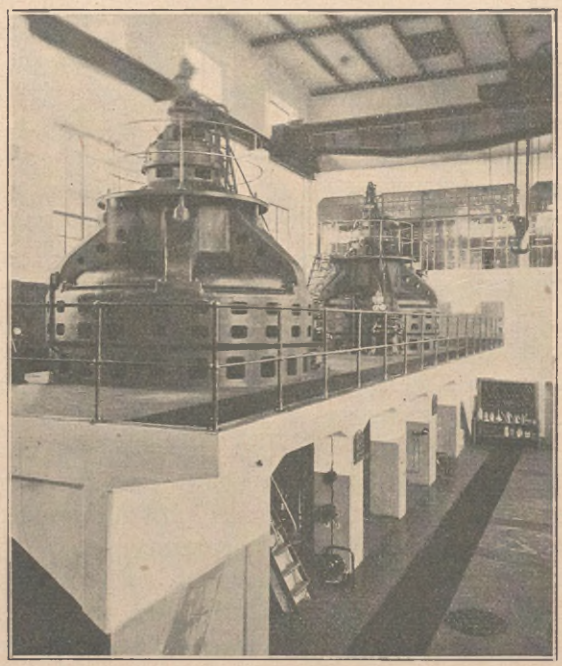
Maszyna parowa nauczyła nas korzystać z sił

przyrody, rzuciła na rynek światowy nowy, poprzednio prawieże nieznany produkt — energję! Z tej energji trzeba było jednak korzystać u samego źródła; każda fabryka musiała mieć swoją maszynę parową, swoje centrum sił. Sprzedawać energję i transportować ją na odległość choćby jednego kilometra było rzeczą niemożliwą. Tam, gdzie się wytwarzało energję, trzeba było ją odrazu „skonsumować".

Dopiero gdy na arenie techniki zjawiła się elektryczność, energja mogła się stać w każdem gospodarstwie domowem przedmiotem codziennego użytku. Stała się ona objektem handlu, towarem, który sprzedaje się „na wagę" watów i kilowatów zupełnie tak samo, jak w sklepikach sprzedają masło i ser: kilogram za tyle a tyle złotych. Odtąd maszyna parowa w każdej najmniejszej bodaj fabryce stała się rzeczą zbędną. Wystarczy teraz mały kontakt elektryczny, a potrzebna do popędu maszyn energja spływa po drutach elektrycznych do miejsca konsumcji. Fabrykant nie potrzebuje się troszczyć o należyty stan swej maszyny parowej, ani myśleć o kupnie węgla — powinien tylko sumiennie płacić rachunek za elektryczność. Jest to oczywiście wielkie udogodnienie, atoli nie w tem tkwi doniosłość elektrotechniki. Na końcu poprzedniego rozdziału wspomnieliśmy, że dzięki zjawieniu się maszyny parowej tworzyły się potężne miasta jako ośrodki przemysłu, że maszyna Watta propagowała dążności centralistyczne. Maszyny elektrotechniczne wręcz odwrotnie faworyzują tendencje decentralistyczne. Wiekopomne czyny genjalnych elektrotech-

ników były poniekąd koniecznem uzupełnieniem wielkiego dzieła Watta.

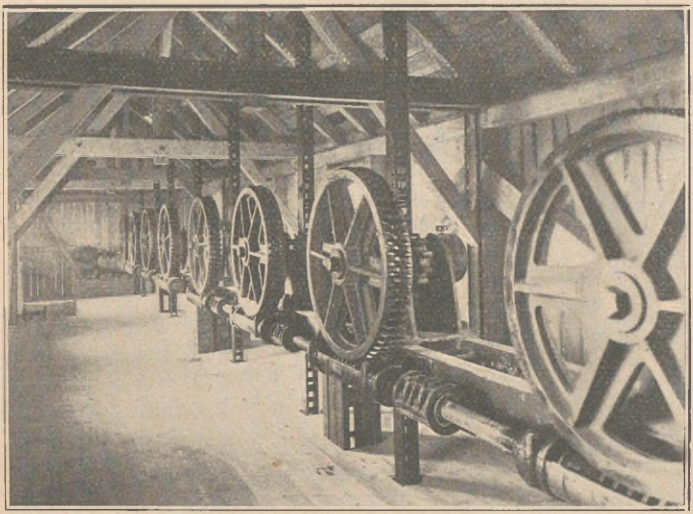
Mówiąc o tendencjach decentralistycznych elektrotechniki, nie chcę oczywiście twierdzić, że te ten-



Wnętrze hali maszyn z dwoma generatorami Zakładu elektrycznego „Żur“ na Pomorzu.

dencje ogólnie są rozumiane i uwzględniane. Nie przypuszczam też, że już w najbliższych czasach oblicze świata zmieni się odpowiednio. Obecnie jesteśmy właśnie świadkami ścierania się obu tych ten-

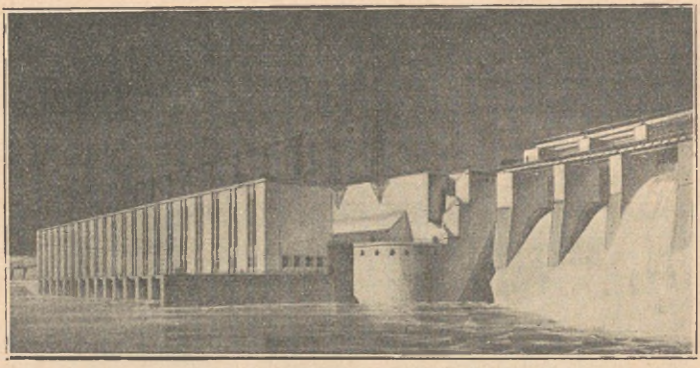
dencyj rozwojowych. Z jednej strony istnieje jeszcze — obecnie już nieuzasadnione — dążenie do tworzenia coraz to potężniejszych metropolij, z drugiej strony zaś tworzą się już centrale energetyczne, zasilające w prąd elektryczny rozległe tereny woje-



Mechanizmy do podnoszenia zasuw zamku wodnego Zakładu elektrycznego „Żur".

wództw, jak naprzykład ukończony niedawno zakład o sile wodnej w Gródku na Pomorzu.

Warto słów kilka poświęcić znaczeniu pomorskiego zakładu wodnoelektrycznego, który obok Gdyni stanowi najpiękniejszy przykład twórczego wysiłku społeczeństwa polskiego, a w pierwszym rzędzie pomorskiej ludności. Energetyczna produkcja zakładów



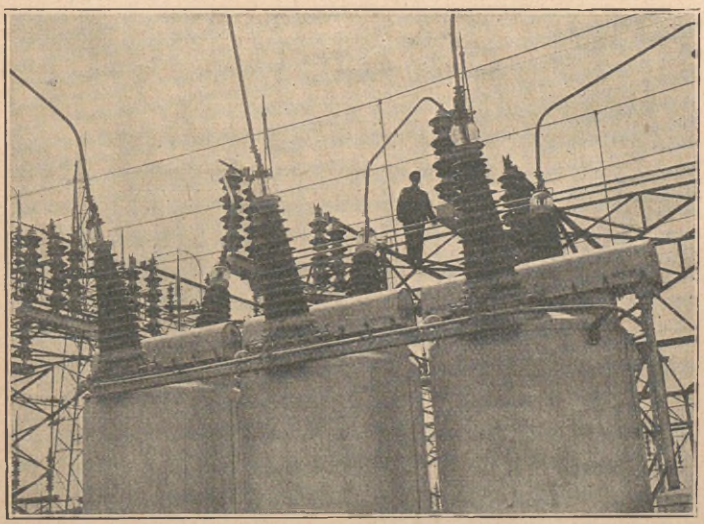
Wielka grobla Zakładów wodno-elektrycznych „Dnieprogesu“ w Związku Sowieckim. 810.000 HP energji spadku mas wodnych ujarzmionych na pożytek ludzkości.

w Gródku i Żurze przedstawia rocznie równowartość 45 000 tonn węgla, o tyle tonn węgla zmniejszy się więc zapotrzebowanie rynku wewnętrznego i tyle tonn węgla więcej będzie można rokrocznie wywozić zagranicę. Poza doniosłym faktem powiększenia naszej zdolności eksportowej Elektrownia Krajowa „Gródek“ uniezależnia życie gospodarcze Pomorza i północnych obszarów Poznańskiego od dowozu skupionej w węglu energji, a ponieważ prąd elektryczny, wydobyty z siły wody spadającej, jest szczególnie tani, zakład tego rodzaju umożliwia powstawanie fabryk i kalkulowanie cen ich produktów na wyjątkowo niskim poziomie.

Pomorska Elektrownia Krajowa jest w chwili obecnej największym zakładem wodnoelektrycznym w Polsce. Doniedawna największą elektrownią wodną świata była elektrownia zbudowana przy wodospadach Niagary, od roku 1932-go rekord w tej gałęzi

techniki należy do Unji Sowieckiej. W wykonaniu pierwszego planu pięcioletniego gospodarki planowej powstaje nad brzegiem Dniepru gigantyczna elektrownia, tak zwany „Dnieproges“, która zaopatrywać będzie całą południową część sowieckiej Ukrainy w ożywczy prąd elektryczny. Dzielność dziewięciu turbin wodnych Dnieproges'u ma wynosić łącznie 810 000 HP, a energja rocznie produkowana przy pełnem korzystaniu z sił zakładu wodnoelektrycznego dochodzi do dwóch i pół miljarda kilowatgodzin; odpowiada to mniej więcej równowartości 3 miljonów tonn węgla!

Technika zapanowała nad stepami, które ongiś leżały odłogiem.



Olbrzymie wyłączniki elektryczne „Dnieprogesu“.

Rozwój elektrotechniki przyczynił się również w wysokim stopniu do zmiany na lepsze estetycznej strony oblicza techniki. Fabryki, zasilane energją elektryczną, nie rażą nas już widokiem dymiących kominów, zanieczyszczających pyłem węglowym powietrze. Nic nie stoi więc na przeszkodzie, aby fabryki takie budowano w samym środku miast, a gromadzenie ich na ciasnym terenie osobnych dzielnic fabrycznych staje się rzeczą niepotrzebną. Jest nawet możliwe, że niektóre fabryki ulegną w przyszłości radykalnej „decentralizacji“ przez to, że robotnicy będą mogli wykonywać swoją pracę u siebie w domu. Możliwość taka istnieje w tych branżach przemysłu, w których koszty przewozu surowców do mieszkań robotników kalkulują się taniej, aniżeli koszty codziennej jazdy robotników, powiedzmy tramwajami z jednego krańca miasta na drugi, z domu do fabryki i zpowrotem. Są to oczywiście narazie fantazje przyszłości. Trzeba sobie jednak zdać z tego sprawę, w jakim kierunku postępuje rozwój techniki i jakie wynikną stąd następstwa w ukształtowaniu się przyszłego oblicza świata. Tylko w ten sposób bowiem możemy sobie wytworzyć poprawny obraz postępu techniki, zrozumiemy ducha maszyn i ich znaczenie dla rozwoju gospodarczego państw i całej ludzkości oraz nauczymy się wystrzegać błędów popełnionych przez naszych ojców i dziadów.

Dzieje elektrotechniki rozpoczynają się dopiero z chwilą odkrycia zjawiska prądów elektrycznych. Doświadczenia Gilberta, Guerickego, Franklina i inne, mimo znaczenia ich dla rozwoju nauki zaliczyć na-

leży do prehistorji elektrotechniki. Uczeni umieli wprawdzie w rozmaicie skonstruowanych „maszynach elektrycznych“ skupiać elektryczność, ale niestety nie umieli jej zmusić do powolnego przepływania przez przewodniki. Wielkie ilości elektryczności, zgromadzone mozolnie, wyładowywały się następnie z hukiem i trzaskiem w postaci iskry elektrycznej i opuszczały swe więzienie, nie wykonując przytem żadnej pożytecznej pracy.

Dnia 6 listopada 1780 roku zauważył Galvani, profesor medycyny i anatomji uniwersytetu w Bolonji, że spreparowane, nagie łydki żabie drgały za dotknięciem lekarskiego noża. Galvani zainteresował się tem zjawiskiem i przez lata następne starał się ustalić jego przyczyny i źródła. Doświadczenia swe opublikował dopiero w roku 1791 w rozprawie naukowej pod tytułem „Aloysii Galvani de Viribus Electricitatis in Motu Musculari Commentarius, Boloniae 1791“. Galvani wysunął własną teorję elektryczności zwierzęcej, mającej swe źródło w mięśniach i nerwach zwierząt, i zapomocą tej hipotezy tłumaczył dziwne zachowanie się owych drgających łydek żabich.

Okazało się wprawdzie, że Galvani błędnie tłumaczył swe doświadczenia, a w każdym bądź razie nie zwrócił uwagi na istotne źródła prądu elektrycznego, eksperymenty jego jednak powtórzył inny wielki uczony włoski, Alessandro Volta, który lepiej wyjaśnił ciekawe zjawisko drgających łydek i wykorzystując doświadczenia Galvani'ego oraz swoje własne, zbudował pierwszy baterje elektryczne, które dostarczyły wreszcie stałego prądu elektrycznego.

Alessandro Volta urodził się w Como dnia 18 lu-

tego 1745 roku. Uczył się i studjował w swojem mieście rodzinnem przyrodoznawstwo. Już od wczesnej młodości interesowały go zjawiska elektryczne, których badaniom poświęcił pracę całego życia. W roku 1774 Volta jest profesorem fizyki w Como, a w roku 1779 powołany zostaje na katedrę fizyki w Pawji. Odtąd mnożą się jego prace doświadczalne; w laboratorjum jego powstaje cały szereg ciekawych aparatów doświadczalnych. Dowiedziawszy się o badaniach Galvani'ego, Volta, jak o tem już wspomniałem, powtarza je, skrupulatnie uwzględnia nasuwające mu się możliwości wytłumaczenia ich i drogą mozolnych badań dochodzi do konstrukcji słynnego „stosu Volty". Aparat ten zapewnił swemu twórcy światową sławę. We wszystkich instytucjach fizykalnych budowano stosy Volty i badano własności prądu elektrycznego. Wielki uczony zaproszony został do Paryża na specjalne posiedzenie Akademji Nauk, na którem obecny był również pierwszy konsul Napoleon Bonaparte.

Doczekawszy się wspaniałego rozkwitu nauki o elektryczności i słynnych badań Ampère'a i Oersteda, zmarł Alessandro Volta dnia 5 marca 1827, w osiemdziesiątym trzecim roku życia.

Odkrycia i badania Galvani'ego i Volty były nadzwyczaj doniosłe i konieczne dla dalszego rozwoju nauki o elektryczności; tworzyły one podstawę elektrotechniki. Atoli jeszcze na początku zeszłego stulecia trudno było przewidzieć szerokie zastosowanie elektryczności w życiu codziennem. Dopiero gdy odkryto związki zachodzące między elektrycznością

a magnetyzmem, gdy wyrosła nowa gałąź nauk fizykalnych — tak zwany elektromagnetyzm, siły elektryczne mogły się stać tematem problemów praktyczno-technicznych.

Rzeczą ogólnie znaną jest, że zawieszona swobodnie igła magnesowa wskazuje kierunek północno-południowy. Tak samo wiadomem jest, że można skrępować nieco swobodę ruchów igły magnesowej, umieszczając wpobliżu niej magnes, albowiem jest rzeczą zupełnie zrozumiałą, że ciało magnetyczne, względnie sztucznie namagnesowane, reaguje na siły magnetyczne. Cóż się jednak stanie, gdy zamiast magnesu zbliżymy do igły zwyczajny drut, przez który przepływa prąd elektryczny?

Doświadczenie takie wykonał pierwszy raz w roku 1820 duński fizyk Jan Christian Oersted. Umieścił mianowicie drut elektryczny nad igłą kompasową równolegle do niej, czyli mniej więcej w położeniu południka. Gdy przez drut ów przepływał prąd, Oersted stwierdzał stale pewne odchylenie igły ze swego położenia zasadniczego, przyczem kąt odchylenia był tem większy, im silniejszy prąd przepływał przez ów przewodnik. Przekonano się więc, że pomiędzy elektrycznością i magnetyzmem istnieć musi pewna zależność, gdyż bez takiej zależności nie możnaby oczywiście wyjaśnić dziwnego zachowania się igły magnesowej w sąsiedztwie prądu elektrycznego.

Dalsze badania uczonych, a szczególnie samego Oersteda oraz Ampère'a i Arago, doprowadziły do odkrycia, że zwykły pręt żelazny może nabyć własności magnetycznych, gdy go otoczymy zwojami drutu,

przez który przepływa prąd. Takim sposobem ustalono, że można „zamieniać“ elektryczność na magnetyzm.

Przeważająca część procesów fizykalnych i chemicznych jest odwracalna. Naprzykład: jeśli przez tarcie, czyli przez zwyczajny ruch mechaniczny, można wytwarzać ciepło, to również naodwrót ciepło może wytwarzać ruch, to znaczy zamieniać się na ruch postępowy, jak to istotnie się dzieje przy lokomotywach. Z okoliczności więc, że elektryczność daje się zamieniać na magnetyzm, wynika, że według wszelkiego prawdopodobieństwa powinna też istnieć możliwość odwrotnego procesu, czyli zamiany magnetyzmu na elektryczność. Oto jeden z głównych problemów, jakie sto lat temu niepokoiły badawczy umysł Michała Faraday'a.

We wrześniu roku 1831 Faraday pracował nad tem zagadnieniem i mógł zanotować pierwszy wielki sukces, odkrył mianowicie tak zwane prądy indukcyjne i zbudował pierwszą maszynę dynamoelektryczną, wytwarzającą prąd elektryczny przez indukcję. Właściwie trudno nazwać dynamomaszyną skromne urządzenie Faraday'a, służące mu do demonstrowania wyników jego badań. Wielki uczony zwykł był stale nosić ze sobą zwój drutów, by móc przy każdej nadarzającej się sposobności pokazać swe doświadczenie. Aż do naszych czasów przechowały się owe druciki i szpulki, któremi posługiwał się Faraday i które wyglądają tak niepozornie, że odczuwa się wzruszenie na myśl, że z tych małych zwojów przewodników wyrosły olbrzymie generatory elektryczne, zaopatrujące dziś miljonowe miasta w prąd elektryczny.

Jeszcze jedną wielką zasługę zdobył Faraday. Oto podał nowy sposób patrzenia na wszystkie te zjawiska, w których pozornie zachodzi wzajemne oddziaływanie ciał na odległość. Faraday był nawskróś eksperymentatorem. Mało się znał na matematyce, a każdy problem starał się ujmować jak najbardziej konkretnie. Nic dziwnego więc, że zjawiska takie, jak przyciąganie się dwóch kuleczek naelektryzowanych różnoimiennie czy przyciąganie na odległość, nie mogły być dla niego samo przez się zrozumiałe. Zdaniem Faradaya dwa ciała oddzielone od siebie pustą przestrzenią nie mogą na siebie działać bezpośrednio, a jeśli jednak jakiekolwiek oddziaływanie daje się stwierdzić, to sam ten fakt jest oczywistym dowodem, że pomiędzy owemi ciałami musi coś istnieć: jakiś ośrodek, jakaś substancja nieuchwytna, substancja, która w procesie wzajemnego oddziaływania odgrywa rolę pośrednika. Nad istotą owego „czegoś“ Faraday nie filozofował; poprostu przyjął tylko, że owo „coś“ istnieje, i tłumaczył niem zjawiska oddziaływania na odległość. Wyobrażał więc sobie, że ciała naelektryzowane, względnie przewodniki, przez które przepływa prąd, otoczone są tak zwanemi linjami sił. Początkowo owe linje sił były tylko wybiegiem myślowy, powiedzmy: sprytnym fortelem dla zbałamucenia własnego umysłu, pragnącego dotrzeć do samego jądra rzeczy. Im częściej atoli Faraday musiał uciekać się pod płaszcz opiekuńczy swych mądrze obmyślonych linij sił, używając ich do wyjaśnienia coraz to nowych zjawisk elektrycznych, tem bardziej realne kształty one przyjmowały.

I nie przypuszczał genjalny uczony, że zaledwie

o 20 lat później niemniej genjalny Maxwell, wychodząc bezpośrednio z pomysłu faradayowskich linij sił, stworzy teorję fal elektromagnetycznych i że po dalszych 20 latach Niemiec Hertz odkryje doświadczalnie owe fale, które znów po 20 latach posłużą Marconi'emu do opracowania radjotelegrafji!

Badania Faraday'a stanowią więc zaranie dwóch najgłówniejszych działów elektrotechniki, mianowicie gospodarki elektro-energetycznej oraz radjotechniki. W dwudziestu dziewięciu serjach „badań doświadczalnych nad elektrycznością", z których rozprawa pierwsza wyszła z druku we wrześniu roku 1831, Michał Faraday unieśmiertelnił swe nazwisko i stworzył fundament współczesnego świata techniki.

Wielki ten mąż nauki, któremu tak bardzo dużo zawdzięczamy, odznaczał się przedziwną prostotą umysłu oraz szczerością i szlachetnością serca. Wśród wszystkich wielkich uczonych Faraday przedstawia typ niezwykle sympatyczny; postać, w której wielkość umysłu łączyła się z głębią uczucia.

Faraday urodził się dnia 22 września 1791 roku jako jedno z dziesięciorga dzieci biednego kowala z pod Londynu. Wobec tak licznego potomstwa o wychowaniu indywidualnem dzieci nie było oczywiście mowy. Do szkół Faraday nigdy nie uczęszczał, a mając lat 13, musiał już zarabiać na swój byt. Dostał posadę terminatora u introligatora i tu styka się bliżej z książkami i uczy się je miłować. Z prawdziwie dziecięcą namiętnością w chwilach wolnych od zajęć zatapia się w lekturze. Początkowo czyta wszystko, cokolwiek dostaje się do jego rąk, później

się rozsmakowuje. Przekonuje się, że zajmują go specjalnie dzieła treści naukowej, zwłaszcza fizykalno-chemicznej. Wraz z lekturą książek powstaje w sercu jego żywe pragnienie osobistego sprawdzenia prawd naukowych; chciałby sam wykonywać doświadczenia i pracować nad dalszemi zdobyczami wiedzy. Odczuwa intuicyjnie, że uczeni starają się z obsłonek ułudy wyłuskać ziarno prawdy, prawda zaś zdaniem jego jest najwyższym ideałem wszelkiej doskonałości i moralności. Młody, głęboko religijny umysł chłopca widzi więc w pracy naukowej prawdziwą służbę bożą i najlepszą drogę do doskonałości etycznej.

Skromnemi środkami swemi stara się więc mały Michał powtarzać wyczytane w książkach doświadczenia. Napotyka przytem na wielkie trudności, które jednak nie hamują jego pędu ku nauce.

Wtedy właśnie nadarza się sposobność wysłuchania odczytów doskonałego i cieszącego się już wtedy wielką sławą fizyka, sir Humphry Davy'ego. Młodzieniec tak intensywnie wsłuchuje się w słowa uczonego, że potrafi opracować jego wykłady i zilustrować je pomysłowemi rysunkami. Pracę przesyła wprost Davy'emu, załączając krótki list, w którym przedstawia mu swoją chęć poświęcenia się pracy umysłowej oraz prosi go o ewentualną pomoc.

Davy stwierdził ze zdziwieniem, że młody jego słuchacz doskonale zrozumiał trudną naukową treść jego wykładów i przyjął go jako laboranta, którego głównem zadaniem było przygotowywanie doświadczeń do wykładów profesora. Takim to dziwnym zbiegiem okoliczności ubogi, młody Michał dostaje się do wnętrza pracowni fizykalnych i może czerpać swe

wiadomości bezpośrednio u samego źródła wiedzy. Już nieco później jest asystentem naukowym i w tym charakterze odbywa u boku Davy'ego wielką podróż do Włoch i Francji. Podróż ta znakomicie rozszerza jego horyzonty umysłowe. Faraday styka się w czasie tej podróży z wielkimi uczonymi epoki, poznaje Ampère'a, Gay-Lussac'a, Voltę i Arago. Przygląda się zbliska pracy badawczej tych uczonych. Jedno tylko ma wtedy zmartwienie: jego stosunki osobiste z Davy'm psują się, do czego przyczynia się w wielkim stopniu żona Davy'ego. Pani Davy bowiem odczuwa nieokreśloną antypatję do młodego asystenta i stara się na każdym kroku manifestować swoją niechęć. Jawnie używa więc Faraday'a do rozmaitych posług lokajskich, nie omijając żadnej sposobności do upokorzenia go. Przyszły wielki uczony znalazł jednak w sobie tyle siły woli, że znosił wszystkie te przykrości.

Po powrocie do Anglji rozpoczyna Faraday okres intensywnej pracy naukowej. Począwszy od roku 1821 zdobywa coraz częściej drobne sukcesy, a sława jego imienia zaczyna już wtedy rozszerzać się poza granice Anglji. Przyjaciele młodego uczonego wystawiają już w roku 1823 jego kandydaturę na członka Królewskiego Towarzystwa Nauk (Royal Society of Science). Tym razem jawnie wybucha tajona dawno zazdrość Davy'ego przeciwko byłemu podwładnemu. Jako prezes Towarzystwa Nauk Davy dokłada wszelkich starań celem usunięcia kandydatury Faraday'a. Trudności te atoli sprawiają tylko opóźnienie terminu przyjęcia Faraday'a w poczet członków Towarzystwa. Mimo doznanych krzywd Fa-

raday nigdy nie zapomniał, że dzięki Davy'emu otworzyły się przed nim podwoje pracy naukowej i nigdy też nie wyraził się ujemnie o swoim byłym mistrzu.

W roku 1825 Faraday zostaje mianowany dyrektorem pracowni Instytutu Królewskiego i wtedy zaczyna specjalnie badać związki zachodzące między elektrycznością i magnetyzmem. Jak już wiemy, prace te zdobyły mu w roku 1831 pierwszy wielki sukces. W następnych latach bada zjawiska chemiczne, wywołane przez prąd elektryczny, i kładzie przytem fundamenty dzisiejszej teorji elektrolizy.

Wielki uczony pracuje bardzo intensywnie. Codziennie rano przybywa regularnie o tej samej porze do swego laboratorjum, a późnym wieczorem powraca do domu doszczętnie wyczerpany duchowo i fizycznie. Nadmiar pracy oraz lekceważenie własnego zdrowia doprowadzają w czterdziestych latach zeszłego stulecia zasłużonego uczonego niemal do kataklizmu. Na kilka lat Faraday musi przerwać swą pracę twórczą, którą rozpoczyna jednak ponownie w roku 1848.

Pod koniec życia świetny uczony cieszył się ogólnym szacunkiem i uznaniem kolegów. Sława i sukcesy nie zdołały jednak zmienić jego prostolinijnego, szczerego charakteru. Gdy chciano go obdarować tytułem szlacheckim, oświadczył z prostotą, że chce do końca życia pozostać zwyczajnym Michałem Faraday'em.

Słusznie postąpił wielki uczony: wielu bowiem jest i było sirów i lordów w Wielkiej Brytanji, atoli tylko jeden urodził się Michał Faraday na ziemi brytyjskiej.

Zasłużony mąż nauki zmarł dnia 26 sierpnia 1867 roku.

Dzieje elektrotechniki prowadzą w prostej linji od Volty i Galvani'ego poprzez Ampère'a i Oersteda do Faraday'a. Aż do Faraday'a dzieje te przypominają jednolity pień drzewa, nie posiadający bocznych odgałęzień. Od czasów Faraday'a rozwija się korona owego drzewa, zdobna w przemnogą ilość mniejszych lub większych bocznych odnóg.

Wspomniałem już o tem, że badania Faraday'a stanowią zaranie radjotechniki, jednak i zwyczajna telegrafja elektryczna „z drutem" mogła się rozwinąć dopiero od czasów wielkiego uczonego angielskiego, to znaczy od chwili odkrycia prądów indukcyjnych i ustalenia związków zachodzących między elektrycznością a magnetyzmem. To samo powiedzieć można o telefonie, a nawet rozwój oświetlenia elektrycznego uwarunkowany był rozwojem prądnic, generatorów, dynamomaszyn elektrycznych, dostarczających siły elektrycznej za pośrednictwem przewodów na odległość kilkunastu kilometrów.

Wśród tej przedziwnej mnogości działów elektrotechniki niewątpliwie miejsce naczelne należy się technice wytwarzania prądu elektrycznego, stanowiącej trzon gospodarki elektro-energetycznej.

Jak wiemy, już Faraday, odkrywszy w roku 1831 prądy indukcyjne, skonstruował pierwszą maszynę dynamoelektryczną. Faraday był uczonym pracującym i tworzącym dla samej przyjemności badania, dla chęci dotarcia do źródeł prawdy. Nad wykorzystaniem praktycznem swoich badań Faraday się nie

zastanawiał; obce mu były ambicje techniczne. Zasługa transponowania jego odkryć na płaszczyznę użyteczności należy się innym genjalnym wynalazcom, a przedewszystkiem: Belgijczykowi Z. Th. Gramme'mu oraz Niemcowi Wernerowi v. Siemens.

Zénobe Théophile Gramme był z zawodu cieślą i jako cieśla pracował w Paryżu w Compagnie L'Alliance, zajmującej się budową rozmaitych maszyn elektrycznych. Zachęcony sukcesami tej fabryki, Gramme uzupełnił poważne luki swej wiedzy fizykalnej i zbudował już w roku 1869 pierwszą prądnicę prądu stałego, a w dziewięć lat później maszynę prądu zmiennego. Maszyny jego znajdowały się w r. 1878 na wystawie światowej w Paryżu i przyczyniły się w wielkim stopniu do propagowania elektrotechniki.

Jeszcze większe zasługi na polu postępu elektrotechniki położył Werner von Siemens, jeden z największych umysłów technicznych wszystkich czasów, człowiek obdarzony proroczem odczuwaniem wielkiego posłannictwa techniki, doskonały wynalazca i genjalny organizator pracy. Werner von Siemens jest twórcą techniki prądów o wysokiem napięciu, techniki umożliwiającej zaopatrywanie prądem elektrycznym ogromnych terenów z jednej centrali.

Siemens urodził się dnia 13 grudnia 1816 roku w Lenthe, niedaleko Hannoweru. Już jako uczeń gimnazjum zdradzał wielkie zainteresowanie dla nauk przyrodniczych. Postanowił poświęcić się studjom technicznym. Sto lat temu niełatwo jednak było zrealizować takie zamiary. Nie znano jeszcze wtedy wyższych uczelni technicznych a jedynie szkoły

wojskowe udzielały swoim uczniom pewnych wiadomości technicznych. Jesienią roku 1834 wstępuje Siemens wobec tego do pruskiej artylerji, gdzie pod kierunkiem znakomitych uczonych Ohma i Magnusa dowiaduje się o najnowszych badaniach naukowych.

Uzyskawszy szlify oficerskie, oddaje się Siemens z zapałem pracy wynalazczej. W tym wczesnym okresie swej twórczości konstruuje rozmaite aparaty, mające zastosowanie w dziedzinie wojskowości. Każdy jego pomysł nacechowany jest głębokiem zrozumieniem istoty zagadnienia, a do rozwiązania problemu zabiera się Siemens z naukową gruntownością i precyzją.

W roku 1846 konstruuje Siemens telegraf wskazówkowy. Wynalazek ten zdobywa mu uznanie władz przełożonych, a gdy w roku następnym w pruskim sztabie generalnym utworzona zostaje komisja telegraficzna, młody wynalazca powołany zostaje na jej członka. Głęboka wiedza fachowa i nieprzeciętny zmysł organizacyjny sprawiają, że Siemens staje wkrótce na czele tej komisji. W latach 1848 i 1849 pod jego kierownictwem powstają pierwsze niemieckie linje telegraficzne Berlin-Frankfurt nad Menem i Berlin-Verviers.

Przewidując rozwój telegrafji elektrycznej, porzuca Siemens służbę wojskową i wraz z braćmi swymi oraz Janem Georgiem Halske zakłada firmę Siemens & Halske. Firma ta zajmowała się pierwotnie tylko budową aparatów telegraficznych i ich zakładaniem. W miarę rozwoju elektrotechniki zakres działalności firmy stale się powiększał, a równocześnie powsta-

wały w wielu krajach filje, częściowo pracujące zupełnie autonomicznie. Werner Siemens wiedział jednak, że podstawą powodzenia jego przedsiębiorstwa jest stały postęp techniki, i wobec tego zajmował się nietylko administracją firmy, lecz ustawicznie kontynuował również prace naukowo-wynalazcze. Niema chyba dziedziny elektrotechniki, w którejby zakłady siemensowskie nie dały ludzkości nowych udoskonaleń i nowych świetnych pomysłów.

Maszyna dynamoelektryczna Siemensa rozwiązała niezwykle aktualny w drugiej połowie zeszłego stulecia problem stworzenia dostatecznie silnego źródła energji dla stale wzrastającego zapotrzebowania prądu elektrycznego. Od czasu jej wynalezienia Siemens zajmuje się specjalnie intensywnie zakładaniem elektrowni w wielu miastach niemieckich.

Dnia 31 maja 1879 r. demonstruje Siemens na wystawie przemysłowej w Berlinie pierwszą kolejkę elektryczną. Ludzie przyglądali się ze zdumieniem tej dziwnej kolejce, uważając ją raczej za miłą zabawkę, aniżeli za rzecz użytku powszechnego. A jednak — już w 17 lat później, w roku 1896, miała Europa 907 kilometrów toru tramwajowego, po którym kursowało 1747 wozów. W Ameryce zbudowano pierwszą kolejkę elektryczną w roku 1880, a już w szesnaście lat później tor kolejek elektrycznych w Stanach Zjednoczonych miał 20 000 kilometrów długości, czyli połowę obwodu równikowego Ziemi. Widać, że Ameryka bardzo intensywnie zabrała się do wykorzystania europejskiego pomysłu.

Liczne tytuły i zaszczytne odznaczenia są zewnętrzną nagrodą pracy życiowej Siemensa. Jego

samego zapewne największem zadowoleniem moralnem napełniła świadomość wielkości dokonanego dzieła.

Werner von Siemens zmarł dnia 6 grudnia 1892 r.

Watt stworzył dla nas potężną armję stalowych niewolników, tysiąckrotnie pomnożył nasze siły, dostarczył nam energji w nadmiarze. Siemens nauczył nas dzielić te gigantyczne źródła energetyczne na mniejsze jednostki, uczynił zapotrzebowanie sił elektrycznych powszechnem, stworzył pierwsze projekty oplątania całych kontynentów przewodami potężnych elektrowni okręgowych.

Watt i Siemens są twórcami epoki maszyn, epoki gospodarki energetycznej.

V

Narodziny samochodu

O królu francuskim Ludwiku XV wiemy z dzieł historyków, że brał udział w szeregu wojen, że w swych wystąpieniach politycznych naogół nie miał szczęścia, że nierozsądną gospodarką doprowadził Francję do całkowitej ruiny, że lubił festyny, uczty i zabawy. Wszelako o jednym z najciekawszych może czynów króla Ludwika XV-go nie wspominają dzieła historyków. Otóż ten mało inteligentny władca zainteresował się — może zresztą uległ tylko kaprysom jakiejś uroczej damy dworu — pierwszym samochodem! Sprawa ta jest szczególnie ciekawa z tego powodu, ponieważ narodziny automobilu nastąpiły

na kilka lat przed uzyskaniem przez Watta patentu na maszynę parową!

Wynalazcą pierwszego samochodu był Francuz Nicolas Joseph Cugnot, urodzony w roku 1725. Jako młodzieniec przebywał w Niemczech, a pierwsze jego prace techniczne zyskały mu uznanie i poparcie elektora saskiego. W roku 1763 Cugnot powrócił do Francji. Był już wtedy inżynierem wojskowym i przemyśliwał nad konstrukcją nowych karabinów. Zastanawiał się również nad problemem łatwiejszego transportu armat. Wiedział, że losy bitew w wysokim stopniu zależą od sprawności artylerji i zdawał sobie sprawę z tego, że niemożność prędkiego przerzucania oddziałów artylerji może być przyczyną klęski. Cugnot chciał więc skonstruować wóz pędzony siłą pary, który byłby wyposażony w siłę większą od zwierzęcej siły pociągowej. Ta idea przyświecała więc pierwszemu konstruktorowi samochodu! Jadąc citroënem, packardem lub choćby nawet zwyczajnym, lecz wytrzymałym fordem, nie zdajemy sobie wcale sprawy z faktu, że właściwie prototyp samochodu pomyślany był jako dogodny środek do przewożenia armat.

Pierwszy swój wehikuł zbudował Cugnot już w roku 1765. W pięć lat później, uzyskawszy poparcie rządu francuskiego, a w szczególności ministra Choiseula, Cugnot buduje w swym warsztacie nowy samochód, poruszający się na trzech kołach, zaopatrzony w maszynę parową typu przypominającego maszynę Watta. Wóz rzeczywiście — jechał. Niestety, niedobrze działała kierownica skonstruowana widocznie zbyt słabo. Ciężki —

jak na owe czasy — wehikuł rozpędził się do prędkości czterech kilometrów na godzinę (!), najechał na mur, rozbił przeszkodę i stanął lekko uszkodzony. Niezwykły widok rozbijającego mury wozu wywołał prawdopodobnie niemiłe wrażenie na ministrze Choiseulu, który odtąd stale odmawiał wszelkich dalszych subwencyj na kontynuowanie prób i budowanie nowych wozów mechanicznych.

Decyzja ministra zniechęciła Cugnota do rozpoczętego dzieła. Porzucił więc myśl budowania automobilów i zajął się innemi pracami. Po ustąpieniu Choiseula z rządu losem wynalazcy zainteresował się sam król i wyznaczył mu dożywotnią pensję. Kiedy nastały czasy rewolucji francuskiej, Cugnot popadł w skrajną nędzę. Dopiero Napoleon Bonaparte ponownie udzielił mu wsparcia, jednak zasłużony inżynier nie cieszył się niem długo. Zmarł w roku 1804.

Historyczny wóz zdobi obecnie salę słynnego muzeum paryskiego „Conservatoire des Arts et Métiers".

Genjalny Watt również zastanawiał się nad możliwością przystosowania maszyny parowej do lokomocji, a jego najbliższy współpracownik William Murdock zbudował faktycznie już w roku 1784 poruszającą się na szynach lokomotywę. Watt był jednak zdania, że budowa parowozów w tych czasach się jeszcze nie opłaci, i dlatego firma jego zaprzestała dalszej pracy w tej dziedzinie.

Sukcesy Stephensona na polu kolei żelaznych stały się dla wynalazców podnietą do ponownego podjęcia prób konstruowania samochodów-parowozów. W latach trzydziestych zeszłego stulecia zda-

wało się już, że problem jest rozwiązany i że w najbliższych latach wszędzie na całym świecie pojawią się pędzące po szosach bezkonne wehikuły. W Anglji zaczęły powstawać towarzystwa finansujące przedsiębiorstwa pocztowych wozów parowych. Działalność tych towarzystw spotkała się jednak ze zdecydowanym sprzeciwem szerokich warstw społeczeństwa, bowiem z różnych względów obawiano się niezwykłych wozów. Sądzono, że nikt już nie będzie mógł spokojnie wędrować po szosach, gdyż stale grozić będzie niebezpieczeństwo przejechania przez jeżdżące z zawrotną prędkością około 6 do 10 kilometrów na godzinę pocztowe dryndy parowe; a właściciele konnych pojazdów obawiali się poważnie konkurencji parowych koni. Nic dziwnego więc, że w atmosferze tak nieprzychylnego dla bezkonnych wozów nastroju parlament angielski uchwalił ustawę bardzo szkodliwą dla dalszego rozwoju automobilizmu. Ustawa nałożyła bardzo wysokie podatki na właścicieli wozów parowych, a ponadto zawierała przepis, mocą którego przed każdym takim wehikułem postępować musiał człowiek, niosący dużą widoczną zdaleka chorągiew i ostrzegający ludzi przed niebezpieczeństwem przejechania. Rząd angielski, jak widzimy, dbał bardzo o bezpieczeństwo swych obywateli!

Wspomniana ustawa uniemożliwiła oczywiście dalszy rozwój automobilizmu w Anglji. Trzeba jednak zaznaczyć, że i bez tej uchwały parlamentu wozy parowe, prototypy dzisiejszych samochodów, nie miały widoków powodzenia. Maszyna parowa nadawała się do lokomocji jedynie w postaci lokomotywy, poruszającej się na solidnie zbudowanych szynach. Znaczna waga motoru parowego okazała

się dogodną i celową jedynie w wypadku, kiedy lokomotywa musiała ciągnąć długi sznur wozów. W zastosowaniu do pojedyńczych wozów, przeznaczonych do komunikacji na szosach i drogach polnych, motor parowy był stanowczo za ciężki. A trzeba jeszcze uwzględnić, że szosy przed stu laty znajdowały się w stanie godnym pożałowania. W średniowieczu ludzie nie troszczyli się zbytnio o utrzymanie ulic, szos i dróg w stanie należytym. Jedynie nieliczne szosy budowane przez starożytnych Rzymian mogły służyć do komunikacji wozami parowemi. W rozwoju automobilizmu musiał więc wskutek braku odpowiedniego lekkiego motoru oraz złego stanu dróg nastąpić chwilowy zastój.

Zanim więc problem automobilizmu mógł wejść na drogę rozwiązania, musiał się pojawić mocny, lekki i zajmujący mało miejsca silnik. Takim właśnie motorem, czyniącym zadość wymienionym warunkom, jest motor spalinowy.

Myśl zbudowania takiego motoru sprecyzował już właściwie około roku 1800 Francuz Lebon, propagator oświetlenia gazowego. Lebon zamierzał w mocno zbudowanej kamerze wybuchowej doprowadzać gaz świetlny do nagłej eksplozji. Siła mechanicznego rozpędu cząsteczek gazowych miała wypychać tłoczek, połączony z kołem rozpędowem, wprawiając w ten sposób koło w ruch. Każdorazowo, kiedy tłoczek powracał do pierwotnego miejsca, nowy wybuch gazu miał go ponownie odrzucać wstecz. Pomysł Lebona przedstawia nam już wyraźnie ideę silnika spalinowego, to znaczy takiego motoru, przy którym spala-

nie paliwa następuje w samym silniku, wobec czego energja uzyskana z nagłego spalania gazu bezpośrednio działa na tłok. Inaczej, jak to już wiemy, sprawa przedstawia się przy maszynie parowej: energja cieplna, uzyskana przez spalanie węgla, służy tu najpierw do zamiany wody na parę, która zkolei wprawia dopiero tłoki w ruch.

Upłynęło kilkadziesiąt lat, zanim pomysł Lebona doczekał się realizacji. J. J. Etienne Lenoir zbudował pierwszy motor spalinowy w roku 1860-tym. Lenoir był typem niestrudzonego wynalazcy. Pochodził z bardzo biednej rodziny, a gdy, mając zaledwie szesnaście lat, zawitał do Paryża, miał pustki w kieszeniach i nie rozporządzał żadnemi wiadomościami. Początkowo zarabiał na życie jako kelner, później był emaljerem, a następnie zajmował się galwanoplastyką. Interesował się żywo każdym problemem technicznym i już jako emaljer okazał się twórczym wynalazcą, opracowując sposób produkowania białej emalji. Później konstruuje elektryczny hamulec, motor elektryczny własnego pomysłu, samopiszący telegraf i cały szereg drobniejszych przyrządów. Najbardziej wszelako zasłużył się dla techniki przez zbudowanie pierwszego silnika spalinowego. Silnik jego pracował na gazie świetlnym, a wybuchy powstawały pod wpływem małej iskry elektrycznej, przeskakującej pomiędzy elektrodami, umieszczonemi we wnętrzu komory wybuchowej, znajdującej się ponad cylindrem tłokowym.

Wynalazkiem tym zdobył sobie Lenoir prawie odrazu ogólny rozgłos. Nie było w latach 1860 i 1861 gazety, któraby nie wspominała o niezwykłym sil-

niku i jego zaletach. Najważniejszą jednak była okoliczność, że odtąd cały szereg konstruktorów poświęcił się tej nowej gałęzi techniki. Młody koloński kupiec Otto dowiedział się o szczegółach maszyny Lenoira z gazet i na podstawie wyczytanych notatek zbudował sobie mały model dość sprawnie pracujący. Zachęcony sukcesem zgoła niespodziewanym — Otto aż do owej chwili bowiem bardzo mało interesował się techniką — wymyślił inny typ silnika spalinowego. Według jego wskazówek znajomy mechanik zbudował zaprojektowany aparat. Ten pierwszy silnik typu Otto zasługuje na specjalną uwagę, bowiem motor ten pracował już według przyjętego dziś powszechnie w automobiliźmie systemu pracy czterotaktowej.

Ponieważ silnik spalinowy odgrywa tak bardzo ważną rolę, zarówno w automobiliźmie, jak również w lotnictwie, wyjaśnijmy w krótkości jego działanie. Jako paliwo używana jest obecnie prawie zawsze benzyna, a właściwie, mówiąc ściślej, benzyna zmieszana z powietrzem. Specjalna część silnika, tak zwany karburator, służy do gazowania benzyny i uzyskania przepisowej mieszanki powietrza i gazu benzynowego. Ta mieszanka, — będąca jakby atmosferą, którą oddycha silnik, — dostaje się przez zawór wlotowy, czyli odpowiedniej konstrukcji wentyl, do tak zwanej komory wybuchowej. W chwili, kiedy mieszanka wypełnia komorę, tłok zaczyna opuszczać się nadół. Jest to tak zwany takt ssania, czyli pierwszy takt. Z chwilą kiedy tłok obniżył się maksymalnie, zawór wlotowy zamyka się i tłok posuwa się znów wgórę, ściskając mieszczącą się ponad nim w komorze wy-

buchowej mieszankę. Takt ten nazywa się taktem sprężania. W momencie, kiedy tłok zajął już pozycję najwyższą, działa „świeca“, czyli iskiernik, następuje wybuch, pod którego wpływem tłok zostaje odrzucony całą siłą wdół. Jest to trzeci takt, czyli takt pracy, bowiem właściwie tylko w czasie wybuchu motor pracuje. Przy czwartym takcie, wydechowym, tłok posuwa się znów wgórę, wypychając przez otwarty wówczas zawór wydechowy spaloną mieszankę. Potem znów następuje takt ssania i tak dalej.

Zwróciłem już uwagę na okoliczność, że pracę użyteczną silnik spalinowy wykonuje tylko w czasie trzeciego taktu. Pierwszy, drugi i czwarty takt następują pod wpływem siły bezwładności koła rozpędowego wprawionego w ruch w czasie taktu pracy. Zawór wlotowy i zawór wydechowy są zapomocą kół zębatych tak połączone z wałem silnika, obracanego przez tłok, że tylko w czasie pierwszego taktu otwiera się zawór wlotowy, a w czasie czwartego taktu zawór wylotowy, czyli wydechowy. Podobnie również i świeca działa tylko w czasie trzeciego taktu.

Należy jeszcze wyjaśnić, skąd bierze się prąd elektryczny, potrzebny do wytwarzania iskier. Samochód posiada swój akumulator, który, zasilając w czasie jazdy prądem „świecę“, równocześnie pobiera od dynama prąd. Dynamo zaś połączone jest z silnikiem, lepiej powiedziawszy, z wałem silnika. W ten sposób samochód sam automatycznie zaopatruje się w prąd, który służy jeszcze do oświetlenia wozu.

Pod wpływem wybuchów wytwarza się ciepło, które produkowane w nadmiernej ilości mogłoby

oczywiście być źródłem niebezpieczeństwa pożaru. Różnorakiego systemu chłodnice w zupełności usuwają tę możliwość.

Dając szkic właściwie już współczesnego silnika samochodowego, wyprzedziłem nieco bieg wypadków historycznych. Należy jednak zaznaczyć, że w ciągu dziesięcioleci udoskonalano budowę silników automobilowych prawie wyłącznie przez ulepszanie samych tylko szczegółów — uzyskując w ten sposób wyniki nadzwyczajne — zasadniczy zaś schemat tych motorów nie ulegał prawie zmianom.

Kontynuujmy jednak ciekawą historję Otto'a i jego twórczości. W roku 1864 Otto zawarł spółkę z inżynierem Eugenjuszem Langenem i stworzył jedno z pierwszych — prawdopodobnie nawet najpierwsze — przedsiębiorstwo fabrykacji silników spalinowych. Sojusz z Langenem okazał się bardzo korzystnym. Langen był świetnym technikiem i przyczynił się znacznie do ulepszenia modeli swego wspólnika. Cieszył się poza tem bardzo wielkiem uznaniem w kołach fachowych i miał szerokie stosunki, sięgające daleko poza granice państw niemieckich. W r. 1867 firma „Otto i Sp." wysyła swoje eksponaty na wystawę w Paryżu i zdobywa złoty medal, gdyż sumienne badania komisji fachowej wykazały wyższość maszyny niemieckiej nad maszyną Lenoira. Mimo sukcesu firma w następnych latach walczyć musi z wielkiemi trudnościami finansowemi. Nowy etap rozwoju rozpoczął się w roku 1872, z chwilą, gdy wspólnikiem firmy został Gottlieb Daimler.

Daimler ulepszył organizację pracy i zracjonalizował metodę produkcji silników spalinowych. Dzięki niemu przedsiębiorstwo rozwinęło się świetnie. W roku 1877 Otto uzyskał patent na swój silnik czterotaktowy. Datę tę uważa się naogół za prawdziwą datę narodzin współczesnego motoru samochodowego.

Otto i Langen zamierzali ograniczyć się wyłącznie do budowy samych motorów. Daimler w przeciwieństwie do swych wspólników chciał w pierwszym rzędzie budować samochody. Prawdopodobnie na skutek tej różnicy zdań i zamiarów Daimler wystąpił w roku 1882-gim z firmy i stworzył w Cannstatt warsztat przeznaczony do wyłącznej budowy automobilów. Już w następnym roku Daimler uzyskał patent na maszynę własnej konstrukcji. A kiedy ponownie upłynął rok, Daimler wyjeżdża z swego ogrodu na pierwszym swym samochodzie.

Czy był to pierwszy wogóle na świecie samochód z silnikiem spalinowym?

Samochody systemu Daimlera zyskały sobie w następnych latach największą sławę i dlatego omówiliśmy tu tak szczegółowo dzieje ich powstania. Sława priorytetu jednak należy do innych konstruktorów. Już w roku 1879 bowiem amerykanin Selden podał wniosek o patent na samochód własnej konstrukcji. Jeszcze wcześniej, bowiem już w sześćdziesiątych latach zeszłego stulecia, prowokował Siegfried Marcus wiedeńską policję hałasem motoru swego automobilu! A przyznać należy, że silnik pomysłu Marcusa jakością dorównywał, a może nawet przewyższał współczesne mu maszyny firmy Otto i Langen.

Marcus używał już benzyny jako paliwa, skon-

struował pierwszy karburator i zaopatrzył swój motor w chłodnicę wodną. Prace Lenoira i Otto'a były dla Marcusa bodźcem do podjęcia pierwszych prób. Zwyczajny wóz drewniany posłużył jako „karoserja", a motor umieszczony był na przedniej części wozu. Zapomocą pomysłowego systemu przekładni można było regulować prędkość jazdy i uzyskać trzy różne prędkości. Wóz swój zaprezentował Marcus na wystawie światowej w Wiedniu w roku 1873.

Dwa lata później wynalazca skonstruował drugi wehikuł, ulepszony, i wykonał szereg próbnych jazd po Wiedniu i okolicy. Niestety, policja zabroniła mu dalszych demonstracyj samochodu, gdyż hałas motoru mącił idyliczny spokój naddunajskiej stolicy.

Usiłowania Marcusa poszły w zapomnienie, on sam zaś umarł w ubóstwie. Jedynym pomnikiem, utrwalającym pamięć po nim, jest jego samochód, przechowywany obecnie w wiedeńskiem muzeum technicznem. Tym sposobem działalność Marcusa pozostała bez wpływu na dalszy rozwój automobilizmu, a sława głównego propagatora idei przypadła w udziale Daimlerowi.

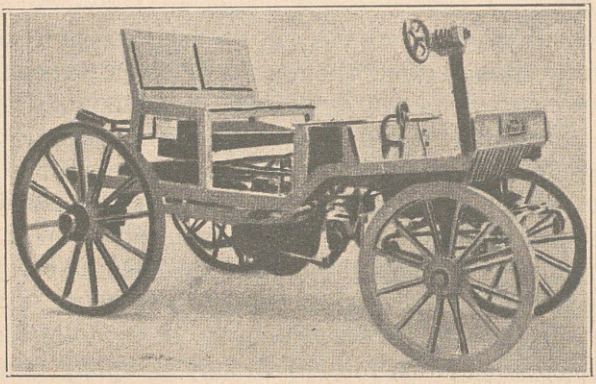
Pierwszy samochód Daimlera poruszał się z prędkością maksymalną 18 kilometrów na godzinę i zaopatrzony był w motor o sile $1^1/_2$ HP. Do roku 1889 fabryka w Cannstatt wypuściła na rynek światowy cały szereg samochodów. W roku tym Daimler sprzedał swój patent francuskiej firmie Panhard & Levassor, która potrafiła, razem z firmą Peugeot, w krótkim czasie zainteresować automobilizmem cały świat.

Od tego czasu zaczyna się zawrotny rozwój automobilizmu. Dziwny splot najrozmaitszych wynalazków i odkryć przyczynił się do tego nagłego rozmachu produkcji samochodowej. Pierwsze automobile były zwyczajnemi dryndami, wozami, w które wmontowany był motor. Niebawem jednak przekonano się, że automobil wymaga specjalnie zbudowanego podwozia i że przedewszystkiem zwiększenie prędkości jest tylko wtedy możliwe, jeśli koło otoczymy sprężystemi, elastycznemi obręczami. Z prędkością kilkudziesięciu kilometrów na godzinę nie mógłby się poruszać, nawet po idealnie dobrej szosie, żaden wóz, niezaopatrzony w opony gumowe.

John Boyd Dunlop uzyskał na końcu zeszłego stulecia patent na opony rowerowe, a później fabrykował na wielką skalę opony samochodowe. Opony do rowerów i automobilów można było jednak tylko dlatego fabrykować, ponieważ jeszcze o kilkadziesiąt lat wcześniej Charles Goodyear wynalazł sposób produkowania nadającej się do tego celu gumy. Bez pracy Goodyeara nie można więc wyobrazić sobie niezwykłego rozwoju automobilizmu.

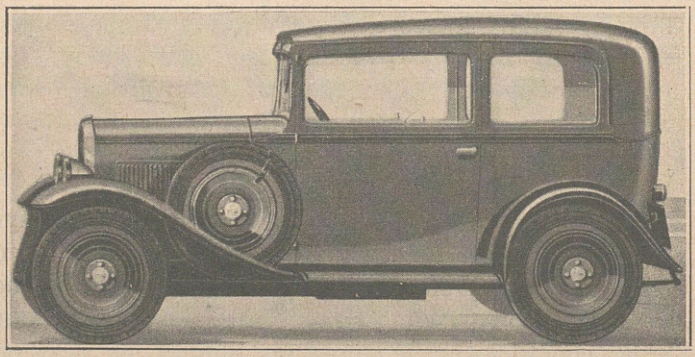
Kim był Goodyear i jak doszedł do swego odkrycia?

Ojciec Goodyeara był kupcem handlującym żelazem i stalą, ale syn jego nie był handlarzem; żelazem i stalą się nie interesował. Charles Goodyear miał tylko jedną myśl, jedno marzenie, jedną ideę: chciał stworzyć gumę nie lepiącą się oraz odporną na wilgoć i promienie słońca. Mieszał kauczuk z kredą i magnezją, z proszkiem bronzu i z in-



Pierwszy samochód z motorem spalinowym wiedeńczyka Marcusa.

A oto:



Współczesny samochód.

nemi materjałami, gdyż zamierzał stworzyć z gumy materjał elastyczny i giętki, a wytrzymały jak metal.

Goodyear nie był chemikiem i nie miał żadnych wiadomości, nabytych pod światłem kierownictwem dobrych nauczycieli, lecz pracował z zapałem i z postanowieniem nie przerwania pracy bez zdobycia ostatecznego sukcesu. Był samoukiem, a jednak nowojorska Akademja Nauk odznaczyła go specjalnym medalem pamiątkowym. Po tem odznaczeniu nie spoczął na akademickich laurach, lecz pracował dalej, a pracując zaniedbywał swe interesy, wskutek czego stracił wszystko i został człowiekiem biednym, bez centa w kieszeni.

Na szczęście znalazł dobrego przyjaciela Haywarda, z którym dalej razem pracował nad ulepszaniem własności kauczuku. Goodyear i Hayward wreszcie odkryli, że przez dodanie kwiatu siarkowego do kauczuku guma staje się mniej lepiącą. Ponownie jednak Goodyear stracił z trudem zdobyty majątek i popadł w najskrajniejszą nędzę. Głód zajrzał do domu Goodyeara, lecz wynalazca, nie bacząc na nędzę, w łachmanach dalej pracował nad ulepszaniem gumy. I właśnie wtedy, kiedy znalazł się w położeniu bez wyjścia, bliski rozpaczy, odkrył, że dla uodpornienia gumy należy zmieszany z siarką kauczuk ogrzewać do pewnej określonej temperatury, a potem ostudzić. Był to niezmiernie ważny wynalazek. W tych ciężkich dniach Goodyear spreparował również tak powszechnie dziś używany ebonit.

Czara cierpień niestrudzonego wynalazcy jednak jeszcze się nie wypełniła. Za liczne długi Goodyear został wtrącony do więzienia, skąd wydostał się tyl-

ko dzięki wstawiennictwu dwóch przyjaciół. Ponownie stanął do walki z życiem i jął się sprzedaży swej doskonałej, wulkanizowanej gumy.

Zdawało się, że nastąpią lepsze czasy dla nieugiętego wynalazcy. W roku 1855 Goodyear wysłał duży transport swych wyrobów gumowych do Paryża na wystawę światową, zdobywając wielki sukces. Cesarz Napoleon odznaczył go krzyżem legji honorowej. Lecz niespodziewanie spotkał go nowy, ostateczny cios. Niejaki Hancock skorzystał z okoliczności, że Goodyear nie opatentował swej metody produkowania gumy, i już w roku 1843 zgłosił skradziony Goodyearowi pomysł do urzędu patentowego, a obecnie wystąpił bezczelnie na drogę sądową przeciwko Goodyearowi. Sąd francuski przyznał Hancockowi słuszność i Goodyear ponownie stracił swój majątek i popadł w długi.

Goodyear, wynalazca metody wulkanizacji kauczuku, odznaczony medalem Akademji nowojorskiej i krzyżem legji honorowej, zmarł w nędzy w r. 1860, w tym samym roku, w którym Lenoir zbudował pierwszy silnik spalinowy.

Dziś każdy samochód pożera rok rocznie kilkanaście kilogramów kauczuku, a ponieważ kilkadziesiąt miljonów nowych automobilów w każdym roku opuszcza fabryki samochodów, nietrudno ocenić, ile miljonów tonn soku kauczukowego produkować muszą drzewa heweje, by sprostać zapotrzebowaniu. Obecnie produkcja światowa tego cennego produktu roślinnego wynosi rocznie około sześciuset tysięcy tonn! Kauczuk stał się tak cennym i ważnym przedmiotem handlu, że jądra politycznych konfliktów

wielkich mocarstw światowych doszukiwać się często należy w problemie konieczności zdobycia własnych terenów, nadających się do zakładania plantacyj kauczukowych.

Rozpatrywanie nasuwających się tu problemów odwiodłoby nas jednak zbyt daleko od naszego zasadniczego tematu. Jedno wszakże należy podkreślić. Samochód swojem zjawieniem się spowodował niesłychany przewrót w stosunkach gospodarczych świata i, co za tem idzie, wywołał wielkie zmiany w układzie politycznym państw światowych. Mamy tu nowy przykład ścisłej zależności stosunków ludzkich od postępu techniki, przykład dziwnej symbiozy człowieka z maszyną.

Jeszcze w innej dziedzinie rozwój automobilizmu przyczynił się w wysokim stopniu do wyjątkowego wzrostu produkcji. Kiedy w sześćdziesiątych latach zeszłego stulecia Amerykanin Ferris propagował oświetlenie naftowe, akcja jego z trudem zdobyła zwolenników dla idei wykorzystania skarbów naftowych ziemi. Nafty używało się do wątpliwych celów leczniczych w dozach minimalnych — aptecznych; przemysł naftowy nie istniał. Obecnie światowa produkcja roczna nafty dochodzi do 200 miljonów tonn, z których większa część znajduje zużycie do celów samochodowych, a sfery fachowe zastanawiają się z pewnem zaniepokojeniem nad względnie bliską perspektywą całkowitego wyczerpania się źródeł nafty na świecie.

Rola dziejowa samochodów atoli na tych faktach jeszcze się nie kończy. Obecnie jesteśmy świadkami przeistaczania się rolnictwa z niezorganizowa-

nego racjonalnie zajęcia wiejskiego w przedsiębiorstwo żywnościowe, przedsiębiorstwo, pomyślane według zasad produkcji fabrycznej. Samochód przyjął na roli kształt traktora; z wozu, służącego celom komunikacji, stał się siłą pociągową i w tej ciekawej metamorfozie okazał się niemniej pożytecznym naszym pomocnikiem.

Trudno już obecnie przewidywać następstwa, wynikające z tej przemiany metody pracy w rolnictwie. Będą one niewątpliwie wielkie i brzemienne w skutki. „W przyszłych latach dwudziestu — pisze Ford — będziemy świadkami równie wielkiego rozwoju w rolnictwie, jaki mieliśmy w ostatnich latach dwudziestu w przemyśle".

VI

Edison

Gdyby tak za naszych czasów zmartwychwstał jeden z owych Rzymian, których zwłoki obecnie wykopujemy w Pompei i Herkulanum, zasypanych blisko 2000 lat temu lawą Wezuwjusza, zapewne długo i szeroko musielibyśmy opowiadać synowi Kwirytów o tych wszystkich zdarzeniach, które zmieniły w ciągu dwóch tysiącleci obraz świata. A gdybyśmy tak zaczęli naszemu zmartwychwstałemu Aulusowi, Flawjuszowi, czy też Publjuszowi opowiadać o królu Attyli, Karolu Wielkim, którymś z Jagiellonów, o Napoleonie, lub innym zdobywcy świata, ku naszemu zdziwieniu stwierdzilibyśmy prawdopodobnie, że te rzeczy wcale a wcale poczciwego Rzymianina nie interesują.

Odpowiedziałby nam mniej więcej tak: „Cóż mi mówicie o jakimś Napoleonie lub Karolu Wielkim? Takich ludzi było i za naszych czasów wielu: był Cezar, Aleksander Macedoński, Hannibal i Scipio. Byli to wprawdzie wielcy wojownicy, jednak tak wielkiego nie dokonali przewrotu, jaki dziś widzę własnemi oczyma. Chyba nie powiecie mi, że Napoleon stworzył owe cudowne lampki, które dziś za naciśnięciem małego guziczka oświetlają wasze mieszkania, albo że Karol Wielki skonstruował wasze samomówiące aparaty, a król Attyla wymyślił sposób uruchomiania martwych obrazów. Wyjaśnijcie mi lepiej, kto stworzył te cuda, o których nawet naszym bogom się nie śniło, bo ci ludzie naprawdę stworzyli nowy świat, dokonali największego przeobrażenia stosunków ludzkich“.

A wtedy musielibyśmy mu opowiadać, jak to lekarz angielski Gilbert zastanawiał się nad elektrycznością, co zdziałał Volta i co wykrył Ampère, a przechodząc do najnowszych wynalazków i odkryć, musielibyśmy bardzo często powtarzać nazwisko jednego człowieka, nazwisko Tomasza Alvy Edisona. Wyjaśniając zasady dynamomaszyny, sposób działania fonografu, lampki żarowej, jak również cud żywych obrazów filmowych, musielibyśmy ustawicznie wymieniać nazwisko wielkiego Amerykanina.

Wielki ten mąż, prawdziwy współczesny Archimedes, król wszechwładny w ogromnem państwie pomysłów i wynalazczości, urodził się dnia 11 lutego 1847 roku. Było to za czasów, kiedy Morse skonstruował pierwszy aparat telegraficzny, kiedy Faraday, Oersted i Ohm badali elektryczność i magne-

tyzm i odkryte prawa przyrody zapisywali w księgach nauki. Wówczas, gdy nie wiedziano jeszcze, że „bursztynowe siły“ oddadzą kiedyś nieobliczalne usługi ludzkości. Wtedy właśnie urodził się Edison.

Już od najwcześniejszej młodości mały Edison zdradzał rozpalający się w jego umyśle płomień genjalności. Już wtedy, kiedy ze starych rupieci i gratów wypożyczonych ze składu ojca, handlarza starzyzną, budował sobie rozmaite przyrządy, jak również później, kiedy był redaktorem i wydawcą gazetki kolejowej, manifestowała się w każdym czynie jego przedwcześnie dojrzała myśl, objawiał się rozwijający się genjusz najwyższej miary. A równocześnie mały chłopiec wykazywał niesłychanie silną wolę, wolę nie uznającą żadnych przeszkód, żadnych rzeczy niemożliwych. Piętrzące się przed nim trudności były dla niego tylko dobremi okazjami do gimnastyki inteligencji i energji.

Stałe pokonywanie trudności, konieczność konstruowania przyrządów nieskomplikowanych i tanich staje się wreszcie jego drugą naturą, a raczej — jego nałogiem.

Nad pierwszemi latami rozwoju przyszłego genjusza czuwał miłujący go anioł stróż — matka małego Tomasza. Kochała go bardzo i zawsze patrzyła z dumą na pierwsze porywy wynalazczości swego umiłowanego synka. Ona jedna zachęcała go do dalszej pracy, dzieląc się z nim jedynem dobrem, jakie posiadała: szczupłą wiedzą swoją. Nauczyła go pisać, czytać, rachować i trochę rysować. To były jedyne lekcje i jedyna szkoła, która Tomaszowi zastą-

piła wykłady i naukę pobieraną przez szczęśliwsze dzieci w gimnazjach, a później na uniwersytetach.

Wcześnie malec zarabia sam na siebie. W pociągach Great Trunk Line jest równocześnie tragarzem, sprzedawcą gazet, ciastek, chleba i inych produktów żywności. W chwilach wolnych od zajęcia, kiedy pociąg pędzi przez rozległe połacie lądu amerykańskiego, malec przesiaduje w wagonie bagażowym i studjuje najrozmaitsze książki, które albo kupuje za drobne swe zarobki, albo też wypożycza w bibljotekach stacyjnych. Interesują go zwłaszcza książki naukowe, a wśród tych znów najwięcej dzieła traktujące o chemji. Postanowił sam przeprowadzać doświadczenia chemiczne i w tym celu urządził sobie własne laboratorjum w kącie wagonu, gdzie z zapałem oddawał się doświadczeniom. Konduktor pociągu, czyli jego bezpośredni zwierzchnik, patrzył na te poczynania z pobłażliwym uśmiechem, jako na zabawki dziecka. Nieszczęście jednak sprawiło, że pewnego razu przy eksperymentach z fosforem omal nie wybuchł pożar, a wtedy to rozgniewany konduktor usunął wszystkie buteleczki, kolby i probówki z wagonu i zabronił mu dalszych doświadczeń.

Tak oto skończył się pierwszy etap badań małego Tomasza. W zanadrzu swej duszy krył jednak niepozorny chłopczyna przeogromny zapas energji i siły woli. Nie dał za wygraną. Po roztworach i związkach chemicznych zainteresował się sztuką pana Gensfleisch Gutenberga i stał się w chwilach wolnych od zajęć kolejowych — drukarzem. Zakupił więc małą drukarenkę i zaczął redagować i wydawać gazetę kolejową, przeznaczoną dla pasażerów. Ze zdziwieniem

podróżnicy kupowali mokrą jeszcze od farby drukarskiej gazetę i dowiadywali się, że redaktorem, autorem wielu artykułów, zecerem, korektorem, wydawcą i sprzedawcą jest mały chłopiec koczujący w wagonie towarowym.

Nieco później malec rozszerza swój warsztat dziennikarski i zaczyna wydawać gazetę w mieście rodzinnem Port Huron. Niedługo trwa również i ta impreza młodzieńcza. Z dziecinną beztroską, no i powiedzmy bez ogródek bezczelnością, Tomasz na łamach swego „Niedyskretnego Pawła“ kpił sobie z różnych znanych obywateli małego miasta. Port Huron zawrzał oburzeniem i młody Edison musiał wreszcie zarzucić swą działalność dziennikarską.

Nie powiodły się doświadczenia chemiczne, działalność redakcyjna wywołała burzę protestów, zabrał się więc Tomasz do telegrafji. Już w czasie swej dziennikarskiej praktyki urządził sobie Edison w domu ze starych gratów i drutów małe urządzenie telegraficzne i dzięki uprzejmości znajomego urzędnika nauczył się telegrafować znakami Morsego.

Mając lat 17, został telegrafistą w Louisville, później w Cincinnati, a wreszcie w Stratford. Nietrudno się domyślić powodów częstych przenoszeń służbowych. Edison nie był dobrym urzędnikiem. Pracę zawodową w głębi duszy uważał za zło konieczne, a całą uwagę swoją skupiał na rozmaitych pomysłach, był już bowiem wtedy całkowicie pochłonięty pracą wynalazczą. W Stratfordzie na stacji urządził sobie małe laboratorjum, w którem pracował tak zawzięcie, że zaszła konieczność ponownego przeniesienia go do Memfis. Niezrażony trudnościa-

mi Edison kontynuuje i tu swą pracę i zdobywa już pierwsze sukcesy. Opracowuje nowy schemat połączeń telegraficznych, zapomocą którego można było znacznie przyśpieszyć przesyłanie telegramów, oraz wynajduje sposób komunikowania się drogą telegraficzną personelu dwóch znajdujących się w ruchu pociągów. Ostatni wynalazek zainteresował dyrekcję kolei żelaznych. Dano Edisonowi do dyspozycji dwa pociągi. I tu dzieje się rzecz niespodziewana. Urządzenie telegraficzne nie funkcjonuje dobrze, następuje katastrofa: zderzenie obu pociągów. Na szczęście nie było przytem ofiar w ludziach; jedyną ofiarą był Edison, którego odrazu wyrzucono z posady.

Jako bezrobotny zjawia się Edison w roku 1869 w Nowym Jorku. Szczęśliwa atoli gwiazda przyświecała młodzieńcowi. Zainteresowały się nim władze Związku Telegrafów Zachodnich. Zostaje zaangażowany do tego towarzystwa w charakterze producenta — wynalazków. W ten sposób ziściły się marzenia Edisona, a ponieważ dochody jego z patentów stale wzrastają, niebawem może założyć własne laboratorjum w Menlo-Park pod Nowym Jorkiem.

Tu wreszcie kończy się stosunkowo krótka epopeja jego tułaczki. Nie będąc już absorbowanym troskami o swój byt oraz kłopotami natury finansowej, Tomasz Alva Edison pracuje intensywnie nad niekończącym się szeregiem pomysłów, staje się słynnym na cały świat „cudotwórcą z Menlo-Park".

W cztery lata później za ciasne stają się mury pracowni w Menlo-Park, zakłada więc nową świątynię wynalazków w Orange. Z kuźni jego laboratorjum wychodzą setki patentów, z których niemal

każdy jest wybitnym i powoduje prawdziwą rewolucję w technice i przemyśle.

Edison konstruuje lampkę żarową, nową dynamomaszynę, udoskonala telefon, wymyśla kinetoskop, przyrząd będący prototypem aparatury filmowej. Edison jest twórcą fonografu, a wynalazkiem tym rozpoczął współczesną erę muzyki mechanicznej. Gdziekolwiek padło spojrzenie genjalnego twórcy, tam z ugorów surowej myśli ludzkiej wyrastały bogate plony technicznych pomysłów. Obok Watta, Siemensa i innych genjalnych techników należy on do wielkich rzeźbiarzy oblicza naszej epoki.

Jak niezwykłe było życie wielkiego wynalazcy, tak niezwykłą również była jego śmierć. Dożył sędziwego wieku 84 lat, lecz jego siła życiowa zdawała się być niewyczerpaną. Prawie przez całe lato 1931 roku mocował się ten olbrzym pracy ze śmiercią. Niemal codziennie obawiano się jego zgonu. Aż wreszcie dnia 18 października spaliły się ostatnie resztki siły życiowej wielkiego Edisona.

Najdonioślejszemi wynalazkami Edisona były niewątpliwie fonograf i lampa żarowa. O fonografie będzie jeszcze mowa w rozdziale o maszynach mówiących. W tem miejscu omówimy pokrótce dzieje oświetlenia elektrycznego.

Już w roku 1801 zauważył Humphry Davy, że w miejscu zetknięcia się dwóch pręcików z węgla powstaje, po połączeniu ich z obwodem silnego prądu elektrycznego, jasne światło w postaci krótkiej, lśniącej smugi. Anglik Wright wykorzystał w roku 1845 to odkrycie Davy'ego do celów praktycznych

i skonstruował pierwszą lampę łukową. Początkowo wielkie trudności sprawiał problem utrzymywania końców pręcików węglowych, mimo ich spalania się, stale w tej samej odległości. Wynalazcy rozmaicie dawali sobie radę z tą trudnością. Do dnia dzisiejszego zachowała się w użyciu praktycznem lampa łukowa systemu Hefner-Altenecka, nadająca się do oświetlania ulic i placów publicznych. Nieco inaczej skonstruowana była tak zwana świeca Jabloczkowa. Świece te oświetlały w czasie wystawy paryskiej w roku 1878 Place i Avenue de l'Opéra, wprawiając w podziw licznych przyjezdnych silnem, jak na owe czasy, światłem. Jednak już na osiem lat przedtem w czasie oblężenia Paryża przez Niemców oświetlenie elektryczne wykazało swą użyteczność wojenną. Skonstruowane zapomocą zwierciadeł parabolicznych reflektory świetlne rzucały snopy jasnego światła na oddziały niemieckie w czasie nocy i umożliwiały artylerji francuskiej rażenie wroga celnemi strzałami.

Mimo użyteczności lamp łukowych przy oświetleniu ulic, lampy te nigdy nie nadawały się do oświetlenia mieszkań z tej prostej przyczyny, że świecą za jasno i są oczywiście za drogie w użyciu domowem.

Zgoła odmienny system lamp elektrycznych zdobył elektryczności monopol oświetleniowy. Już Humphry Davy, odkrywca światła łukowego, zauważył, że cienki drucik platynowy zaczyna się żarzyć, gdy przepływa przez niego prąd elektryczny. Przez kilkanaście lat nikt nie myślał o wykorzystaniu tego odkrycia do celów praktycznych. Dopiero w roku 1854 powstaje pierwsza przededisonowska lampa żarowa.

Twórcą tej lampki był Henryk Goebel, z zawodu optyk, mechanik i zegarmistrz w Nowym Jorku na Monroe-street.

Goebel pierwotnie zainstalował na dachu swego domu lampę łukową, prawdopodobnie dla reklamy, celem zwrócenia uwagi przechodniów na znajdujący się poniżej sklep zegarmistrzowski. Policja sprzeciwiła się takiemu oświetleniu, obawiając się niebezpieczeństwa — pożaru. Wtedy właśnie postanowił Goebel wymyślić inną metodę elektrycznego oświetlenia i po kilkuletnich próbach przekonał się, że zwęglone włókna bambusowe w bańkach próżniowych wydają z siebie jasne światło, gdy przepływa przez nie prąd elektryczny. Oryginalne swe lampy umieścił Goebel w oknie wystawowem swego sklepu oraz na małym wózku, na którym umieszczona była luneta. Codziennie wieczorem Goebel pokazywał przechodniom gwiazdy i równocześnie demonstrował pierwsze lampki żarowe. Działo się to na 25 lat przed pracami Edisona, czyli w roku 1854.

Próby Goebla poszły jednak w zapomnienie, a to przedewszystkiem z tego powodu, że do korzystania ze światła elektrycznego na większą skalę potrzebne były duże źródła energji elektrycznej, dynamomaszyny, wówczas jeszcze nieznane. Dopiero gdy w latach sześćdziesiątych Gramme i Siemens zbudowali pierwsze generatory elektryczne, drogi dla nowej zdobyczy genjusza ludzkiego zostały wyrównane.

Edison nic nie wiedział o pracach Goebla. Do rozwiązania problemu światła elektrycznego zabrał się z sumiennością i wytrwałością, dokonując setek doświadczeń i badając najrozmaitsze materjały ce-

lem ustalenia, czy nadają się do produkcji nitek żarowych. Ponieważ wszelkie ciała rozgrzane do wysokiej temperatury łączą się z tlenem powietrza i spalają się, to znaczy ulatniają się w powietrzu, doszedł Edison do wniosku, że owe nitki żarowe chronić należy przed dostępem powietrza, aby nie uległy zużyciu i aby jak najdłużej mogły się żarzyć. Wiedział też Edison, że im wyższa jest temperatura palącego się ciała, tem jaśniej ono świeci. Z okoliczności tej wynikało, że do produkcji nitek żarowych nadawać się mogą wyłącznie materjały o bardzo wysokiej temperaturze topliwości. Metale i węgiel odznaczają się właśnie tą cechą, że przechodzą w stan płynny i gazowy po ogrzaniu ich do bardzo wysokich temperatur. Z racji tej Edison dokonał doświadczeń kolejno z różnemi metalami i ze zwęglonemi skrawkami papieru. Pierwsza sporządzona przez niego lampa paliła się tylko osiem minut. Setki lampek powstało w laboratorjum wielkiego wynalazcy, a jednak zdawało się już, że problem pozostanie nierozwiązanym, gdyż nawet najlepszej konstrukcji lampki paliły się niedłużej, jak kwadrans.

Niezrażony chwilowem niepowodzeniem kontynuował jednak Edison swe próby i oto w roku 1879 mógł wreszcie zanotować pierwszy sukces: udało mu się skonstruować lampę ze zwęgloną w środku nitką bawełnianą, która paliła się bez przerwy 40 godzin.

Można sobie wyobrazić radość i entuzjazm wynalazcy, któremu wreszcie udało się obdarzyć ludzkość nowym rodzajem światła. W prostych słowach Edison opisał te chwile gorączkowego oczekiwania, chwile niezwykłej emocji, gdy godzina za godziną

upływała, a mała lampka wciąż jeszcze się paliła: „Siedzieliśmy i wytrzeszczaliśmy oczy, a lampa wciąż się paliła. Im dłużej się paliła, tem bardziej zniewalała nas do patrzenia. Nikt z nas nie położył się spać, przez 40 godzin nie zmrużyliśmy oka. Siedzieliśmy i przyglądaliśmy się z bojaźnią i z wzrastającem naprężeniem. Lampa nie nadawała się jeszcze do zdobycia rynku, wykazała jednak, że elektryczność może być stosowana do oświetlenia żarowego. Wydałem 40 000 dolarów na przeprowadzenie doświadczeń do tego etapu, a dopiero teraz mogłem powiedzieć, że zaczęła się właściwa praca“.

Szczególnie znamienne jest końcowe zdanie tego oświadczenia. Edison nie byłby Edisonem, gdyby nie łączył w sobie genjalności wynalazcy ze sprytem dobrego kupca, i dlatego stale zastanawiał się nad rynkową wartością każdego odkrycia. Nigdy jednak cudotwórca z Menlo-Park nie żałował pieniędzy tam, gdzie intuicją genjusza odczuwał, że „dobry będzie interes“. Iście krezusowe sumy inwestował na prace badawcze, wiedząc doskonale, że sumy te zwrócą mu się z hiperlichwiarskim procentem.

Po pierwszym sukcesie zabrał się Edison z jeszcze większym zapałem do dalszych doświadczeń. 6000 rozmaitych preparatów roślinnych poddał badaniu, by stwierdzić, jakie włókna nadają się najlepiej do produkcji lampek żarowych. Wysłał specjalnych wysłanników do Japonji, Chin i Ameryki Południowej, aby badali włókna roślin tych krain. Sam zaś tymczasem opracowywał plan budowy elektrowni w New Yorku. Starania jego wcześnie uwieńczone zostały zasłużonym sukcesem. Owa historyczna 40-godzinna,

pierwsza edisonowska lampa żarowa zaczęła się świecić dnia 21 października 1879 roku. Już w następnym roku mógł się Edison podjąć instalacji elektrycznej na okręcie Columbia, a w roku 1881 Europa ujrzała wystawę paryską w blasku setek lamp żarowych.

Odtąd rozpoczął się triumfalny pochód wielkiego wynalazku. Przewody oświetlenia elektrycznego zwolna obejmują cały glob ziemski.

Fakt, że już o 25 lat wcześniej Goebel skonstruował pierwsze żarówki, nie umniejsza zasług Edisona. Dopiero Edison bowiem umiał wywalczyć wielkiemu wynalazkowi znaczenie, umiał spopularyzować oświetlenie elektryczne. Dla sprawiedliwości wspomnieć należy, że prawie równocześnie z Edisonem w Europie skonstruował pierwszą żarówkę Anglik sir Joseph Wilson Swan. Szczególnie ciekawą jest okoliczność, że wszyscy trzej wynalazcy, Goebel, Edison i Swan, niezależnie od siebie temi samemi kroczyli drogami, zdobywając dla ludzkości ten niesłychanie doniosły wynalazek.

Lampka żarowa doczekała się w ciągu pół wieku swego istnienia bardzo licznych udoskonaleń. Fakt ten ilustruje bardzo jaskrawo małe zestawienie: Elektrownie Stanów Zjednoczonych konsumują obecnie rocznie 10 miljonów tonn węgla. Gdyby jednak dziś jeszcze były w użyciu dawne, najstarszego typu lampy edisonowskie, zapotrzebowanie węgla wynosiłoby 35 miljonów tonn!

Dawno już zarzucono stosowanie węglowych włókien żarowych. Dziś używane lampy żarowe w większości zaopatrzone są w nitki wolframowe. Metal

wolfram odkryty został w roku 1876. Topi się przy temperaturze 3300 stopni C, a największej ilości tego metalu dostarczają nam Chiny. Przekonano się też, że mimo skrupulatnego wypompowania powietrza z lamp dawnych systemów, nitki żarowe ulegały powolnemu zużyciu. Obecnie napełnia się lampy azotem, zyskując w ten sposób wyjątkową wydajność świetlną.

W ostatnich latach rozpowszechnia się coraz więcej nowy rodzaj oświetlenia elektrycznego. Rury świecące, niekiedy nieściśle rurami neonowemi zwane, stają się z dnia na dzień coraz groźniejszymi konkurentami żarówek. Początkowo rury te były w użyciu wyłącznie jako środki reklamowe. Zastosowaniu ich do oświetlenia mieszkań stały na przeszkodzie różnorakie względy. Zapomocą rur świecących można było uzyskać tylko barwne światło, nieodpowiednie do użytku domowego, a poza tem rury świecące zużywały dużo prądu, to znaczy były droższe w użyciu, aniżeli żarówki. Postęp techniki sprawił, że obecnie możemy już konstruować rury świecące prawie wszelkich odcieni barw. Rury napełnione rozrzedzonym gazem neonem dają purpurowe światło. Mieszanina neonu i pary rtęci daje światło niebieskie lub szaro-niebieskie. Hel świeci blaskiem różowym. Światło podobne do światła dziennego daje kwas węglowy, żółty odcień daje sód. Umieszczając rurę neonową i rurę rtęciową za szybą matową otrzymać możemy prawie zupełnie białe światło.

Rury świecące najnowszych typów zużywają też znacznie mniej prądu elektrycznego, aniżeli rury daw-

niejszych systemów. Ostatnio zdołano nawet uzyskać większą wydajność, aniżeli u lamp żarowych. Wnioskować więc należy, że żarówki niezadługo zostaną zdystansowane przez te najmłodsze produkty techniki oświetleniowej.

Czy rury świecące stanowią już najostateczniejszy etap techniki oświetleniowej? Prawdopodobnie nie. Trudno być prorokiem, zwłaszcza w sprawach technicznych, gdzie niespodzianki są na porządku dziennym. Dziś jednak możemy już twierdzić z całą stanowczością, że jeszcze nie znajdujemy się u kresu problemów oświetleniowych. Wiemy bowiem, że lampy żarowe nietylko świecą, lecz również i grzeją, to znaczy część energji elektrycznej zamieniają niepotrzebnie na ciepło. Technik dąży do stworzenia światła zimnego. Wprawdzie już rury świecące mniej się ogrzewają, jednak i one jeszcze niepotrzebnie produkują ciepło. Jakże tu wybrnąć z tej trudności?

Jest faktem, którego prawdziwość potwierdzają tysięczne doświadczenia, że najlepszą naszą nauczycielką jest — przyroda. Również i w naszym wypadku przyroda wskazuje nam nowe drogi, nowe, wręcz fantastyczne, możliwości.

W ostatnich latach zanotować możemy znaczny postęp w badaniach organów świecenia małych robaczków świętojańskich i im podobnych świecących żyjątek. Każde zwierzątko posiada w swym organie świecenia białkowatą materję, nazywaną przez uczonych lucyferyną. Gdy do owej lucyferyny dostaje się tlen, powstają efekty świetlne. Co jednak najważniejsze, sama lucyferyna nie zużywa się przy tym

procesie, lecz traci jedynie powoli swoją własność świecenia. Własność tę możemy jednak ponownie nabyć pod wpływem naświetlenia słonecznego. Jak widać stąd, lucyferyna magazynuje światło dnia, aby następnie w nocy nabytą w ciągu dnia energję wypromieniować.

Dla fizyka jest rzeczą niezmiernie ważną stwierdzić, czy ten proces magazynowania, a następnie promieniowania światła związany jest tylko z żywą komórką. Badaniom amerykańskiego uczonego Newtona Harway'a zawdzięczamy stwierdzenie, że cały proces daje się wytwarzać sztucznie bez pośrednictwa żywych substancyj. Istnieją więc szanse, że uda nam się wykorzystać świetlne sztuczki robaczków świętojańskich.

Zadaniem techników najbliższych lat będzie stworzyć taki preparat fotochemiczny, któryby podobnie jak lucyferyna, lecz znacznie silniej od niej, magazynował światło słoneczne dnia, a następnie promieniował je w nocy. Marzeniem fizyków byłoby impregnowanie takim preparatem ścian domów, kamieni bruku, a ewentualnie nawet materjałów naszych ubrań, by nocą całe nasze otoczenie żarzyło się przyćmionem światłem, nabytem i nagromadzonem poprzednio w ciągu dnia. Łatwo można sobie wyobrazić, że taka inowacja techniczna zmieniłaby nasz glob w prawdziwe państwo światła.

VII

Maszyny, które mówią

Kawałek pęcherza świńskiego, sprężynka metalowa, pudło-kadłub ze starych zniszczonych skrzypiec, druty do robienia pończoch, no i kilkadziesiąt metrów przewodów elektrycznych — sądzę, że nikt z Czytelników nie domyśli się, jakiego aparatu częściami są wymienione wyżej, bajecznie różnorodne utensylja. Trzeba już niesłychanej intuicji technicznej, aby znaleźć rozwiązanie tej zagadki i oświadczyć, że z takiego właśnie chaosu pozornie nie godzących się ze sobą przedmiotów składał się pierwszy telefon, skonstruowany anno Domini 1860 przez imć pana Jana Filipa Reis'a w jego ubożuchnem laboratorjum — w stodole w Friedrichsdorf niedaleko Frankfurtu nad Menem.

Zaiste! Niezbadane są drogi i ścieżki, któremi kroczy genjusz ludzki, często nawet nieświadom tego, co tworzy.

Przypuszczalnie bowiem, ani sam Reis, ani jego bliscy nie spodziewali się, że już za lat pięćdziesiąt cały glob ziemski objęty będzie gęstą siecią telefonicznych przewodów. Skromny wynalazca nie znalazł uznania wśród współczesnych i umarł w roku 1874 przekonany, że jego idea nie zdołała się zakorzenić. W dwa lata później, w roku 1876, szkocki fizyk Aleksander Graham Bell demonstrował na wystawie światowej w Filadelfji ulepszony telefon (oczywiście bez pęcherza i pudła ze skrzypiec), który wreszcie przełamał barjery obojętności i wzbudził szalone zainteresowanie wśród zwiedzających wystawę.

Graham Bell, drugi zrzędu wynalazca telefonu, urodził się dnia 3 marca 1847 roku w Edynburgu. Tam pobierał pierwsze nauki i początkowe studja. Studja wyższe ukończył w Londynie, a w roku 1870 udaje się do Ameryki, gdzie dostaje w Bostonie posadę profesora fizjologji. Bell z powołania i oczywiście z racji swego zawodu interesował się wszystkiem, co mogłoby wogóle mieć związek z tonami i dźwiękami. Specjalnie zajmował go telegraf elektryczny, sądził bowiem, że powinno być rzeczą możliwą przesyłać drogą telegraficzną tony. Myśl ta nie dawała mu spokoju. Cały swój wolny czas poświęcał próbom i doświadczeniom elektrycznym, pragnąc skonstruować „muzyczny telegraf“. Nie będąc z zawodu elektrykiem, zabierał się do tych eksperymentów początkowo dość niezręcznie, zawsze jednak bardzo pomysłowo i — oryginalnie. Pewnego razu wyprosił sobie u znajomego lekarza ucho zmarłego.

Przez długie godziny szeptał i przemawiał do tego ucha i obserwował sumiennie sposób reagowania wewnętrznych narządów głosowych ucha na fale głosowe. Prace te i doświadczenia trwały przez kilka lat.

Wreszcie pod koniec roku 1875 skonstruował Bell aparat, który już zasługiwał na miano telefonu. W roku następnym aparat Bella znalazł się na wystawie w Filadelfji i stał się sensacją i największą atrakcją wystawy.

W tym samym roku jeszcze założył Bell pierwszą na świecie linję telefoniczną, długości 8 kilometrów, między Brantford i Mount Pleasant. W latach następnych powstała Bell Telephon Co., która w krót-

kim czasie doczekała się nadzwyczajnego rozkwitu. Jak to zwykle bywa w takich wypadkach, Bell bronić się musiał przed naruszeniem swoich praw patentowych. Około 600 procesów patentowych Bell musiał przeprowadzić przed sądami.

Liczne ulepszenia uczyniły z pierwotnego aparatu Bella przedmiot ogólnego użytku, przyrząd, bez pomocy którego trudno sobie dzisiaj wyobrazić rozwój stosunków handlowych i gospodarczych w kraju i na całym świecie. Nad ulepszeniem technicznem telefonu pracowali Edison, Berliner i Hughes, a cała falanga bezimiennych wynalazców przyczyniła się do udoskonalenia niezwykłego, mówiącego aparatu. W samej Polsce długość przewodów telefonicznych wynosi obecnie około 50 000 kilometrów (w roku 1927 dokładnie 46 317 km) a liczba abonentów dochodzi do 200 000. W Nowym Jorku średnia ilość codziennych rozmów wynosi 4 500 000, a 283 000 osób należy do personelu telefonów, to znaczy mniej więcej tyle, ile jest mieszkańców w Poznaniu!

Graham Bell oddawał się aż do swej śmierci badaniom techniczno-naukowym. Otoczony czcią współczesnych, wielki wynalazca zmarł w sędziwym wieku lat 75, dnia 2 sierpnia 1922 roku.

Bell skonstruował swój aparat korzystając z tak zwanych prądów indukcyjnych. Fale głosowe działają na cienką metalową membranę, umieszczoną przed prętem magnetycznym. Pod wpływem drgań membrany zmienia się natężenie siły magnetycznej owego pręta, wskutek czego w nawiniętym na nim przewodniku powstają prądy indukcyjne o zmiennem

natężeniu. Prądy te można wzmacniać, zyskując w ten sposób możność mówienia telefonicznie na odległość kilku tysięcy kilometrów. W latach siedemdziesiątych zeszłego stulecia telegrafja bez drutu nie była jeszcze znana, wobec czego oczywiście o radjotelefonji nie można było nawet marzyć. Chcąc omawiać dzieje radjofonji, sięgnąć musimy wstecz do czasów Faraday'a.

Jak już wiemy, Faraday wymyślił sobie celem wyjaśnienia wszelkiego działania na odległość tak zwane linje sił. Nad istotą tych linij sił wielki uczony angielski nigdy się nie zastanawiał, jak również nigdy nie starał się ująć teorji swej w ścisłe ramy formuł matematycznych. Faraday był nawskroś eksperymentatorem i odczuwał głęboką niechęć do abstrakcyjnych rozważań teoretycznych. Zgoła odmiennym typem uczonego był James Clerk Maxwell, który z pomysłów faradayowskich stworzył wspaniałą teorję zjawisk elekromagnetycznych.

Maxwell urodził się w Edynburgu dnia 13 listopada 1831 roku. Już w bardzo młodym wieku James zdradza wyjątkowe uzdolnienia matematyczne. Mając dopiero 15 lat, młody Maxwell napisał pierwszą swoją rozprawę naukową, którą jego nauczyciel Forbes przedłożył Towarzystwu Królewskiemu. W roku 1856 Maxwell zajmuje katedrę nauk przyrodniczych w Aberdeen, a w roku 1860 powołany zostaje na katedrę fizyki i astronomji w King's College w Londynie.

Już od roku 1855 począwszy, interesuje się Maxwell badaniami Faraday'a, studjuje szczegółowo je-

go rozprawy i kładzie podwaliny własnej genjalnej teorji zjawisk elektromagnetycznych. Pochodząc z zamożnej rodziny ziemiańskiej, otrzymał Maxwell bardzo staranną edukację; najlepsi profesorowie byli jego nauczycielami i uczyli go specjalnie gruntownie prawideł królowej wszech nauk ścisłych — matematyki. Pewność w operowaniu symbolami matematycznemi, ścisłość w rozumowaniach, jasność i precyzja w wyrażaniu myśli cechuje każdą rozprawę Maxwella. Z racji tych cech zasadniczych Maxwell był idealnem uzupełnieniem Michała Faraday'a. Było to niesłychanie szczęśliwem zrządzeniem losu, że właśnie ci dwaj uczeni zetknęli się na gruncie swych badań w połowie zeszłego stulecia.

W roku 1868 Maxwell chwilowo opuszcza swą katedrę w King's College, zamieszkuje u siebie na wsi i oddaje się zdala od gwaru stolicy całkowicie swoim pracom naukowym. Do warsztatu uniwersyteckiego powraca dopiero w trzy lata później, w roku 1871, na nowoutworzoną katedrę fizyki w Cambridge i wtedy właśnie kończy swe wielkie dzieło: „O elektryczności i magnetyźmie". Praca ta utrwaliła jego sławę i zapewniła jego imieniu nieśmiertelność w dziejach fizyki i techniki.

Już przed Maxwellem fizycy twierdzili, że istotą światła są fale eteru. Wprawdzie nie zdołano dokładnie wyjaśnić, czem jest naprawdę ów tajemniczy, wszystko przenikający eter światowy, którego własności fizykalne należało przemilczeć, by nie popaść w wewnętrzne sprzeczności, jednak w braku innego, lepszego wyjaśnienia zjawisk świetlnych trzeba było przyjąć hipotezę eteru. Maxwell na podstawie rozu-

mowań teoretycznych doszedł do wniosku, że eter jest nietylko ośrodkiem fal świetlnych, lecz również ośrodkiem nowego, dotąd nieznanego rodzaju falowania, mianowicie: tak zwanych fal elektromagnetycznych. Wykazując następnie, że owe fale rozchodzić się muszą z taką samą dokładnie prędkością, jak fale świetlne, Maxwell dochodzi do wniosku, że światło jest również zjawiskiem elektrycznem.

Doświadczalnego sprawdzenia swej teorji, to znaczy odkrycia fal elektromagnetycznych, Maxwell niestety się nie doczekał. Zmarł po krótkiej chorobie dnia 5 listopada 1879 roku.

Światło, barwy „widzimy“, ponieważ nasze oczy ze stanowiska fizyka są aparatami, reagującemi na fale świetlne eteru. Aby móc odkryć fale elektromagnetyczne, trzeba było skonstruować taki przyrząd, któryby „widział“ — lepiej powiedziawszy — któryby reagował na owe nieznane bliżej fale elektromagnetyczne. Konstrukcję takiego właśnie aparatu zawdzięczamy genjuszowi doświadczalnemu Henryka Hertza.

Henryk Hertz urodził się dnia 22 lutego 1857 roku w Hamburgu. Już jako chłopiec okazywał zamiłowanie do nauk przyrodniczych i do różnorakich robót mechanicznych. Pierwotnie zamierzał poświęcić się studjom technicznym, przekonał się jednak wkrótce, że nauki stosowane nie mają dla niego żadnego powabu. Interesowały go wyłącznie zagadnienia naukowe. Zmienił więc kierunek studjów i uczęszczał w Monachjum, a później w Berlinie na wykłady matematyczno-fizyczne.

W Berlinie Hertz jest uczniem Helmholtza, jednego z największych uczonych zeszłego stulecia. Wybitny fizyk odrazu poznał niezwykłe uzdolnienia młodego studenta i ze szczególną troskliwością zajął się rozwojem umysłu swego ucznia. I wtedy już Hertz zainteresował się związkami zachodzącemi pomiędzy zjawiskami świetlnemi i elektromagnetycznemi. W roku 1886 Hertz zostaje profesorem fizyki teoretycznej w Bonn. Na tej posadzie w ciągu czteroletniej pracy zajmuje się „badaniami nad rozchodzeniem się siły elektrycznej", a wynikiem tych prac jest odkrycie przepowiedzianych przez Maxwella fal elektromagnetycznych.

Rzadko które odkrycie wywołało w sferach uczonych tak żywą dyskusję, jak sukces eksperymentalny Hertza. We wszystkich państwach cywilizowanych fizycy powtarzają doświadczenia Hertza i zajmują się bliższem zbadaniem tych niezwykłych fal hertzowskich. Długość owych fal eteru oraz ich częstość drgań zostaje sumiennie wyznaczona. Ciekawą jednak jest okoliczność, że naogół nikt nie zwrócił uwagi na możliwość technicznego wykorzystania niezwykłego odkrycia. Wszystkie publikacje zajmowały się jedynie jego stroną teoretyczną i podkreślały znaczenie naukowego odkrycia Hertza dla dalszego rozwoju naszych wiadomości o elektryczności i magnetyźmie.

Zasłużony uczony zmarł przedwcześnie dnia 1 stycznia 1894 roku.

Wielkie czyny Faraday'a, Maxwella i Hertza przygotowały grunt pod współczesną radjotechnikę.

Należało jednak jeszcze transponować odkrycia naukowe na płaszczyznę potrzeb praktyczno-technicznych. Czynu tego dokonał włoski inżynier Guglielmo Marconi, który już w roku 1896 — mając wtedy dopiero 22 lata! — uzyskał pierwszy patent na aparat radjotelegraficzny. Już w następnym roku demonstruje Marconi wynalazek swój brytyjskim władzom pocztowym i telegrafuje „bez drutu“ na odległość sześciu kilometrów. Od tego czasu rozwój radjotechniki czyni nadzwyczajne postępy. W roku 1898 Marconi telegrafuje przez kanał La Manche. Razem z angielskim uczonym, sir Oliver Lodge'm udoskonala swoje urządzenia radjowe i dokonuje prób telegrafowania poprzez Atlantyk. Nadspodziewanie wcześnie starania te ukoronowane zostają sukcesem.

Dnia 21 grudnia 1901 roku Marconi przyjmuje pierwsze sygnały radjowe — trzykrotnie podaną literę „s“ — z Nowej Fundlandji!!

Wiekopomne odkrycia i doświadczenia następują po sobie w tempie przyśpieszonem, a poczciwy obywatel nietechnik z trudem przystosowuje się do nowych warunków bytowania. Zaledwie świat zdążył się oswoić z radjotelegrafją, już radjotelefonja rodzi się w laboratorjach fizyków i techników.

W roku 1903 Reginald Fessenden telefonuje „bez drutu“ na odległość dwóch kilometrów. W roku 1906 przeprowadza Fessenden swe doświadczenie już na odległość 15 kilometrów, a w roku 1915 Honolulu łączy się drogą radjofoniczną z Washingtonem!! Nad epokowym wynalazkiem pracują najlepsi technicy i fizycy świata, a wielu młodych i zdolnych adeptów techniki zdobywa sobie szlify światowej

sławy na froncie radjofonji. Slaby, Arco, Poulsen, Aleksanderson, Lee de Forest, Langmuir, Flemming, Braun — któż zliczy nazwiska świetnych pionierów radja!

Nie będziemy tu opisywali budowy urządzeń radjotelegraficznych, ani też nie będziemy się zajmowali teorją fal eteru — czytelnik znajdzie doskonały i popularny wykład o radjofonji w książce Malca „Harce elektronów“ — nas tu bardziej zajmuje strona kulturalna i cywilizacyjna tej wielkiej zdobyczy techniki.

Maszyna parowa oraz maszyna elektrodynamiczna ukształtowały i wciąż jeszcze kształtują nowe oblicze gospodarcze świata. Znaczenia cywilizacyjnego tych maszyn nikt zaprzeczyć nie może. Trudno atoli zorjentować się odrazu w misji kulturalnej wynalazków Watta, Gramme'a i Siemensa. Zgoła inaczej wypadnie nasza ocena radjofonji. Radjofonja zrodziła się z czystej nauki. Faraday, Maxwell i Hertz nigdy nie myśleli o praktycznem zastosowaniu swych doświadczeń. Postęp radjofonji łączy się nierozwiązalnie z postępem czystej nauki i naodwrót, a ponieważ nauka jest jednym z głównych filarów kultury, więc i radjo uznać należy za podstawę współczesnej kultury.

Radjotechnika pozwoliła nam wniknąć głęboko w istotę fal eteru oraz poznać bliżej zjawiska elektryczne, najciekawsze może jednak są kosmiczne odkrycia radjotechniki, bowiem zapomocą tak zwanego echa radjowego zaczynamy poznawać stosunki elektromagnetyczne panujące w naszem sąsiedztwie ko-

smicznem. Poprzez maszyny mówiące przestrzeń wszechświata zaczyna do nas przemawiać!

Zwykłe echo polega na odbiciu fal głosowych, poruszających się stosunkowo powoli, bo z prędkością 330 metrów na sekundę, i działa wobec tego na bardzo krótkie odległości, zaledwie kilkuset metrów; echo z wszechświata, polegające na odbiciu fal eteru, jest dla nas świadectwem pewnych zjawisk elektrycznych, odbywających się bardzo daleko poza ziemią. Po raz pierwszy uczeni zwrócili uwagę na możliwość istnienia zjawiska takiego echa przy rozważaniu przyczyn tak zwanego „efektu fadingu". Radjoamator dobrze zna ten efekt: aparat radjowy, dokładnie i sumiennie nastawiony na odpowiednią falę, nagle milknie, tak że wydobywa się z niego ledwie dosłyszalny szept, by po chwili powrócić do normalnego natężenia brzmienia. Przypuszczano, że w wypadku fadingu prócz głównej fali dochodzi jeszcze do anteny druga nadzwyczajna fala, odbita gdzieś przez jakąś warstwę w eterze, warstwę, której stan elektryczny nie jest nam bliżej znany. Obie te fale sumują się właśnie w ten sposób, że się znoszą. Istotnie stwierdzono, że taka warstwa odbijająca fale eteru istnieje i że otacza ziemię na wysokości 90 kilometrów ponad powierzchnią. Warstwę tę nazwano „warstwą Heaviside'a".

Odbicia fal radjowych przez warstwę Heaviside'a nie można jednak uważać za echo z wszechświata, na wysokości 90 kilometrów znajduje się bowiem powietrze, które przecież uznać musimy za należące do naszej planety. Odkryto wszakże inne echo radjowe, tym razem przejawiające się nie w zaniku

audycji radjowej, lecz w wyraźnem jej wtórowaniu. Sygnały nadawane przez specjalną stację doświadczalną w Eindhoven w Holandji zostały w Norwegji i w Holandji dwukrotnie przejęte, przyczem drugi odbiór następował o kilka sekund później, niekiedy nawet dopiero po połowie minuty.

Przy tłumaczeniu tego ciekawego zjawiska uczeni rozdzielili się na dwa obozy: jedna grupa uczonych starała się to echo wyjaśnić kilkakrotnem odbiciem o warstwę Heaviside'a. Fala radjowa miała kilkanaście razy obiec dokoła ziemię i wówczas dopiero objawić się ponownie na stacji odbiorczej. Druga grupa uczonych, z profesorem norweskim Störmerem na czele, twierdziła, iż tak znaczne opóźnienie nie da się tłumaczyć kilkakrotnem odbiciem o bliską nam warstwę Heaviside'a. Przyczyny zjawiska trzeba szukać znacznie dalej, poza orbitą księżyca, w odległości kilkuset tysięcy kilometrów.

Ostatnie badania potwierdziły prawdziwość teorji Störmera. Równocześnie zaś wyjaśniła się również istota owej „pozaheaviside'owej" warstwy odbijającej. Słońce prócz promieni świetlnych wysyła ustawicznie w przestrzeń snopy elektronów, owych najmniejszych cząsteczek elektryczności. Gdy te gromady lub, powiedzmy lepiej, chmury elektronowe, przecinające przestworza kosmiczne z zawrotną szybkością 200, a nawet więcej kilometrów na sekundę, zbliżają się do ziemi, ulegają zboczeniu z drogi prostej pod wpływem magnetycznego pola naszego globu. A wtedy owe prądy elektronowe układają się po takich samych mniej więcej linjach, jak opiłki żelazne na papierze, pod którym znajduje się ma-

gnes. Wytwarza się w ten sposób pewnego rodzaju obręcz kołowa dookoła naszej ziemi, przyczem wszystkie prądy elektronów, przelatując po powierzchni owej obręczy, gromadzą się w biegunach magnetycznych. Tam też wpobliżu biegunów obserwujemy je w postaci zórz polarnych. Przedłużenia linij magnetycznych, tworzących pasma zorzy, przedłużenia sięgające daleko w przestrzeń, tworzą właśnie ową warstwę odbijającą fale radjowe.

Warstwa ta składa się więc z chmur elektronowych i oddalona jest od ziemi rozmaicie, zależnie od rozpędu, z jakim słońce wyrzuca z siebie elektrony. Z tego właśnie powodu echo może powstać później albo też wcześniej.

Oczywiście w teorji Störmera musimy jeszcze zrobić założenie, iż warstwa Heaviside'a nie jest zamknięta, lecz posiada luki, przez które fale radjowe dostają się poza ziemię i następnie powracają. Również te nowe, przestrzenne warstwy elektronowe mogą być, i na pewno też są „dziurawe", wobec czego istnieje możliwość dalszych jeszcze ech, fal odbitych o chmury elektronowe, błąkających się gdzieś bardzo daleko poza ziemią, może już wpobliżu słońca. Faktycznie już kilkakrotnie stwierdzono echa odpowiadające po kilku dopiero minutach! Echa te mogły być powodowane odbiciem o elektronowe chmury, gdzieś wpobliżu Marsa lub Wenus.

Wprawdzie nie mamy jeszcze komunikacji międzyplanetarnej, urzędy telegraficzne również nie przyjmują depesz do obcych planet, zrobiliśmy jednak już początek i pasujemy się powoli na obywateli kosmosu — przyłożyliśmy uszy nasze do bram

wszechświata i chciwie i ciekawie wsłuchujemy się w zabłąkane poszepty z przestrzeni kosmicznej.

Moglibyśmy jeszcze dużo przytoczyć przykładów współdziałania radjotechniki w gromadzeniu nowych faktów i wiadomości do użytku czystej nauki. Poprzestajemy na przytoczonym wyżej przykładzie. Rola kulturalna radja nie ogranicza się jednak wyłącznie do współpracy z nauką; w falach eteru zdobyliśmy sobie potężnego sprzymierzeńca w popularyzowaniu wartości kulturalnych. Dopiero w epoce radja kultura może się stać udziałem ogółu, a nie być przywilejem ograniczonej liczby ludzi.

Znaczenie kulturalne radja pięknie oświetlił nasz świetny astronom krakowski, profesor dr Tadeusz Banachiewicz, pisząc o radjofonji w „Roczniku Astronomicznym“ na rok 1924:

„Kiedy owej nocy, dla nas tak pamiętnej, po długiem, wytężonem czuwaniu przy ubożuchnych aparatach Obserwatorjum Krakowskiego, usłyszeliśmy wreszcie miarowe odgłosy wahadła zegarowego z wieży Eiffla, dreszcz wzruszenia wstrząsnął nami, uprzytomniliśmy sobie bowiem, iż w tej chwili w starodawne mury Zakładu zstąpił epokowy wynalazek. Rozwój radjokomunikacji, nawet jak na obecne, tak wartko płynące czasy, jest niesłychanie szybki. Dopiero przed trzema niespełna laty wogóle pojawiła się na arenie publicznej radjotelefonja, a dzisiaj, już w pierwszej dopiero fazie wynalazku, miljony, może dziesiątki miljonów ludzi korzysta z niej na codzień ku pouczeniu i rozrywce, jutro zaś korzystać będą setki miljonów. Czegoż nam ona nie daje? — Prognozy pogody, ważne dla rolników, i opo-

wiadania humorystyczne, pierwszorzędne koncerty i muzykę balową, mowy polityków i bajeczki dla dzieci, modły nabożne i wiadomości giełdowe, kazania i wiadomości aktualne, dokładną godzinę wreszcie. Wszystko to unosi się obecnie na falach eteru, w krajach NAUKI, POSTĘPU i PRACY, łatwo dostępne dla ogółu, przekazując tętno życia i wytwory kultury na najbardziej głuchą prowincję, urozmaicając monotonne, szare bytowanie w osadach fabrycznych i zapadłych mieścinach, bawiąc i ucząc zarazem...“.

Fale eteru umożliwiły nam przenoszenie tonów i dźwięków, słyszenie przemówień i utworów muzycznych, nadawanych w odległości kilkuset kilometrów. Fale radjowe jednak, zarówno jak i telefon, nie mogą służyć do utrwalenia dźwięków. Temu celowi służą inne urządzenia.

Zagadnienie utrwalania mowy ludzkiej, względnie konstruowania przyrządów mechanicznych mówiących, nie jest bynajmniej problemem drugiej połowy zeszłego stulecia. Już od bardzo dawna wynalazcy usiłowali budować samomówiące automaty. Pisarze rzymscy wspominają o przedstawieniach teatralnych, na których aktorami były automaty. Niestety nie mamy żadnych bliższych informacyj, jak były skonstruowane owe lalki teatralne i czy istotnie umiano w jaki bądź sposób utrwalać dźwięki mowy ludzkiej.

Bardziej szczegółowe wiadomości przetrwały do naszych czasów ze średniowiecza. Pierwszą kartę historyczną dziejów gramofonu zapisał — jeśli wie-

rzyć kronikarzom — papież Sylwester II. Papież ten, jeszcze jako uczony Herburt Akwitański, skonstruował głowę mówiącą, wykonaną z bronzu, głowę, której opis znajdujemy w klasztornych kronikach włoskich, datujących się z początku drugiego tysiąclecia chrześcijaństwa. W dwieście lat później, a mianowicie w roku 1245, nauczyciel św. Tomasza z Akwinu, teolog Albertus Magnus, zbudował aparat, który według świadectw współczesnych — niezbyt wiarogodnych zresztą — wyraźnie powtarzał wypowiedziane poprzednio do niego zdania. Tomasz z Akwinu miał pewne wątpliwości co do tego, czy dzieło jego mistrza jest Panu Bogu miłem. Snać doszedł do wniosku, że jest ono wytworem czarnoksięskiej sztuki, gdyż w zapale religijnym zniszczył niezwykły przyrząd swego mistrza.

Trudno dziś ocenić, ile prawdy technicznej tkwi w tych średniowiecznych opowiadaniach, zwłaszcza że wielu tworów technicznych, szczegółowo opisanych w kronikach, nigdy nie zrealizowano. Już w rozdziale trzecim wspomniałem, że ludzie średniowiecza odczuwali wyraźną abominację do doświadczeń. Na papierze wykonywano najcudaczniejsze konstrukcje, którym atoli rzadko udało się nadać kształt rzeczywistości materjalnej. Nic dziwnego więc, że i problem maszyn dźwiękowych doczekał się licznych teoretycznych „rozwiązań". Nie zdawano sobie atoli sprawy z trudności zagadnienia, gdyż głos uważano za coś bardzo konkretnego, coś, co można chwytać „w specjalne rury ołowiane", a następnie wypuszczać na wolność, zdjąwszy przykrywki owych rur.

Godne zastanowienia są jednak uwagi genjalnego kpiarza i awanturnika Cyrano de Bergerac, poety i gruntownie orjentującego się w sprawach technicznych myśliciela. Niezwykły ten umysł przeczuwał snać techniczne zdobycze naszej epoki, rozpatrywał bowiem kwestję „książek mówiących", które będą miały kształt pudełek z ukrytą wewnątrz maszynerją zegarową. Jeszcze ciekawsze są bliższe szczegóły techniczne podane przez Bergeraca. Otóż twierdzi on, że mówiące książki będą naśladowały głos ludzki, względnie dźwięki instrumentów dzięki rytmicznym ruchom niewidocznej igły!!

Zagadnienie utrwalania mowy ludzkiej staje się przedmiotem ścisłych badań naukowo-technicznych dopiero na początku zeszłego stulecia. Pierwsze prace wstępne zawdzięczamy angielskiemu fizykowi Tomaszowi Joungowi. Narodziny fotografji nasunęły innemu wynalazcy, Leonowi Scottowi, myśl zastosowania metody fotograficznej do utrwalania dźwięków. Bardzo sumiennie przeprowadzony pomysł, przypominający współczesne metody stosowane przy filmie dźwiękowym, zostaje w roku 1857 opatentowany przez Scotta. Brak kapitałów oraz brak zainteresowania ze strony kapitalistów uniemożliwia jednak Scottowi realizację pomysłu.

Ostatecznie ojcem muzyki mechanicznej zostaje Tomasz Alva Edison. Warto wszakże wspomnieć, że mniej więcej równocześnie, a nawet nieco wcześniej od Edisona paryżanin Charles Cros złożył paryskiej Akademji Umiejętności dokładny opis aparatu służącego „do rejestrowania i odtwarzania zjawisk natury słuchowej". Aparat ten, przez wynalazcę

wprawdzie nie skonstruowany, lecz tylko teoretycznie opracowany, odpowiada dokładnie fonografowi Edisona.

Ciekawa jest okoliczność, że Edison w pamiętnym roku 1877 wcale nie myślał o skonstruowaniu maszyny reprodukującej dźwięki, zajęty bowiem był zgoła innem zagadnieniem. Chciał mianowicie zbudować aparat powtarzający znaki Morsego. Na użyteczności przyrządu takiego poznał się już za czasów swego urzędowania jako telegrafista. Podejrzewający go o niesumienne wykonywanie jego zawodu naczelnik stacji kazał mu wówczas przesyłać co pół godziny nazwę „Stratford“ do następnej stacji. Edison wykonał wówczas to zlecenie, z tą jednakże poprawką metodyczną, że zbudował naprędce mały przyrządzik, połączony z zegarem, który punktualnie co pół godziny telegrafował „Stratford“, on sam tymczasem oddawał się spokojnie swoim doświadczeniom.

W roku 1877 mistrz powrócił do tego, narzuconego mu siłą okoliczności, problemu i przemyśliwał nad ulepszeniem skonstruowanego wówczas aparatu. Cel swój starał się osiągnąć, utrwalając znaki Morsego w postaci zagłębień na papierowej taśmie, nawiniętej na walec. Kiedy pewnego razu nieco prędzej obracał walcem, zauważył, że aparat wydaje ciekawe szmery. Ta właśnie okoliczność zrodziła w umyśle jego pomysł zbudowania przyrządu utrwalającego dźwięki. Od pomysłu do jego realizacji niedługa była droga w laboratorjum czarodzieja z Menlo Park. Najtrudniejsza była sprawa wyboru materjału, nadającego się do zapisywania dźwięków.

Pierwszy fonograf składał się zasadniczo z walca owiniętego warstwą stanjolu. Przy reprodukcji słyszało się dźwięki za pośrednictwem mikrofonu, niemal żywcem przejętego z ówczesnego telefonu. Poważną wadę tego fonografu z roku 1877 stanowiła okoliczność, że już po kilku reprodukcjach warstwa stanjolu była zupełnie zniszczona i niezdatna do dalszego użytku.

Dopiero po 10 latach w roku 1887 Edison zdecydował się użyć jako materjału dźwiękowego wosku. Dźwięki utrwalono na powierzchni woskowej walca w postaci wyrzeźbionych w kierunku pionowym spiralnych linij, wklęsłych falisto. Drugie wydanie fonografu odpowiadało już bardziej wymaganiom technicznym. Wosk wykazał większą trwałość, wobec czego powstała możliwość częstszych odtwarzań.

W dalszych pracach nad udoskonaleniem fonografu musiał się już Edison dzielić sławą wynalazczą z innymi technikami. Na pierwsze miejsce wśród jego współzawodników wysuwa się Emil Berliner, który skonstruował płytę gramofonową, zastępując nią dotychczas używany walec edisonowski. Równocześnie zmienił Berliner stosowaną wówczas metodę utrwalania dźwięków. Zamiast zagłębień, powodujących pionowe drgania igły gramofonowej, płyta Berlinera zaopatrzona jest w rynienkę spiralną o bocznych wypukłościach; drgania odbywają się więc w lewo lub prawo, stale na tym samym poziomie.

Nieodrazu płyta gramofonowa usunęła z rynku techniki pierwotny walec. Jeszcze w roku 1901 królowa angielska Wiktorja przesłała cesarzowi Abisynji Menelikowi „mówiący list“ w postaci walca edi-

sonowskiego. Dokument ten był pewnego rodzaju listem uwierzytelniającym posła angielskiego Rodda. Ostatecznie jednak system płytowy odniósł zwycięstwo i został ogólnie przyjęty.

W ostatnich latach na rynku gramofonowym ukazały się płyty z papy oraz z masy celuloidowej niełamliwej. Płyty te odznaczają się pewnemi zaletami, z których może najważniejszą jest ich lekkość.

Obecnie w dziedzinie muzyki mechanicznej otwierają się nowe widnokręgi dzięki zastosowaniu techniki filmów dźwiękowych do reprodukcji dźwięków. Jest rzeczą możliwą, że płyta gramofonowa będzie musiała, w niedalekiej przyszłości, ustąpić miejsca taśmie dźwiękowej, na której tony zostaną utrwalone metodą fotoelektryczną. Już obecnie istnieje w Wiedniu fabryka produkująca odpowiednie aparaty.

VIII

Żywe obrazy

Naogół mało znany jest fakt, że polska myśl wynalazcza w dwóch niezmiernie ważnych dziedzinach techniki i przemysłu zdobyła dla człowieka nie dające się ocenić wartości i wskazała nowe, całkiem dawniej nieznane, sposoby produkcji i artystycznej twórczości. Ojciec Ignacy Łukasiewicz, pierwszy „nafciarz“ świata, wynalazca lampy naftowej, dziełem swego życia zapoczątkował epokę wykorzystywania utajonych w ropie naftowej sił i pośrednio przyczynił się w wysokim stopniu do rozwoju przemysłu motorów spalinowych. W dziejach techniki

filmowej pracą pionierską i doniosłemi sukcesami zapisał się Jan Szczepanik, którego wszechstronne uzdolnienia techniczne pozwalają na porównanie go z największym genjuszem technicznym naszej epoki, z wielkim Edisonem.

Jan Szczepanik umarł w roku 1926-ym, pozostawiając w spuściźnie serję niewykorzystanych pomysłów, a w osobie syna swego Zbigniewa świetnego kontynuatora wynalazczej twórczości. W r. 1933-im młody Szczepanik wraz z bratem doprowadził do pewnego zakończenia doniosłe prace w dziedzinie filmu barwnego i dlatego słusznem uczczeniem zasług wielkiego Polaka będzie, jeśli problemy filmowe omówimy na kanwie życiorysu Jana Szczepanika.

Genjalny nasz wynalazca urodził się w Małopolsce w roku 1872. W szkołach w Krośnie mały Jan zdobywał pierwsze wiadomości i z tych czasów dobrze pamiętał Łukasiewicza, znajdującego się wówczas u szczytu sławy. Malec miał dostęp do warsztatu wynalazczego pierwszego nafciarza i nie ulega żadnej wątpliwości, że zdobyte w laboratorjum Łukasiewicza wrażenia pozostawiły swe niezatarte piętno w kształtującej się wtedy umysłowości małego chłopca.

Z innego powodu jeszcze pobyt w Krośnie miał decydujące znaczenie dla rozwoju genjusza wynalazczego Szczepanika. W owym czasie w Krośnie znajdowały się liczne warsztaty tkackie, a młodego Szczepanika pasjonowała idea zmechanizowania wytwórczości gobelinów. Idea ta miała się stać podstawą pierwszego wielkiego wynalazku młodzieńca, wynalazku o wyjątkowej doniosłości dla przemysłu

tkackiego. Wyprzedźmy chwilowo dalszy bieg wypadków w dziejach Szczepanika i poświęćmy słów kilka gobelinowej jego maszynie.

Aby jakiś rysunek lub malowidło przenieść na płaszczyznę tkaniny, należy podzielić całą powierzchnię rysunku na maleńkie pola, na mozaikę składowych, cząsteczkowych odcinków i stworzyć pewnego rodzaju raster, służący następnie do mechanicznego zwielokrotnienia danego rysunku na powierzchni delikatnych tkanin. Ręczne tworzenie rastru wymaga bardzo dużo pracy i w dodatku nie daje się nigdy wykonać z taką precyzją, iżby późniejszy gobelin w stu procentach posiadał walory piękna pierwotnego dzieła sztuki. Genjalny Szczepanik odrazu zorjentował się w fakcie, że jedynie przez zastosowanie metod fotograficznych i elektrycznych można osiągnąć znaczne uproszczenie procesu tworzenia rastru, a równocześnie dojść do idealnej precyzji reprodukcji. Wynikiem tych rozważań i prac wynalazczych była odpowiednia maszyna tkacka, dziś ogólnie stosowana przy produkowaniu gobelinów.

Rzecz wszelako znamienna i ciekawa! Obecnie wytwarzane metodą Szczepanika gobeliny nie dorównują w precyzji wykonania arcydziełom pierwszych Szczepanikowych maszyn tkackich. Synowie z pietyzmem przechowują kilka małych gobelinów, reprodukcyj tkackich szkiców Lionarda da Vinci. Zdumiewająca wierność reprodukcyj z oryginałem stwarza iluzję fotografji. Najdrobniejsze szczegóły finezyjnych, delikatnych pociągnięć wielkiego mistrza oddane zostały z niesłychaną precyzją!

Maszyna gobelinowa wywołała istną rewolucję

w przemyśle tkackim. Dzięki wynalazkowi naszego rodaka proces produkcji gobelinów skrócony został wielokrotnie. To, co dawniej wymagało niekiedy pracy kilku lat, mogło się obecnie dokonać w zaledwie pół godziny!

Wszelako również dla toku późniejszych prac wielkiego wynalazcy chwilowy jego odskok w dziedzinę tkactwa miał ogromne znaczenie. System rastru tkackiego nasuwał bowiem pewne analogje dające się zastosować przy rozwiązywaniu problemu widzenia na odległość. Zagadnienie rozkładu obrazu na wielką ilość mozaikowych pól, zagadnienie bliżej omawiane w innym rozdziale tej książki, było już tu, jeśli wprawdzie w zastosowaniu do telewizji nierozwiązane, to w każdym bądź razie w samem jądrze kwestji trafnie uchwycone.

I rzeczywiście, genjalny umysł Szczepanika śmiało kroczy raz wytkniętą drogą w głąb niezdobytych jeszcze przez postęp techniczny terenów. W roku 1895-ym wynalazca nasz zwraca się do austrjackich sfer wojskowych z projektem „elektroskopu“ czyli „fototelu“, przyrządu, służącego do widzenia na odległość. Niestety, dokładny opis przyrządu zaginął, dużo jednak przemawia za tem, że fototel był świetnem przewidywaniem dzisiejszych konstrukcyj teletechnicznych.

Cofnijmy się jednak w historji życia wielkiego polskiego wynalazcy do czasów jego pobytu w Krośnie. Szczepanik gimnazjum nie skończył. Według jego relacyj doszło do ostrego konfliktu między nim a profesorem przyrody, który nie mógł mu wybaczyć umiejętności prędszego rozwiązywania zadań fizy-

kalnych. Po skończeniu czterech klas chłopiec udaje się do Krakowa do seminarjum nauczycielskiego i rozpoczyna żmudny trud zawodu pedagogicznego. Praca ta pozostawiła w pamięci wielkiego wynalazcy wyłącznie miłe wspomnienia. Szczepanik zawsze lubił dzieci i obdarzony był wyjątkowym talentem wychowawczym. Ze swymi malcami często przebywał razem i poza lekcjami i uczył ich wtedy — nieobjętych programem szkolnym — robót ręcznych i higjeny życia codziennego. Pod kierunkiem Szczepanika małe rączyny budowały domy, mosty, konstruowały z blaszanych pudełek od konserw lokomotywy, wagoniki i inne zabawki. Rozpromienione oczy patrzały z zachwytem na tworzące się z rupieci niepotrzebnych przedmiotów cacka.

Zawód swój Szczepanik wykonywał początkowo w Potoku, później w Lubatówce i w Korczynie. W tym okresie czasu umysł młodego nauczyciela pracuje już intensywnie nad rozwiązaniem mnóstwa problemów technicznych. Z roku 1895-go zachowała się teka z kartkami, zapisanemi ołówkiem, notatkami o przyrządach i projektach wynalazczych. Wiele zapisków dotyczy wspomnianej maszyny gobelinowej. Poza tem znajdujemy w tym bruljonie wzmianki i wyjaśnienia o maszynie służącej do wyrabiania cegieł, o fotometrze, motorze elektrolityczno-chemicznym, o maszynie do telegrafowania rysunków!!

Zdumiewająca jest sumienność i nawskroś naukowa metoda, cechujące te skromne zapiski „pro memoria“. Każdy problem jest dokładnie zanalizowany. Szczepanik ustala ówczesny stan techniki, jej możliwości i granice, a następnie dokładnie omawia, jakie

składowe wynalazki należałoby opracować i wymyślić celem rozwiązania danego problemu. Niesłychanie ciekawem jest wypracowanie, poświęcone zagadnieniu aeronautyki! Szczepanik omawia osobno problem okrętu powietrznego, czyli sterowca, problem aeroplanu, a wreszcie jeszcze problem samolotu o ruchomych skrzydłach. Tylko dwom pierwszym rodzajom maszyn powietrznych przypisuje Szczepanik znaczenie praktyczne i przed Zeppelinem kładzie nacisk na konieczność budowy wielkich sterowców. Sterowiec, zdaniem jego, powinien mierzyć w długości około 300 metrów, a w szerokości około 60, jego szybkość minimalna powinna wynosić 18 metrów na sekundę, a moc silnika conajmniej 3800 koni mechanicznych! Po dokładnej analizie Szczepanik dochodzi do wniosku:

„Okręt powietrzny ma przyszłość. Problem jego wiąże się z problemem motorów!“

Rozwój aeronautyki — w stu procentach trafnie!! — uzależnia Szczepanik od rozwoju techniki budowania lekkich, lecz silnych motorów. Warto wspomnieć, że zaledwie kilka lat wcześniej świetny wynalazca niemiecki Siemens uważał zagadnienie lotu w powietrzu za utopję techniczną!

W następnym roku Szczepanik porzuca zawód nauczycielski i zakłada w Krakowie pierwszą fabrykę aparatów fotograficznych. W roku 1898-ym wynalazca przenosi się do Wiednia na Morgengasse i zakłada tam towarzystwo pod nazwą „Société des Inventions Jan Szczepanik“. Na początku naszego stulecia Szczepanik dochodzi do szczytu sławy. Jego warsztat wynalazczy wzbudza entuzjazm w Wiedniu,

a na całym świecie ukazują się w prasie liczne artykuły o rewelacyjnych wynalazkach i pomysłach wielkiego Polaka. Aby nie być gołosłownym, przytaczam z powodzi relacyj wyjątek z jednego tylko artykułu, który ukazał się dnia 18-go sierpnia 1901-go roku w „Wiener Tagblatt“:

— „W naszych pracowniach widzą panowie setki przyrządów. Wszelako wśród tych aparatów niema ani jednego, przy którym nie zostałaby zrealizowana jakaś idea Szczepanika. — Temi słowami witał nas i oprowadzał wczoraj uprzejmy cicerone po nowych warsztatach fabrycznych sławnego polskiego wynalazcy. Słowa te najlepiej charakteryzują wszechstronny genjusz Szczepanika. Przy każdem zwiedzaniu zakładów potęguje się zachwyt nad genjalnością „austrjackiego (przed chwilą było powiedziane polskiego — przyp. autora) Edisona“, jak się jego zwie już dziś powszechnie. W trzech dziedzinach Szczepanik osiągnął zdumiewające rezultaty: w przemyśle tkackim, w optyce i w elektrotechnice... Dużo jeszcze możnaby opowiadać o cudach, jakie prezentują się zdumionym oczom na Pragerstrasse...“.

Wśród mnóstwa zrealizowanych wtedy wynalazków warto wspomnieć o pancerzu kulochronnym z — jedwabiu!! Pancerz ten uratował życie dzisiejszemu ekskrólowi hiszpańskiemu Alfonsowi XIII. Odłamki bomby zamachowcy nie zdołały przebić jedwabnego „pancerza“, jakim zabezpieczona była kareta królewska.

Od końca zeszłego stulecia świetny wynalazca główną uwagę poświęca problemom fotografji i filmu.

Były to czasy, kiedy pierwsze próby wynalazców nie zdawały się rokować wielkich nadziei rozwoju nowej technicznej sztuki. Poprzednikiem filmu były skromne zabawki, znane już blisko sto lat przed Szczepanikiem. Astronom angielski sir John Herszel jest wynalazcą pomysłowej karteczki, na której po

Jan Szczepanik (1872—1926).

jednej stronie narysowany jest ptak, po drugiej klatka. Jeśli prędko obracać będziemy kartkę, wydawać się nam będzie, że ptak znajduje się w klatce. Dowcipne to doświadczenie udowadnia, że wrażenie świetlne trwa jeszcze chwilę po ustaniu podniety.

Pierwszym wynalazcą, który potrafił wywołać wrażenie ruchu zapomocą oświetlonych ztyłu i prędko przesuwających się obrazów, był Antoine Plateau. Plateau drogą doświadczeń przekonał się, że celem wywołania efektów kinowych przynajmniej 16 obra-

zów na sekundę przesunąć należy przed wzrokiem obserwatora.

Wszelako upłynęło jeszcze prawie całe dziewiętnaste stulecie, zanim kinematografja przeszła w etap powolnej realizacji. W Ameryce, po wstępnych pró-

Jeden z pierwszych gobelinów (obraz Leonarda da Vinci), wykonany zapomocą maszyny tkackiej według systemu Jana Szczepanika.

bach Coleman Sellers'a i po wynalezieniu celuloidowej taśmy przez Hannibala Goodwin'a, Francis Jenkins zademonstrował w roku 1894 na wystawie w Atlanta swój „fantaskop", będący prototypem kina. W roku następnym we Francji bracia Lumier wyświetlają pierwsze filmy.

Te nowotwory techniki odznaczają się licznemi wadami. Wzrok widza się nuży, a nowy wynalazek

zyskuje opinję, co najwyżej, ciekawego eksperymentu naukowego. Opinję tę utrwala jeszcze fakt braku tematów. Ówcześni przedsiębiorcy kinowi nie wiedzą nic o artystycznych możliwościach kina, nietylko nie wyobrażają sobie, że można uwieczniać na taśmach filmowych utwory literackie, ale nie zdają sobie nawet sprawy z konieczności stwarzania odpowiednich scenarjuszy filmowych. W pogoni za tematami zdejmują zwykłe sceny uliczne, wypadki, defiladę wojsk i t. p. Film jako dzieło sztuki jeszcze się wtedy nie narodził.

Genjalny umysł Szczepanika odrazu objął całokształt zagadnień filmowych. Jako naczelny postulat wysuwał się problem ulepszenia aparatury kinowej. Wiedział jednak Szczepanik, że dopiero wtedy sztuka filmowa dotrze do ostatecznego celu, kiedy nieme fantomy przemówią z srebrnego ekranu, a martwa szarość białego światła nabierze żywego kolorytu barwnej rzeczywistości.

Główną uwagę poświęca Szczepanik zagadnieniu fotografji i kinematografji w barwach naturalnych. Jeszcze przed wojną światową zdobywa Szczepanik sukcesy w dziedzinie kopjowania obrazów świetlnych na drodze chemicznej. W roku 1914 powstaje w Dreźnie fabryka, która ma wyeksploatować uzyskane patenty. Niestety, nienormalne stosunki wojenne powodują całkowite załamanie się finansowe przedsiębiorstwa i zubożenie znakomitego wynalazcy.

Niepowodzenia jednak nie skłaniają Szczepanika do porzucenia twórczej pracy. Konstruktywizm techniczny stał się jego naturą, myślenie i rozwiązywanie problemów technicznych codziennym chlebem jego

umysłowości. Genjalność Szczepanika cenili nawet Niemcy, którzy go dość zabawnie zwali „unser genialer Erfinder, der Pole Szczepanik“ (n a s z [!] genjalny wynalazca, P o l a k Szczepanik) i w okresie burzy wojennej Niemcy nierzadko korzystali z jego pomysłowości.

Z donioślejszych aparatów, skonstruowanych przez Szczepanika w tym okresie, warto tu wymienić tak zwany fotoskulptor, czyli aparat służący do kopjowania rzeźb.

Film wszelako nadal pasjonuje Szczepanika. W jego ubogiem laboratorjum doświadczalnem powstaje aparatura do filmów dźwiękowych! Szczepanik zgłasza odpowiedni patent, jednak brak finansów uniemożliwia mu regularne uiszczanie rocznych składek patentowych. Patent niewykupiony może zostać wykorzystany przez kogobądź bez odszkodowania wynalazcy. W ten sposób straciliśmy na korzyść amerykańskich i niemieckich wytwórni filmowych prawo do niesłychanie doniosłego pod względem gospodarczym wynalazku.

Postępują również prace nad stworzeniem filmu barwnego. W latach powojennych pomysł jest zasadniczo we wszystkich szczegółach opracowany. Pierwszy model aparatu służącego do zdjęć filmowych w kolorach naturalnych jest już na ukończeniu, kiedy przedwczesna śmierć odrywa niestrudzonego wynalazcę od jego warsztatu pracy. Jan Szczepanik umarł dnia 18 kwietnia 1926 roku.

Pozostawił jednak Szczepanik polskiemu narodowi i całej ludzkości dzielnych synów, którzy zapoczątkowane przez ojca dzieło potrafili doprowadzić

do chlubnego zakończenia. Zwłaszcza najstarszy, Zbigniew Szczepanik, odziedziczył wszystkie cechy bystrości i wszechstronności uzdolnień genjalnego ojca. Bodaj warto na tem miejscu podkreślić fakt, że ojciec Jan przywiązywał do wychowania swych synów wyjątkową wagę i — rzec można — zabrał się do niego z taką samą sumiennością, z jaką zastanawiał się nad rozwiązywaniem problemów technicznych. Snać uważał, że pedagogika jest również pewnego rodzaju problemem technicznym, problemem produkowania pięknych, zdolnych i umiejących sobie w każdej sytuacji radzić motorów myślowych. Stary Szczepanik nie zwracał więc uwagi na panujący powszechnie dwadzieścia lat temu system werbalistycznego wykształcenia i wychowania młodzieży. Ćwiczył synów od wczesnego dzieciństwa w rozwiązywaniu problemów aktualnych i w ten sposób potęgował drzemiące w nich zapędy wynalazcze. Na długo przed reformą szkolną przewidział świt nowych poglądów wychowawczych.

Zbigniew Szczepanik wykazuje wszechstronne uzdolnienia konstruktywne, odznacza się niepospolitą wytrwałością w pracy i energją w przeprowadzaniu raz powziętych postanowień.

Na końcu roku 1933 genjalny wynalazek filmu barwnego został ostatecznie przez Zbigniewa Szczepanika doprowadzony do zdumiewającej doskonałości i może wyruszyć na podbój świata.

Problem filmu w kolorach naturalnych zasadniczo mógłby zostać rozwiązany różnemi metodami. Sprawa byłaby idealnie uproszczona, gdybyśmy potrafili me-

todami fotochemicznemi odrazu otrzymać barwny obraz na taśmie filmowej. Niestety usiłowania fizykochemików, zmierzające do rozwiązania problemu w ten sposób, dotąd nie zostały ukoronowane żadnym wynikiem. Należy więc usiłowania zwrócić w innym kierunku.

Z fizyki znane nam są doświadczenia i zjawiska przyrody, udowadniające złożoność wszelkiego promieniowania. Pamiętamy coś niecoś z analizy widmowej, pozwalającej rozkładać, zdawałoby się, najbardziej jednorodne światło białe na całą olbrzymią skalę barw, począwszy od koloru ciemnopurpurowego a skończywszy na barwie ciemnofiołkowej. Otóż okazuje się, że wszystkie kolory dają się przedstawić jako mieszanki trzech zasadniczych, składowych barw, mianowicie: zieleni, błękitu i czerwieni. Zależnie od procentowego składu tych trzech kolorów otrzymać można wszystkie dające się pomyśleć odcienie barw.

Możemy się już domyślić, że wobec tego głównem zadaniem barwnej kinotechniki będzie rozkład, a następnie synteza barw naturalnych. Przy zdjęciach zachodzi konieczność rozkładu na trzy zasadnicze kolory, przy wyświetlaniu zaś filmu należy znów razem połączyć poszczególne zdjęcia w kolorach zasadniczych.

To byłaby zasadnicza teorja filmu barwnego. Wszelako od tej teorji do jej technicznej realizacji droga jest bardzo daleka. Jeśli trzy aparaty do zdjęć filmowych zaopatrzymy w odpowiednie filtry barwne dla dokonania rozkładu kolorów, to liczyć się musimy z faktem, że każda taśma filmowa z nieco innego położenia uchwyci dany obraz. Powstanie

więc tak zwana paralaksa przestrzenna. Moglibyśmy wobec tego wszystkie zdjęcia wykonać przez jeden objektyw i następnie kolejno barwić poszczególne obrazy na jedną z zasadniczych barw. Wtedy jednak powstanie tak zwana paralaksa czasowa, bowiem ruchomy przedmiot będzie wprawdzie zdjęty z tego samego miejsca, jednak grupa trzech obrazków nie będzie odpowiadała tej samej chwili. Wreszcie pamiętać jeszcze należy, że rozkład na barwy składowe powoduje utratę w natężeniu świetlnem, co wywołałoby konieczność jeszcze bardziej rażącego oświetlenia aktorów. Jak więc widzimy, nasuwają się bardzo poważne trudności, zdawałoby się, trudności nierozwiązalne.

Powiedzmy zgóry, że polski film barwny według systemu Szczepanika uporał się z wszystkiemi wspomnianemi trudnościami. Ani paralaksa czasowa, ani też przestrzenna przy zastosowaniu ich wynalazku nie zachodzi, a w dodatku straty w jasności, w natężeniu świetlnem niema!! Nie możemy na tem miejscu objaśnić konstrukcji aparatury Szczepanika, choćby już z tego powodu, że nie pozwala nato niezakończona jeszcze procedura patentowa.

Należy tu wspomnieć, że obecnie istnieje już kilka systemów zagranicznych barwnej kinematografji. Warto tylko mówić o dwóch. System „Kodakolor“ jest właściwie udoskonaleniem wynalazku Jana Szczepanika z roku 1907! System ten daje świetne rezultaty, niestety posiada bardzo poważną wadę: uzyskiwanie kopij jest rzeczą niemożliwą! Po przekalkulowaniu tej wady na język gospodarczy otrzymujemy

stwierdzenie całkowitej jego bezużyteczności przy produkcji masowej. Drugi system „Technikolor“ ogranicza się do dwóch tylko barw zasadniczych, oczywiście wskutek tego obrazy wychodzą mniej naturalnie. I w tym wypadku wygórowane koszta produkcji pozwalają na stosowanie tego rodzaju filmów kolorowych jedynie w wyjątkowych wypadkach.

Zaletą polskiego filmu barwnego jest, że jego obrazy odznaczają się zdumiewającą naturalnością. Bodajże do najtrudniejszych objektów filmowych należy płomień. Ogień, który rozpala się na ekranie w stożku świetlnym aparatury Szczepaników, wywołuje całkiem naturalne wrażenie. Również kwiaty oraz barwne upierzenie tropikalnych ptaków wychodzą świetnie na zdjęciach Szczepanik-filmu.

System Szczepanika jest bezkonkurencyjny zarówno z punktu widzenia doskonałości obrazów, jak i ze stanowiska gospodarczego. Koszta produkcji filmów barwnych powiększają się zaledwie o 2%, a przy aparaturze, służącej do wyświetlania filmów, wystarczy zakup niedrogiego uzupełnienia. Wreszcie wypada jeszcze wspomnieć o bardzo ważnym szczególe: udźwiękowienie Szczepanik-filmu nie pociąga za sobą absolutnie żadnych dodatkowych kosztów!...

...Sztuka filmowa coraz bardziej zbliża się do kresu swej doskonałości. Fantomy ekranu przemawiają do nas, świat filmu promieniuje w blaskach naturalnych kolorów, a w Ameryce świetny konstruktor Ives pracuje nad uplastycznieniem obrazów kinowych. Maszyny technika wytwarzają arcydzieła iluzjonizmu, widzenie Fausta z poetyckiej alegorji

stało się rzeczywistością, a ożywione ludzkim genjuszem maszyny kształtują efekty, o których nie śniło się bajkopisarzom.

IX

Oko elektryczne i telewizja

W technice współczesnej niezmiernie ważną rolę odgrywa komórka fotoelektryczna, zwana w skróceniu fotocelą, która znikome impulsy świetlne zamienia na impulsy elektryczne. Aparat ten zwiemy też okiem elektrycznem, gdyż spełnia on w wielu wypadkach rolę bardzo czujnego obserwatora, którego uwadze nie uchodzi żaden podejrzany szczegół. Mały ten i w zasadniczej idei tak zadziwiająco prosty przyrząd dokonuje przedziwnych cudów. Ostrzega mieszkańców samotnej willi przed bandytami, wstrzymuje pociągi w razie niebezpieczeństwa, niewidomym zastępuje lektora, w czasie mgieł doprowadza okręty bezpiecznie do portów, powoduje wybuchy min, a co najważniejsze stanowi zasadniczą część składową wszystkich aparatów telewizyjnych.

Wprost nieograniczone są możliwości stosowania fotoceli, a chemik szwedzki Berzelius, który w r. 1817 odkryciem pierwiastka selenu uczynił pierwszy krok na drodze do skonstruowania fotoceli, nie przypuszczał zapewne, jak doniosłego dokonał czynu.

Pierwiastek selen, będący ciałem ciemnoróżowem, wydającem podczas ogrzewania zapach czosnku, był pierwotnie uważany za inny element chemiczny — tellur. Gdy stwierdzono omyłkę, nowy pierwiastek

nazwano selenem, aby zaznaczyć, że towarzyszy on tellurowi tak, jak księżyc (po grecku — *selene*) towarzyszy ziemi (po łacinie — *tellus*).

Selen topi się przy temperaturze +217° C, a wrze przy +660° C, zamieniając się w parę o barwie ciemnożółtej.

Już w przeszłem stuleciu cały szereg badaczy, jak Siemens, Bell, Bidwell i Ruhmer, zajmowało się badaniem własności elektrycznych selenu i wykorzystaniem ich dla celów technicznych. Selen utrzymywany w ciemności i przy niskiej temperaturze nie przewodzi elektryczności. Ogrzewany, po przekroczeniu +80° C, staje się coraz lepszym przewodnikiem. Silniej jeszcze niż temperatura na stopień jego przewodnictwa działa oświetlenie. Pierwszy na okoliczność tę zwrócił uwagę Smith, w roku zaś 1876 stwierdził Adams, że zmiana oporu wewnętrznego w selenie jest proporcjonalna do pierwiastka kwadratowego z natężenia światła. Tę własność selenu próbowano oczywiście odrazu wykorzystać w technice. Smith naprzykład włączył sztabkę selenu w obwód ogniwa galwanicznego, do którego prócz tego włączył telefon, i w ten sposób pragnął badać własności elektryczne selenu. Próby te atoli nie dały żadnych realnych rezultatów.

Pierwszy eksperyment udatny został dokonany w roku 1890 przez Bidwella. Wtedy już Bidwell używał dwóch prądów. Jeden prąd przebiegał przez komórkę selenową, która, zależnie od oświetlenia, przewodziła prąd lub go tamowała. Ten pierwszy prąd ze swej strony włączał drugi prąd silniejszy,

który, zależnie od zamiarów eksperymentatora, mógł pobudzać dzwonek elektryczny do dzwonienia, zapalać lampkę żarową lub wykonywać wszelką inną, dowolną czynność.

Od tego czasu skonstruowano już cały szereg aparatów, przy których tajemnicza komórka selenowa odgrywała główną rolę. Pływające boje gazowe, umieszczane na morzu w miejscach niebezpiecznych, zostały zaopatrzone w regulatory selenowe, które automatycznie zapalały światło lampy z nastaniem ciemności. Konstruowano również świetlne telefony, ciekawe prototypy dzisiejszych aparatów radjofonicznych, które w promieniu 15 kilometrów pozwalały słyszeć głos ludzki bez połączenia stacji nadawczej i odbiorczej przewodami!

Na początku naszego stulecia Ruhmer skonstruował nadzwyczaj czuły fotometr selenowy, który po przeprowadzeniu pewnych modyfikacyj jest dziś jeszcze ważnym przyrządem przy badaniu jasności światła gwiazd. Przy końcu lunety umieszczona zostaje komórka selenowa, włączona w obwód galwaniczny. Mierząc natężenie prądu przepływającego przez przewodniki, otrzymujemy bezpośrednio pomiar jasności obserwowanej gwiazdy. Dzięki komórce selenowej pomiar, dokonany niedoskonałym przyrządem naszego oka i zależny w wysokim stopniu od nastrojów psychicznych, możemy zastąpić ścisłą symboliką matematyczną, pomiarem nader precyzyjnym, nie zniekształconym wpływami osobistemi.

Jeszcze ciekawsze zastosowanie fotoceli pozwala nam na powiększenie bezpieczeństwa przy jeździe koleją. Jak często zdarzają się katastrofy wskutek

przeoczenia ostrzegawczego sygnału! Oddawna więc technicy głowili się nad zagadnieniem, jakim sposobem dałoby się uniemożliwić omijanie sygnałów.

Najrozmaitsze projekty dawały przeważnie niedostateczne wyniki. Wprost jak z bajki wyjęta jest wiadomość, że na kolejach bawarskich zaprowadzono w roku 1929 nowy sposób zatrzymywania pociągów na wypadek nieuwagi maszynisty. Jest to sposób, przy którym główną rolę odgrywa promień świetlny. Nieprawdopodobnem wydaje się, że kilka tysięcy tonn, pędzących z zawrotną szybkością blisko stu kilometrów na godzinę, zwalnia swój bieg, gdy ledwo widoczny promyk padnie na światłoczułe miejsce żelaznego kolosa, a jednak zasadniczo całe urządzenie jest niezmiernie proste.

Przy maszcie sygnałowym obok toru kolejowego znajduje się specjalne zwierciadło pryzmatyczne, które odbija wszystkie promienie w jednym kierunku. Gdy pociąg ma stanąć, zwierciadło zostaje odsłonięte, gdy przejazd jest wolny, lustro jest zakryte.

Na przodzie lokomotywy znajduje się maleńka żarówka, której promienie zapomocą układu soczewek i pryzmatów zostają skierowane nazewnątrz, w kierunku owego zwierciadła, tkwiącego na maszcie. Stąd odbite, zostają znów skierowane na lokomotywę i działają na komórkę selenową, która wobec tego przewodzi prąd działający bezpośrednio na hamulec.

Zdarza się jednak często, że już w kilka sekund później przejazd jest wolny i pociąg nie potrzebuje się zatrzymywać. By niepotrzebnie nie tracić czasu, stosuje się podwójne maszty sygnałowe, oddzielone od siebie przestrzenią 600—800 metrów. Pierwszy

sygnał każe tylko zwolnić bieg, następny zaś decyduje ostatecznie, czy przejazd jest wolny, czy też nie.

Analogicznie urządzono hamulce selenowe. W odstępach co 150 metrów mniej więcej znajduje się 5 masztów sygnałowych. Przy pierwszym pociąg zwalnia pęd, jeśli porusza się z większą prędkością aniżeli 80 kilometrów na godzinę, przy następnym, gdy prędkość jego przewyższa 60 kilometrów na godzinę, przy trzecim — gdy przewyższa 40 km, przy czwartym — gdy wynosi więcej niż 20, a wreszcie przy ostatnim zatrzymuje się.

Jeśli w czasie zwalniania ruchu niebezpieczeństwo usunięto, to oczywiście, powiedzmy, 4 i 5 hamulec już nie działa, gdyż zwierciadła przy odpowiednich masztach zostały zakryte. Pociąg pojedzie dalej bez przeszkody.

Całe urządzenie wypróbowano już wielokrotnie przy najrozmaitszych warunkach atmosferycznych i ani razu nie zaszedł wypadek niepowodzenia. Nie ulega więc wątpliwości, że bezpieczeństwo na kolejach przez ogólne zastosowanie selenowych hamulców kolosalnie się podniesie.

Z tego, co dotąd wiemy o stosowaniu fotoceli, wynika, że komórka światłoczuła włączona w obwód galwaniczny zależnie od naświetlenia przewodzi prąd, względnie stawia mu znaczny opór. Prąd elektryczny dopiero wykonuje przeznaczoną mu pracę.

W obwód fotoceli możemy również, jeśli mamy zamiary wojenne, włączyć materjały wybuchowe. Uczynił to fizyk amerykański Thomas ze słynnej Westinghouse Electric-Company i skombinował miny, które eksplodują w chwili, gdy rzutujemy zdaleka snop światła na małą fotocelę.

Jest właściwością ludzkiej natury, że każdy wynalazek, każdą myśl techniczną stara się wykorzystać do celów wojennych. Nie mielibyśmy wprost zaufania do fotoceli, gdyby nie dała się w specjalny sposób zastosować do wybuchów min, granatów i innych dowodów „miłości i braterstwa“ ludów. Nie wina to fotoceli, lecz nasza, komórka fotoelektryczna bowiem z takiem samem powodzeniem niesie ulgę nieszczęśliwym ofiarom wojny, gdyż umożliwia niewidomym korzystanie ze skarbów literatury bez pomocy osoby drugiej.

Dotąd tych najnieszczęśliwszych starano się zaopatrzyć w pokarm duchowy przez wydawanie specjalnych dzieł, w których litery nie były drukowane, lecz w formie wypukłej dawały się wyczuwać palcami. Książki takie oczywiście były i są bardzo drogie, niekażdy więc mógł sobie pozwolić na ich kupno. Niekiedy towarzystwa filantropijne zajmują się sporządzaniem takich wydawnictw. W każdym razie tego rodzaju rozwiązanie problemu lektury dla niewidomych nie może być uznane za zadowalające.

Fotocela udostępniła niewidomym lekturę każdej książki. Kierowano się tu tą samą zasadą, która pozwoliła zrealizować przenoszenie obrazów na odległość. Różnica polega tylko na tem, że obrazy poszczególnych liter nie zostają odtwarzane ponownie jako litery, lecz ulegają przemianie na efekty głosowe. Aby książka przemówiła do niewidomego, promyk świetlny ślizga się po każdej literze. Papier nie zadrukowany odbija światło, czerń drukarska zaś pochłania je.

Promień odbity dostaje się do fotoceli i wyzwala

w obwodzie galwanicznym prądy o zmiennem natężeniu, zależnie od tego, czy przechodzi po papierze czystym, czy też zadrukowanym. Następnie elektryczne prądy, wywołane przez naświetlenie fotoceli, zostają wzmocnione i zamienione na energję głosową.

Dopóki mianowicie promień ślizga się po papierze czystym, z aparatu wydobywa się jednostajne brzęczenie, które ustaje w chwili, gdy promień natrafi na jakąś literę. Zależnie od kształtu litery sposób przerwania jednostajnego świstu jest odmienny, każda więc litera daje się odróżnić.

Oczywiście nieodrazu niewidomy nauczy się odróżniać te dziwne dźwięki aparatu. Musi nauczyć się nowego alfabetu. Nauka jego nie sprawia specjalnych trudności, a po jej odbyciu każdy potrafi przesłuchać jakąkolwiek książkę zapomocą opisanego aparatu Naumburga. Pewnego rodzaju niedoskonałością tych aparatów jest fakt, że dźwięki przetwarzające litery nie brzmią w ten sposób, jak w zwykłej mowie, lecz wymawiane są swoistym językiem. Niewykluczonem jest jednak, że niebawem technice uda się udoskonalić ten niezmiernie ciekawy i pożyteczny aparat. Wszak umiemy już oddawna zapomocą fonografu uwieczniać głos ludzki. Jeśli więc uda się połączyć aparat Naumburga z odpowiednim fonografem w ten sposób, aby każdej literze odpowiadało jej właściwe brzmienie, technika stworzy sztucznego lektora, który będzie nam czytał zależnie od naszej woli powieści, poezje, traktaty naukowe, przyczem nigdy się nie znuży, ani nie znudzi.

Zależnie od tego, jakie przyrządy włączymy w obwód galwaniczny, komórka światłoczuła dokonuje

najróżnorodniejszych zleceń. Fotocela jest czulsza od naszego oka i odróżnia naprzykład rozmaite zabarwienia banknotów. Z tego powodu możemy używać specjalnej komórki do kontroli papierów wartościowych, opuszczających właśnie prasę drukarską. Im dokładniej bowiem kolor wszystkich papierów wartościowych będzie zidentyfikowany, tem trudniejsza będzie praca fałszerza. Przy nalepkach towarowych komórka światłoczuła również usuwa naklejki, których barwa lub druk wykazuje pewne defekty.

We wszystkich tych wypadkach komórka jest znacznie czulsza i uważniejsza od oka ludzkiego, a przedewszystkiem nigdy się nie męczy, pracując stale z tą samą precyzją.

Fotocelę można stosować również w celu oszczędnego wyzyskania energji węgla. Umieszcza się ją w kominach fabrycznych i nastawia tak, aby przepływający przez nią prąd elektryczny wprawiał w ruch sygnał alarmowy, gdy zbyt gęste kłęby dymu zasłaniają jej „widnokrąg".

Fotocela stała się mózgiem sztucznego homunculusa, objawiającego się w setkach maszyn wykonujących za nas pracę. Komórka światłoczuła umie nawet liczyć. W olbrzymim tunelu, zbudowanym pod Hudsonem i łączącym Nowy Jork z New Jersey, zainstalowali Amerykanie specjalne urządzenie, liczące wszystkie samochody, które przejeżdżając rzucają cień na elektryczne oko. Aparat taki znajduje się przy obu końcach tunelu i umożliwia dokładne stwierdzenie ilości samochodów znajdujących się w każdej chwili we wnętrzu tunelu. Znajomość tej liczby jest potrzebna do racjonalnego regulowania dopływu powietrza.

Pewna firma, wyrabiająca automatyczne windy, instaluje fotocelę przy wejściu do windy, a to w tym celu, aby drzwi windy nie zamykały się wcześniej, nim ostatni pasażer przekroczy próg.

Fotocela zaczyna zdobywać sobie uznanie w przemyśle zabawkowym. W Niemczech ukazał się wśród lalek, niedźwiadków, kaczek i kogutów zabawny pies, którego oczy były fotocelami. Gdy oświetlono je snopem światła z latarki elektrycznej, pies poruszał się naprzód w kierunku źródła światła i w pewnej odległości przystawał.

Francuski fizyk Fournier-Cema skonstruował fotocelę, która reaguje nawet na światło infraczerwone, niewidoczne dla naszego oka. Promienie infraczerwone odznaczają się tą ciekawą właściwością, że przenikają najgęstsze nawet mgły na odległość kilku kilometrów. Odtąd okręty będą mogły swobodnie przesuwać się we mgle, gdyż komórka fotoelektryczna, reagując na infraczerwone promienie wysyłane przez latarnię morską, przyjmie ewentualne sygnały ostrzegawcze.

Nawet do ochrony przed bandytami będzie można stosować taką fotocelę. Wieńcem promieni infraczerwonych możemy zapomocą zwierciadeł otoczyć nasz dom w ten sposób, że promienie odbite kilkakrotnie dotrą wreszcie do światłoczułej komórki Fournier-Cema. Napastnik nie widzi promieni infraczerwonych, nie wie więc, że w pewnym momencie ciałem swem zasłania jedno ze zwierciadeł i że w tej samej chwili fotocela włącza prąd uruchamiający sygnał alarmowy. Nocna wizyta się nie udała.

Fotocela jest stróżem bezpieczeństwa: alarmuje

w razie pożaru straż ogniową, umożliwia niewidomym czytanie, liczy, dodaje i odejmuje. Fotocela wszystko dla nas czyni, trzeba tylko umieć przystosować ją do danego zagadnienia, a to właśnie umieją robić fizycy ze słynnej amerykańskiej Westinghouse Electric Co., którym zawdzięczamy najlepsze wynalazki z dziedziny cudów fotoceli.

Nie mówiliśmy jeszcze o jednem, bardzo ważnem zastosowaniu fotoceli, mianowicie o zastosowaniu jej w technice kina dźwiękowego i przy telewizji.

Telefon umożliwił nam zamianę fal głosowych na impulsy elektryczne. Elektryczność możemy zkolei zamieniać na energję świetlną, np. w żarówce elektrycznej, a impulsy świetlne możemy utrwalać na taśmie filmowej. Tak mniej więcej przedstawia się schematycznie sztuka fotografowania dźwięków, t. zn. utrwalania ich na taśmie filmowej zamiast na płycie gramofonowej. Przy reprodukcji tych sfotografowanych dźwięków oczywiście odgrywa dużą rolę komórka światłoczuła. Umieszczona jest ona obok taśmy filmowej, na której krawędzi znajdują się sfilmowane dźwięki. Sfotografowane tony przedstawiają się jako faliste wypukłości jasnych pasm, od których kształtu i rozkładu zależą wszystkie własności odpowiednich tonów. Te pasma i wypukłości rzucają swój cień na fotocelę, za której pośrednictwem impulsy świetlne zamieniają się na impulsy elektryczne, a następnie na impulsy głosowe.

Nietrudno będzie nam już teraz zrozumieć rolę komórki światłoczułej w technice telewizyjnej. Problem ten, nierozwiązany jeszcze całkowicie praktycz-

nie, jest obecnie bardzo aktualny. Historję telewizji omówimy więc bardziej szczegółowo.

Zagadnieniem widzenia na odległość zajęli się fizycy już przeszło 50 lat temu, a więc wcześniej, aniżeli odkryto fale elektromagnetyczne. Pierwszy projekt telewizyjny opublikował w roku 1875 Amerykanin Carey, który swój pomysł oparł na badaniu działania oka. Zamierzał on stworzyć pewnego rodzaju sztuczną siatkówkę, która miała uchwycić obraz zapomocą ogromnej ilości drucików platynowych, zanurzonych w światłoczułej warstwie. Przewodnictwo elektryczne tej reagującej na światło warstwy byłoby zależne od natężenia światła poszczególnych plam obrazu. Wszystkie zaś druciki platynowe miały być połączone zapomocą przewodników elektrycznych z odpowiedniem urządzeniem odbiorczem. Pomysł Carey'a nigdy nie został zrealizowany, a gdyby nawet przy wielkim nakładzie kosztów skonstruowano odpowiedni aparat, możnaby zapomocą niego przesyłać zawsze tylko jeden obraz, gdyż owa warstwa światłoczuła wymagałaby przy każdym obrazie, podobnie jak płyta fotograficzna, odnowienia.

W trzy lata później kilku uczonych, niemal równocześnie, w celu rozwiązania problemu telewizji zaproponowało wyzyskanie znanych nam już własności selenu. Projekty takie wysunęli: w roku 1878 Włoch profesor D. Paiva, w roku 1879 Francuz Senlecq i Włoch Perosino, oraz w tym samym czasie w Ameryce Bell, Shay i Baldwin. Najciekawszy, bo przypominający dzisiejszą fultografję, jest projekt Francuza Senlecqa, Według tego projektu maleńka komórka selenowa poruszać się miała w płaszczyźnie

obrazu, powstałego w *camera obscura,* i zamieniać impulsy świetlne poszczególnych części obrazu na prądy elektryczne o zmiennem natężeniu. Równocześnie na stacji odbiorczej miękki ołówek przesuwałby się po kartce papieru i dzięki połączeniu z kotwicą magnetyczną, która ze zmienną siłą przyciskałaby go do papieru, rysować miał jaśniejsze i ciemniejsze plamy składające się na cały obraz. Nieco podobny był projekt Perosina.

W roku 1880 ukazuje się już rozprawa Le Blanca, w której omawia on krytycznie poszczególne projekty rozwiązania problemu telewizji. Szczególną uwagę przywiązuje Le Blanc do projektu regulowania przy aparacie odbiorczym natężenia siły źródła świetlnego zapomocą pewnego rodzaju filtra, który, przyczepiony do kotwicy magnetycznej, zależnie od impulsów elektrycznych przepuszczałby mniej lub więcej światła.

Rok 1884 uznać można za rok przełomowy w historji telewizji, a może nawet za rok narodzin dzisiejszych badań na tem polu techniki. W roku tym zgłosił młody student Paweł Nipkow, rodem z Wejherowa na Pomorzu, swój pomysł telewizyjny do opatentowania w Berlinie. Główną częścią jego aparatu jest tak zwana tarcza Nipkowa, która umożliwiła rozłożenie sposobem mechanicznym przesyłanego obrazu na części składowe; w aparacie odbiorczym zostałyby one następnie ponownie złożone w całość, podobnie jak kamyczki w obrazie mozaikowym.

Ponieważ większość obecnie stosowanych systemów telewizyjnych stanowi właściwie tylko ulepsze-

nia „elektrycznego teleskopu“ Nipkowa, uważam za najwłaściwsze omówić bezpośrednio historyczny patent obecnie jeszcze żyjącego, przeszło 70-cio letniego Nipkowa.

Przed soczewką objektywu znajduje się przedmiot, którego obraz mamy zamiar przesłać na drugą stację. Soczewka wytwarza obraz w płaszczyźnie okrągłej obracającej się tarczy, która zawiera szereg otworów spiralnie ułożonych. Gdy tarcza się obraca, coraz to inna część obrazu ukazuje się w przesuwających się otworach. Zależnie od jasności zjawiającego się w otworze punktu świetlnego, umieszczona wpobliżu światłoczuła komórka słabiej lub silniej przewodzi prąd z baterji. Prąd ten dostaje się do stacji drugiej, odbiorczej, i przebiega zwoje cewki. Wewnątrz cewki znajduje się specjalny aparat polaryzacyjny, którego działania nie będziemy tu bliżej omawiali. Wystarczy nam wiedzieć, że prąd elektryczny, przebiegający przez cewkę słabiej lub silniej, zależnie od swego natężenia przyćmiewa promienie zebrane z silnego źródła świetlnego przez odpowiednią soczewkę. Równocześnie druga tarcza Nipkowa, obracająca się dokładnie w tym samym rytmie, co tarcza na stacji wysyłającej, sprawia, że obserwator widzi w okularze teleskopu elektrycznego jasność i ciemność na odpowiednich miejscach. Jeśli obie tarcze obracają się bardzo prędko, w ciągu sekundy każdy otwór spirali przesunie się kilkanaście razy przed okiem obserwatora i wszystkie punkty jasne i ciemne zleją się w jeden obraz.

Jak widzimy, do teleskopu elektrycznego Nipkowa nie był potrzebny żaden ekran, na któryby rzutowano

obraz. Odbiorca widziałby obraz tak, jak patrzący przez lunetę w okularze Nipkowego teleskopu. By otrzymać obraz plastyczny, Nipkow radził budować aparaty podwójne, dla każdego oka jeden, któreby wywoływały efekt stereoskopowy.

Na pomysł swój otrzymał wprawdzie Nipkow już w roku 1884 patent, wszakże dopiero po 45 latach ujrzał sędziwy wynalazca po raz pierwszy swoją tarczę dnia 31 października 1929 roku w Urzędzie Centralnym Poczty Rzeszy, realizacja bowiem teleskopu elektrycznego nie była możliwa w chwili jego powstania z powodu ówczesnego stanu techniki. Komórka selenowa nie mogła zadość uczynić stawianym jej zadaniom, reagowała bowiem bardzo powoli na zmiany oświetlenia, nie mogła więc wahań jasności, występujących z szybkością kilku tysięcy na sekundę, przekształcać na przepływające przez nią prądy o zmiennem natężeniu. Mniej ważny jest zarzut, który możnaby obecnie wysunąć, że aparat Nipkowa działał za pośrednictwem przewodów. Nie znano jeszcze wówczas fal elektromagnetycznych, trudno więc wymagać od Nipkowa urządzenia radjowego. Zresztą kwestja przekształcania impulsów elektrycznych na fale eteru nie jest już dziś przedmiotem dyskusji zasadniczej i nie przedstawia wielkich trudności.

Pomysł Nipkowa mógł dopiero w naszych czasach ponownie odżyć, kiedy skonstruowano niezwykle wrażliwe komórki światłoczułe, pracujące na podstawie nieco odmiennej zasady, aniżeli komórka selenowa. Stwierdzono mianowicie, że pewne metale umieszczone w próżni wyrzucają ze siebie elektrony, gdy pada na nie promień świetlny. Najwidoczniej energja promie-

nista, natrafiając na powierzchnię takich metali, jak potas, rubid i inne, zamienia się na energję ruchową elektronów.

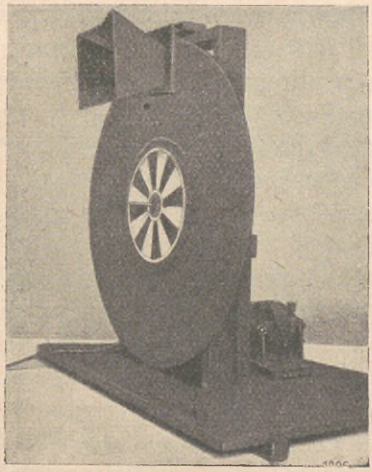
Z drugiej strony wiemy, że prąd elektryczny powstaje pod wpływem ruchu elektronów. Łatwo już teraz zrozumieć działanie potasowej komórki światłoczułej. Na dnie bańki szklanej, z której wypompowano powietrze, znajduje się warstwa potasu. Naprzeciwko części uwarstwionej znajduje się siatka metalowa, która połączona jest z dodatnim biegunem baterji, podczas gdy warstwa potasu połączona jest z biegunem ujemnym. Prąd przerwany jest przez próżnię między obu warstwami. W chwili atoli naświetlania komórki z potasu wydobywają się elektrony i rozpoczynają przemarsz do siatki metalowej, tak że powstaje regularny prąd, którego natężenie będzie tem większe, im jaskrawszy promień świetlny pobudzi warstwę potasu do wyrzucania elektronów. Taka fotocela działa z nadzwyczajną precyzją i może tysiące razy zmienić natężenie prądu w ciągu jednej sekundy. Jest więc wymarzonym instrumentem dla teletechnika.

Istotnie zapomocą takiej fotoceli w połączeniu z tarczą Nipkowa można już zbudować stosunkowo prosty aparat telewizyjny, który umożliwia przesyłanie drogą radjową „żywych“ obrazów, o ile obrazy te nie są bogate w zbyt subtelne szczegóły.

Załączona rycina przedstawia nam stację odbiorczą telewizyjną zbudowaną przez radjoamatora. Widać tarczę Nipkowa oraz umieszczony przy jej górnej krawędzi ostrosłup ścięty, na którego dnie ukaże się obraz. Poza owym ostrosłupem i poza tarczą

znajduje się specjalnie skonstruowana lampa żarowa, która świeci ze zmienną jasnością zależnie od impulsów przepływających przez nią prądów elektrycznych.

Na innych nieco zasadach zbudowane są aparaty systemu Carolusa. System ten opiera się na t. zw. „kole Weilera“ oraz komórce Kerra. Komórka Kerra



Stacja telewizyjna odbiorcza.

służy do regulowania światła wysyłanego przez stałe źródło świetlne, naprzykład przez lampę łukową. Dzieje się to zupełnie podobnie, jak przy aparacie Nipkowa, gdzie prąd przez działanie na przebieg polaryzacji światła regulował jasność, względnie ciemność, przesyłanego w danej chwili elementu obrazu. Koło Weilera zaś zastępuje rolę tarczy Nipkowa. Na

obręczy tego koła znajduje się znaczna ilość zwierciadeł, z których każde nachylone jest pod nieco odmiennym kątem do płaszczyzny koła. Promień świetlny odbity od jednego z tych zwierciadełek dostaje się na ekran, na którym wytwarza się całkowity obraz z mozaiki ogromnej ilości plamek świetlnych, rzutowanych nań bardzo prędko. Zarówno komórka Kerra, jak i koło Weilera, nie są wynalazkami ostatnich lat, lecz powstały w roku 1890, a raczej w 1889.

Przy kole Weilera poszczególne lusterka są sztywno połączone z obręczą koła. Nieco inaczej obmyślił w roku 1898 Szczepanik swój pomysł telewizora. W jego aparacie znajdowały się tylko dwa zwierciadełka, zawieszone jednak swobodnie i pod wpływem prądów elektrycznych nachylające się pod różnemi kątami.

We wszystkich omawianych dotąd systemach rozkład obrazu na punkty świetlne oraz późniejsza ich synteza odbywa się sposobem mechanicznym, zapomocą tarczy Nipkowa lub jakiejś kombinacji zwierciadlanej. Sposób ten posiada jednak tę wadę, że nigdy nie będzie można na tej drodze osiągnąć możliwości przesłania kilkuset tysięcy punktów świetlnych w ciągu jednej sekundy. Tarcza Nipkowa, czy koło Weilera musiałyby bowiem w tym celu obracać się z tak zawrotną prędkością obrotową, że siła odśrodkowa groziłaby rozsadzeniem całego przyrządu. Tylko prądy albo drgania elektronowe mogą wykonywać podobne prędkie wahania.

Na zasadzie takiego rozumowania można przypuszczać, że mimo zalet omawianych wyżej i wypróbowanych już metod ostatecznie w telewizji zwycięży

system zgoła odmienny, przy którym nie będą potrzebne ani tarcza Nipkowa, ani też koło Weilera, mianowicie system, w którym główną rolę odegra szczególnej konstrukcji lampa katodowa, t. zw. lampa katodowa Brauna.

Ze szkolnych doświadczeń fizykalnych wiemy, że prąd elektronów, płynących w rurkach próżniowych od katody do anody, zbacza nieco z drogi, jeżeli nań działa pole magnetyczne lub elektromagnetyczne. Poza tem wiemy również, że elektrony promieni katodowych powodują fluorescencję niektórych materyj, umieszczonych wpoprzek ich drogi. W lampie elektronowej Brauna ekranem jest więc tylko ściana, składająca się ze specjalnie spreparowanego fluoryzującego szkła. Na ekran ten pada wiązka elektronów, przebywszy poprzednio pewnego rodzaju bramę, składającą się z czterech płytek kondensatorów. Zależnie od stanu elektrycznego tych płyt elektrony zbaczają na lewo, na prawo, wgórę lub nadół. Zapomocą prądów zmiennych można zboczenia te tak regulować, że pęk elektronów miarowemi drganiami prześlizgnie się po całej powierzchni fluoryzującego ekranu. Aby powstał w ten sposób obraz, trzeba aparat oczywiście tak urządzić, by poza tem natężenie fluorescencji było zmienne, odpowiednio do jasności, względnie ciemności przesyłanej części obrazu. Kwestja ta nastręcza właśnie największe trudności przy tym systemie telewizji. Trzeba, by prąd elektronowy był rozmaitego natężenia. Zamierzano to uskutecznić przez umieszczenie pewnego rodzaju przegród i siatek, których stan elektryczny byłby zmienny i powodowałby zaha-

mowanie prądu elektronowego. Niestety każde takie zahamowanie prądu elektronowego powoduje również małe zboczenie kierunku, które oczywiście w tym wypadku nie jest wskazane. Nad tem zagadnieniem pracują więc obecnie fizycy i technicy.

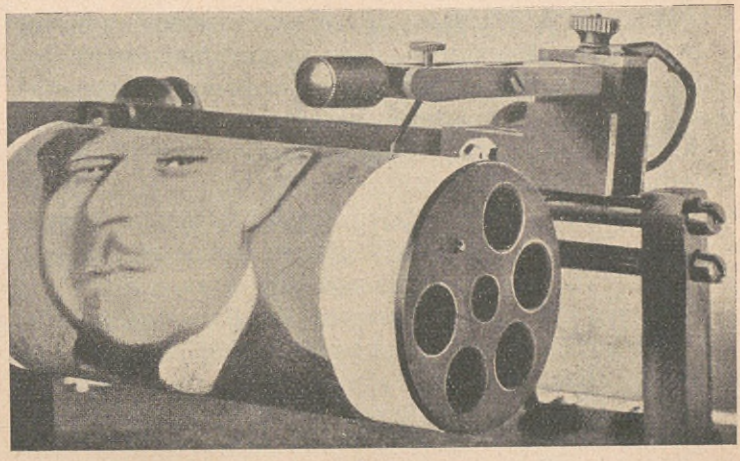
Opisany powyżej system oscylatora promieni katodowych nie jest nowy. Już w roku 1906 Dieckman zaproponował taką właśnie aparaturę odbiorczą, a w roku 1907 Rosing zbudował nawet w Piotrogrodzie odpowiednie urządzenia.

Jak widzimy, zagadnieniami telewizji zajmują się technicy już od przeszło 40 lat. Badania dawniejsze przeważnie dlatego nie były uwieńczone sukcesem, gdyż ówczesna technika nie mogła dostarczyć wynalazcom dostatecznie czułych przyrządów pomocniczych. Ale i dziś jeszcze trudno powiedzieć, że problem widzenia na odległość jest ostatecznie rozwiązany. Jak dotąd, możliwe jest tylko przesyłanie obrazów kinowych, czy też bezpośrednio „zdjętych“ z żywych postaci obrazów o niezbyt subtelnych szczegółach.

Znacznie lepiej przedstawia się problem przesyłania drogą radjową odosobnionych obrazów, naprzykład zdjęć dziennikarskich. Zagadnienie to rozwiązano w dwojaki sposób: systemem Fultona oraz systemem inżyniera Manczarskiego. Fulton nawiązuje bezpośrednio do projektu Senlecqa i Perosina. Rysunek nasz przedstawia aparat działający na podstawie metody Fultona. Prąd o zmiennem natężeniu przepływa przez rylec, papier i walec, powodując rozkład chemiczny górnej warstwy papieru. Rylec opisuje na obracającym się walcu linję spiralną, rysując

punkt po punkcie cały obraz. Średnio produkcja każdego zdjęcia trwa mniej więcej dwie minuty.

System inżyniera Manczarskiego jest może jeszcze prostszy od systemu Fultona, gdyż nie stosuje na stacji nadawczej fotoceli. Obraz natomiast nie powstaje na papierze, lecz jest widoczny w tubie aparatu odbiorczego. Manczarski wymyślił t. zw. kliszę



Przesyłanie obrazów drogą radjową.
Aparat systemu Fultona.

elektryczną, którą trzeba poprzednio stworzyć dla obrazu przeznaczonego do wysłania. Ta klisza elektryczna zastępuje fotocelę i reguluje natężenie prądu na stacji wysyłającej. Niezwykle oryginalny pomysł polskiego inżyniera może się stać pobudką dla innych wynalazców i przyczynić się do dalszego rozwoju tej gałęzi telewizji.

X

Ponad szlaki orłów i sępów

Było to w roku 1862. W małem miasteczku niemieckiem Anklam, w pokoiku na pierwszem piętrze trzech chłopców pracowało gorączkowo. Roztapiali ołów i z gorącej masy kształtowali małe pociski dla armatki, z której następnie ostrzeliwali ściany i drzwi pokoju. Wskutek nieuwagi przy tej pracy powstał mały pożar, ugaszony jednak wporę przez owych domorosłych fabrykantów amunicji. Incydent ten stał się następnie tematem poważnych obrad triumwiratu: co należy czynić i jak się zachować w razie niebezpieczeństwa pożaru?

Wtem zrywa się czternastoletni Otton i z okrzykiem: „To trzeba uczynić!“ skacze z okna pierwszego piętra na kamienny bruk podwórza.

Owym chłopcem odważnym, prędko się decydującym i wykonującym natychmiast swój zamiar, był Otton Lilienthal, jeden z pierwszych pionierów lotnictwa. W latach, w których ogólnie sądzono, że podbój przestrzeni powietrznej jest rzeczą zupełnie niemożliwą, kiedy uczeni pisali długie rozprawy, rozwodząc się nad niedorzecznością całego problemu, bracia Lilienthalowie, Otton i Gustaw, dokonali pierwszych lotów ślizgowych i udowodnili, że człowiek, mimo iż jest cięższy od powietrza, może się unieść w przestworza.

Już lata młodości braci Lilienthalów owiane są pierwszemi „wietrzykami“ sygnalizującemi huragan pracy twórczej, jaki władać będzie nimi przez całe życie. Jako chłopcy sporządzają sobie drewniane skrzy-

dła, przymocowują je do ramion i w nocy, by uniknąć drwin swych rówieśników, wykonują niezręczne skoki, próby pokonania morza powietrznego. Nieco później budują coś w rodzaju roweru i odbywają przejażdżki po ulicach Berlina, witani wszędzie okrzykami zdziwienia i wesołości.

Przeogromne zapasy energji i nadmiar sił cechują zawsze życie i działalność wielkich twórców. Podobni są do ciał promieniotwórczych, stale wybuchających snopami energetycznych promieni. I tak, jak przy materjach radjoaktywnych tylko znikomy procent energji bywa wyzyskany praktycznie, tak i ludzie wielcy zwykle tylko część, mały ułamek swej siły i żywotności mogą poświęcić tej dziedzinie, w której zdobywają najwięcej zasług i sławy. Tak właśnie układało się też życie Lilienthalów. Ustawiczna walka o byt i procesy w sprawie patentów absorbują dużą część sił naszych wynalazców, ale mimo to obaj znajdują dość czasu na próby latania, na pracę nad udoskonaleniem swych aparatów i na obserwację lotu ptaków, a zwłaszcza bocianów. Gdy w roku 1881 Gustaw podróżuje do Australji, nie zaniedbuje w czasie podróży okrętem najbłahszej sposobności, by obserwować lot ptaków morskich: mew i albatrosów, utrzymujących się bez chwili spoczynku często przez kilka godzin w powietrzu.

Poza temi badaniami, doświadczeniami i zajęciami zawodowemi dzielni bracia znajdują jednak jeszcze czas na zgoła inną działalność. Otton Lilienthal, pierwszy lotnik, człowiek żyjący hasłami techniki, staje się pewnego dnia fundatorem „teatru dziesięciogroszowego“, teatru, którego zadaniem jest szerzenie

zamiłowania do literatury pięknej wśród najszerszych warstw społeczeństwa; a gdy razu pewnego zabrakło artysty do odegrania mniej ważnej roli, sam mistrz Otton wdziewa na siebie szaty artysty i jak może, stara się odegrać swą rolę. Pani Anna Lilienthal, żona Gustawa, pisze w swoich pamiętnikach, że cała rodzina Lilienthalów „siedziała wówczas, jak na węglach". On jeden, artysta „z bożej łaski", nie przejmuje się tem, że publiczność ryczy wprost ze śmiechu, zorjentowawszy się w osobie aktora. Później oświadcza z prostotą, że odtąd częściej będzie występował w teatrze, aby dojść do większej umiejętności aktorskiej.

Z obu braci Gustaw jest ostrożniejszy i stale przyczepia do aparatów ślizgowych specjalne zderzaki, które w razie upadku zmniejszają jego siłę. Otton lekkomyślnie lata często bez zderzaka, wskutek czego w roku 1896 następuje katastrofa. Jeden moment nieuwagi i odważny pilot, bujając na znacznej wysokości, spada, łamiąc kręgosłup. W stanie nieprzytomnym zawieziono go do kliniki.

„Opfer müssen gebracht werden" (musimy ponosić ofiary) — były to ostatnie słowa, jakiemi żegnał się z tym światem.

Po śmierci Ottona Gustaw przez kilka lat oddaje się pracy zarobkowej, by wydźwignąć z biedy obie rodziny, podupadłe wskutek nieszczęśliwych procesów z nieuczciwymi fabrykantami, nie dotrzymującymi zobowiązań względem wynalazców. Lata wojny światowej przynoszą ostateczny podbój powietrza, ale równocześnie też zaniedbanie lotów ślizgowych oraz lotnictwa „biotechnicznego", którego propagato-

rami byli Gustaw i Otton Lilienthalowie. Teorja lotnicza Lilienthalów opiera się w całości i w szczegółach na wzorach lotów ptasich i mimo sukcesów, jakie święci aeroplan zaopatrzony w śmigło, Gustaw wciąż jeszcze twierdzi, że lot biotechniczny, t. zn. odbywany zapomocą aparatów nie zaopatrzonych w śmigła, lecz poruszanych motorami, powodującemi regularne ruchy skrzydeł, będzie ostatecznem, a więc i najbardziej ekonomicznem rozwiązaniem kwestji lotniczej.

Teorję swoją uzasadnia Lilienthal między innemi rozumowaniami również tem, że nasze aparaty lotnicze walczą obecnie z powietrznym żywiołem, podczas gdy lot ptaków jest wyraźnie przystosowany do prądów powietrznych i wyzyskuje je. Często można obserwować krążenie bocianów, nie wykonujących w ciągu kilku minut ani jednego uderzenia skrzydłami, a wiele morskich ptaków urządza sobie wyścigi z okrętami również bez najmniejszego wysiłku.

Dopiero, gdy uda nam się zbudować aparaty, wzorowane dokładnie na dziełach przyrody, będziemy mogli latać — może nie najszybciej, lecz, jak sądzi Gustaw Lilienthal, najekonomiczniej, t. zn. zużywając minimalne ilości drogiego materjału popędowego. Trudno już obecnie przewidzieć, czy słuszne są twierdzenia Lilienthalów. Dotychczasowe doświadczenia raczej przemawiają przeciwko nim. Sędziwy Gustaw pracuje do chwili obecnej na lotnisku w Tempelhof nad konstrukcją aparatu lotniczego, zbudowanego według zasad biotechnicznych. Dotychczasowe próby wypadły ujemnie, gdyż jego samolot z ruchomemi skrzydłami wprawdzie poruszał się naprzód, dotychczas jednak nie uniósł się jeszcze w przestworza. Wstrzy-

majmy się wszakże od wydania ostatecznego sądu. Może jednak wbrew przewidywaniom dalszy rozwój lotnictwa sprzyjać będzie idei lotu biotechnicznego.

Szkicując historję rozwoju aeronautyki, należałoby właściwie sięgnąć jeszcze o całe stulecie wstecz przed działalność Lilienthalów, faktycznie bowiem już w osiemnastem stuleciu, a nawet jeszcze wcześniej istnieli ludzie, którzy zajmowali się problemem lotnictwa. Jednak przedlilienthalowskie próby i doświadczenia, zmierzające do zbudowania aparatu lotniczego cięższego od powietrza, pozostały niemal bez wszelkiego wpływu na dalszy rozwój tej gałęzi awjatyki.

Próby Lilienthalów natomiast stały się bodźcem do owocnej pracy wynalazczej dla amerykańskiego inżyniera Octave'a Chanute'a. Chanute był właściwie z pochodzenia Francuzem, urodził się bowiem w Paryżu w roku 1832. Ojciec jego był profesorem historji i został w roku 1838 powołany na stanowisko zastępcy przewodniczącego Jefferson College w Louisianie w Stanach Zjednoczonych. W ten sposób dostał się mały Octave do Ameryki i w prędkim czasie przeszedł proces gruntownej amerykanizacji. Mając lat 17, rozpoczął karjerę techniczną jako siła pomocnicza przy Hudson River Railway i w ciągu czterech lat zdobył posadę inżyniera.

Rozpoczyna się teraz nadzwyczaj płodny okres technicznej, twórczej działalności Chanute'a. Jako inżynier kolejowy i budowlany pracuje w różnych przedsiębiorstwach, wywiązując się bardzo chlubnie z wszelkich stawianych mu zadań. W roku 1889 Cha-

nute zamieszkuje w Chicago i odtąd poświęca bardzo dużo czasu studjom lotniczym. Pracuje w tej dziedzinie zarówno praktycznie, jak i teoretycznie, publikując rozprawy naukowe oraz wykonując, za wzorem Lilienthalów, liczne loty ślizgowe. W tak zwanym Dune Park, wśród wydm piaszczystych stanu Indiana, próbował Chanute zdobyć dla genjusza ludzkiego przestworza powietrzne. Korzystając ze swych doświadczeń, Chanute stale naprawiał i ulepszał szczegóły konstrukcyjne swego aparatu. Pierwotnie latał na jednopłatowcu, — oczywiście bezmotorowym, — a później zbudował sobie dwupłatowiec.

Zasłużony pionier lotnictwa zmarł dnia 3 listopada 1910 roku. Należał do tych naprawdę szczęśliwych ludzi, którzy za życia widzieli obfite plony swej pracy i którzy odejść mogli z tem przeświadczeniem, że działalność ich nie poszła na marne.

Mniej więcej równocześnie z Chanutem dokonywał prób lotniczych inny Amerykanin, znakomity astronom, dr Samuel Pierpont Langley. Przyzwyczajony do ścisłego traktowania problemów, wykonał Langley przed rozpoczęciem właściwych prób lotniczych cały szereg doświadczeń celem ustalenia działania wiatru na płaszczyzny skrzydła i niewątpliwie oddał rozwojowi lotnictwa przez swoje badania wielkie usługi. Gdy wreszcie uznał problem za dojrzały do praktycznych prób, zbudował samolot, pędzony specjalną, wyjątkowo lekką maszyną parową. W roku 1896 aeroplan Langley'a uniósł się pierwszy raz w powietrze. Był to jednak zaledwie skok powietrzny, a niestrudzony pionier lotnictwa wiedział, że czeka go jeszcze daleka droga ulepszeń aparatu. Langley zdołał zain-

teresować sfery rządowe i uzyskał na budowę ulepszonego aparatu subwencję 50 000 dolarów.

Lecz odtąd zaczynają się niepowodzenia. Mimo że zbudował aparat według ścisłych obliczeń, samolot jego uległ przy próbach poważnym uszkodzeniom i wskutek błędów przy kierowaniu nim przy samym starcie nawet nie uniósł się w przestworza. Nieszczęśliwy wynalazca umarł, nie doczekawszy się ery lotnictwa.

Laur zwycięstwa nad przestrzenią powietrzną przypadł ostatecznie w udziale dwom braciom, Orville'owi i Wilburowi Wrightom. O latach młodości tych dwóch Dedalów lotnictwa prawie nic nie wiemy. Bracia niechętnie opowiadali o sobie. Należeli do tych ludzi, którzy żyją nie dla własnej sławy, lecz dla swego dzieła. Z końcem zeszłego stulecia posiadali małą fabrykę rowerów w Dayton i z racji swego zawodu żywo się interesowali wszelkiemi nowościami techniki. W tymże czasie Wrightowie dowiedzieli się o śmierci Lilienthala i od tego czasu uwaga ich skupiała się prawie już wyłącznie na problemach lotnictwa. Studjowali sumiennie publikacje Lilienthala i Chanute'a, a wreszcie zdecydowali się napisać do Chanute'a i poprosić go o radę i pomoc.

Blisko siedemdziesięcioletni nestor amerykańskiego lotnictwa z chęcią przystał na prośbę braci i brał żywy udział w ich próbach. W samotnej, mało zaludnionej okolicy Północnej Karoliny rozpoczęto loty w roku 1900. Jest rzeczą niezmiernie ciekawą, jak z roku na rok powiększa się dystans przebyty przez obu pilotów w powietrzu. W roku 1901 rekord długości lotów braci wynosił — 50 metrów. Już w na-

stępnym roku poprawili ten rekord na 200 metrów. Dotąd latali tylko za wzorem Lilienthala w samolocie bezmotorowym, tak zwanym lotem ślizgowym; w roku 1903 wbudowali do swego aparatu mały motor i dnia 17 grudnia tego roku w ciągu zaledwie jednej minuty przefrunęli 260 metrów. W sierpniu roku 1904 udało im się przebyć pół kilometra w linji prostej, a w następnym miesiącu mogli się poszczycić nie bylejakim sukcesem: zdołali zatoczyć w powietrzu koło i zawrócić na miejsce startu. Fakt ten zadokumentował możliwość kierowania samolotem. Pod koniec roku 1904 rekord długości lotu Wrightów wynosił już 4 kilometry!

Prawie każdy miesiąc uwieńczony był uzyskaniem nowego rekordu. Wkońcu więc postanowili bracia postarać się o uzyskanie patentów oraz wykonywać swe loty publicznie. Sądzili, że uda im się uzyskać przy dalszych pracach poparcie rządu Stanów Zjednoczonych. Wkrótce jednak przekonali się, że nieudałe próby Langley'a podcięły w Ameryce kredyt dla wszelkich imprez lotniczych i zachwiały wiarę kół fachowych. W obliczu takiej sytuacji Wilbur Wright wyruszył do Europy, aby zainteresować wynalazkiem rządy europejskie, podczas gdy Orville Wright w Ameryce kontynuował loty pokazowe.

Z chwilą, kiedy bracia Wright wystąpili na arenę całego świata ze swojemi aparatami lotniczemi, rozpoczyna się triumfalny pochód idei lotniczej. Aż do roku mniej więcej 1905 przeważająca większość inżynierów uważała wszelkie próby naśladowania lotu ptaków zapomocą aparatów cięższych od powietrza za pozbawione podstawy ścisłych, fizykalnych rozwa-

żań. Niektórzy uczeni twierdzili wręcz, że człowiek nigdy nie będzie mógł latać w powietrzu, gdyż byłoby to sprzeczne z zasadami i prawami przyrody. Loty Wrightów były doświadczalnym argumentem, zbijającym gołosłowność i pseudonaukowość tych przeciwników idei lotniczej, a równocześnie stały się potężnym bodźcem dla wszystkich innych adeptów sztuki latania.

Jeszcze w końcu roku 1908 należały wszystkie rekordy lotnicze do braci Wrightów. Wilbur wzniósł się na maksymalną wysokość 115 metrów i wykonał najdłuższy lot trwający 2 godziny 20 minut i 23 sekundy. Atoli w roku następnym rekordy te zostały znacznie prześcignięte. Francuz Blériot przeleciał z Calais do Dover ponad kanałem La Manche. Lambert dokonał lotu dookoła wieży Eiffla, Latham wzniósł się na wysokość 475 metrów, a Farman zdobył rekord długości lotu na przestrzeni 235 kilometrów, którą przebył w 4 godzinach i 8 minutach.

Całą ludzkość opanowała istna gorączka lotnicza. Urządzano raidy a magnaci finansowi wyznaczali nagrody na zdobycie nowych rekordów. Zarówno ambicja pilotów, jak zapał wynalazców i konstruktorów podniecone zostały do najwyższego stopnia. Ten niezwykły wyścig woli, energji i pomysłowości przyczynił się oczywiście w wysokim stopniu do technicznego udoskonalenia samolotów. Badania prowadzono odtąd bardzo skrupulatnie według metod naukowych i usuwano systematycznie popełniane poprzednio błędy konstrukcyjne. Stały postęp techniczny odzwierciedlił się w raptownym wzroście liczb rekordowych.

W roku 1910 pobity został rekord lotu ponad morzem przez pilota polskiego Grzegorza Piotrowskiego, który dnia 22-go września z pasażerem przeleciał ponad zatoką morską z lotniska piotrogrodzkiego do Kronsztadu przestrzeń 37 kilometrów. Rekord prędkości roku 1910 zdobył Morane, latając z prędkością 106 km 608 m na godz., rekord zaś wysokości lotu zdobył Johnstone, docierając do wysokości 2823 metrów. Już w następnym roku liczby te zostają prawie podwojone. Védrines przebywa 200 kilometrów w ciągu godziny i 15 minut, a Garros oddala się od powierzchni ziemi na odległość 4250 metrów.

W tym samym 1911 roku samolot zjawia się po raz pierwszy na terenie operacyj wojennych. Lotnicy Rossi i Montu rzucają w czasie wojny włosko-trypolitańskiej bomby do obozu trypolitańskiego. Olbrzymi ptak włoski, który wtedy rzucał swój cień na ziemię dawnych Kartagińczyków, stał się zwiastunem największego przewrotu w technice wojennej. I nikt wówczas nie zdawał sobie sprawy, że odtąd wojny toczyć się będą nie na małym odcinku frontu, lecz na całej powierzchni walczących państw. Lotnictwo, dostarczywszy najstraszniejszego narzędzia wojennego, doprowadziło technikę destrukcyjną do najostateczniejszych granic jej absurdalnych możliwości.

Następne lata przynosiły nowe sukcesy w dziedzinie rekordów oraz nowe udoskonalenia techniczne. Błędne jest mniemanie, że rozwój lotnictwa nastąpił przedewszystkiem pod wpływem wojny światowej. Faktycznie podbój powietrza był już czynem doko-

nanym w roku 1913. Wojna spowodowała jedynie szczególnie raptowny rozwój lotnictwa wojskowego. Jest nawet rzeczą bardzo możliwą, że lotnictwo komunikacyjne rozwijałoby się prędzej, gdyby nie stanął mu na drodze kataklizm sześcioletnich zmagań narodów europejskich.

Po zawarciu traktatów pokojowych genjusz ludzki nadal kroczył drogą całkowitego podboju przestrzeni atmosferycznej, a widomą manifestacją tego imperjalizmu duchowego były liczne loty ponad Atlantykiem oraz świetne wyprawy polarne, w czasie których korzystano z usług aparatów lotniczych.

Mimowoli nasuwa się ważne pytanie, czy loty transatlantyckie, tak często kończące się tragicznie, będą miały kiedykolwiek jakieś znaczenie praktyczne. Oczywiście są to w pierwszym rzędzie wyczyny sportowe i jako takie mają znaczenie techniczne, takie samo, jak rekordy samochodowe, motocyklowe lub inne, wykazują bowiem wytrzymałość maszyn i owo maksymum dzielności, jakiego wymagać możemy od naszych motorów. Równocześnie przekonujemy się, że loty 400 do 500-kilometrowe, praktykowane stale w komunikacji pasażerskiej, posiadają wysoki stopień bezpieczeństwa, gdyż wyzyskują tylko małą część wytrzymałości motorów.

Pod względem ekonomicznym długie loty są niekorzystne, gdyż koszty ich są nieproporcjonalnie wysokie. Niemniej jednak próby lotów transatlantyckich są o tyle ważne, że bez przerwy zwracają uwagę techników i inżynierów na aktualny problem stałej komunikacji lotniczej między Ameryką a Europą.

Amerykański inżynier Armstrong projektuje bu-

dowę 8 sztucznych wysp jako portów lotniczych, dzielących całą trasę na dziewięć odcinków. Każda wyspa stanowiłaby płaszczyznę długości 360, a szerokości 60 metrów. Położenie portu lotniczego na morzu jest w ten sposób ustalone, że platforma skierowana będzie stale w kierunku wiatru, dzięki czemu można będzie nie liczyć się z dłuższą przestrzenią startu lub lądowania wskutek nieprzychylnych wiatrów. Na początku roku 1932 donosiła prasa, że pierwsza sztuczna wyspa Armstronga została już zakotwiczona wpobliżu wysp Bermuda. Niemal równocześnie notowano wiadomość, jakoby letnią porą roku 1932 sterowiec Graf Zeppelin rozpocząć miał stałe przeloty pasażerskie ponad oceanem. Zamiar ten nie został zrealizowany, prawdopodobnie wskutek trudności, wynikających z panującego obecnie kryzysu gospodarczego.

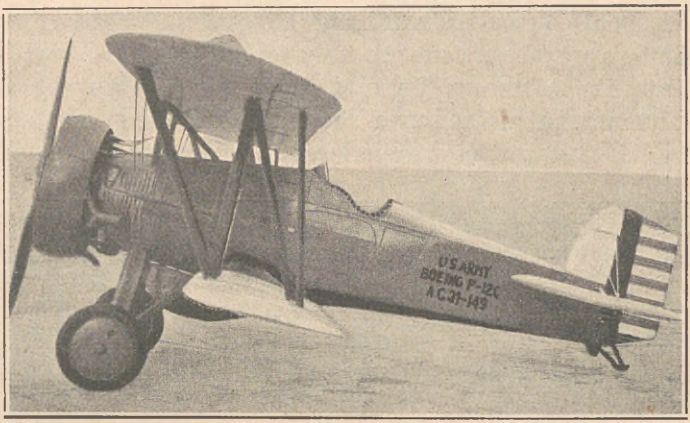
Nic dziwnego, że chęć rozwiązywania coraz to nowych i trudniejszych problemów lotniczych spowodowała w ostatnich latach dalsze poważne postępy techniki aeronautycznej. Jeszcze trzy lata temu panowała wśród fachowców opinja, że w samolotach będzie można latać z prędkością maksymalną 500 km na godzinę. Osiągnięcie większej szybkości uważano za rzecz zgoła niemożliwą. Na wyścigach lotniczych samoloty już obecnie rozwijają prędkość 650 kilometrów na godzinę. Okazało się ponownie, że określanie granic w technice nie ma żadnego celu. To, co dziś jeszcze zaliczamy do „bajek“, jutro może się stać przedmiotem badań i doświadczeń, a pojutrze — rzeczą dokonaną.

Prędkości uzyskane w czasie wyścigów mogą jed-

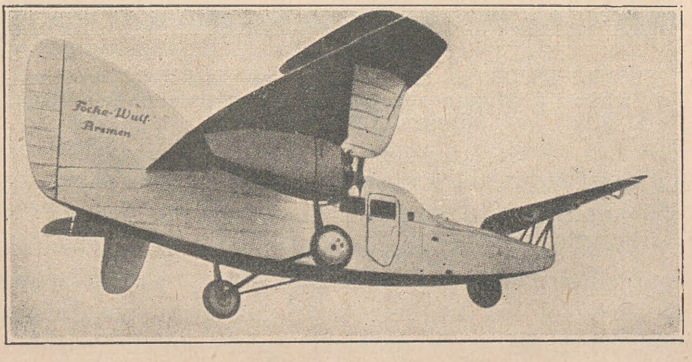
nak jeszcze nie mieć znaczenia praktycznego. Do lotów rekordowych używa się specjalnych samolotów, zaopatrzonych w bardzo silne i kosztowne motory. Bardziej doniosłą rzeczą są techniczne zdobycze w dziedzinie wytwórczości samolotów seryjnych, to znaczy nadających się, ze względu na stosunkowo niski koszt, do produkcji masowej. Taki właśnie sukces zdobyli w roku 1931 Amerykanie, skonstruowawszy samolot myśliwski, który w normalnych warunkach osiągnąć może prędkość 533 kilometrów na godzinę!

Dwupłatowiec armji amerykańskiej typu Boeing P-12-C jest niewątpliwie arcydziełem współczesnej techniki aeronautycznej, a według opinji amerykańskich pism fachowych jest równocześnie najmniejszym i najszybszym dwupłatowcem. Rozpiętość jego skrzydeł wynosi tylko 9,14 metrów, a długość 6,09 metrów. Są to istotnie wyjątkowo małe rozmiary. Cały kadłub tego karła samolotowego sporządzony jest ze stali i dzięki solidności wykonania gwarantuje maksymum bezpieczeństwa. Ta sama firma amerykańska dostarczyła również armji Stanów Zjednoczonych nowego typu samolotu bombowego. Samolot ten może latać z prędkością 350—400 kilometrów na godzinę! Jest to, jak na aeroplan bombowy, fenomenalna prędkość.

Tak nadzwyczajne wyniki uzyskano dzięki przeprowadzeniu bardzo sumiennych i skrupulatnych badań laboratoryjnych. Model nowego typu samolotowego umieszcza się w tak zwanym tunelu aerodynamicznym, w którym sztucznie wytwarzać możemy huraganową wichurę. Każdy szczegół profilu aero-

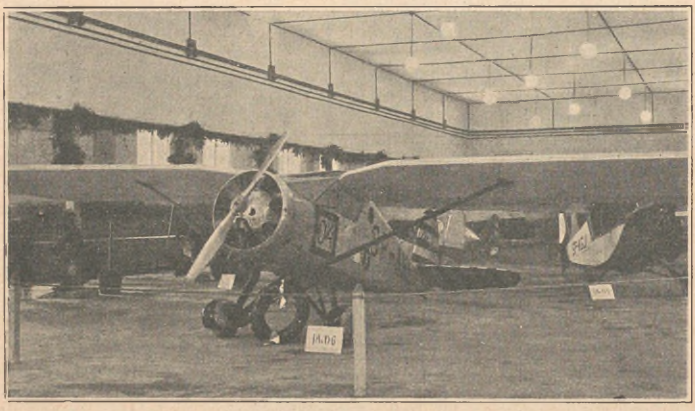


Amerykański samolot wojenny typu P 12-C, może lecieć z prędkością 533 km/godz.



„Fruwająca kaczka“, ciekawy typ niemieckiego samolotu pasażerskiego.

planu współczesnego ustalony został po długich badaniach. Kształt i rozmiary skrzydeł, śmigła i kadłuba przystosowane zostały całkowicie do swego celu, a współczesny samolot pasażerski zapewnia maksymum bezpieczeństwa lotu. Równocześnie nie zaniechano dalszych doświadczeń i prób, zmierzających



Samolot RWD 6, na którym tragicznie zmarli lotnicy nasi Fr. Żwirko i J. Wigura zdobyli pierwsze miejsce na międzynarodowym „Challenge 1932".

do konstruowania nowych, jeszcze doskonalszych typów maszyn lotniczych.

W Niemczech profesor Junkers konsekwentnie dąży do zbudowania samolotu, który składałby się ze skrzydeł bez kadłuba, czyli tak zwanych „latających skrzydeł". O próbach sędziwego Lilienthala, pracującego nad stworzeniem maszyny, wyposażonej w ruchome skrzydła a pozbawionej śmigieł, już wspomniałem wyżej. W Hiszpanji i Włoszech kon-

struktorzy pracują nad ulepszeniem helikopterów, dążąc do stworzenia aparatu, któryby mógł lądować i wznosić się prostopadle. W roku 1931 demonstrowano w Berlinie nowy typ samolotu, który znacznie odbiega od utartej formy aeroplanu. Zasadnicza różnica polega na fakcie, że kadłub znajduje się p r z e d skrzydłami i dla utrzymania równowagi jest zaopatrzony tylko w małą trójkątną płaszczyznę nośną, znajdującą się nad samym dziobem. Całość przypomina dziką kaczkę, wiszącą z wyciągniętą naprzód szyją w powietrzu.

W warsztatach naukowych i technicznych praca wre!

W miarę wzrostu prędkości samolotów planeta nasza maleje; obecnie już zanotowaliśmy lot dookoła ziemi w ciągu ośmiu dni. Nie ulega wątpliwości, że rekord Posta i Gatty'ego zostanie w przyszłości pobity. Przyjdą czasy, kiedy lotnicy nasi podejmą wyścig ze — słońcem i razem z gwiazdą dzienną krążyć będą dookoła ziemi.

Pobieżny ten szkic dziejów lotnictwa uzupełnić jeszcze musimy notatką obrazującą historję balonów i sterowców, które prawdopodobnie w komunikacji powietrznej nigdy nie będą odgrywały tak wielkiej roli, jak samoloty. Przy badaniu okolic podbiegunowych sterowce mogą jednak oddać nam jeszcze bardzo wielkie usługi.

Balony i sterowce zbudowane są na zgoła odmiennej zasadzie, aniżeli samoloty. Podczas gdy każdy samolot jest, podobnie jak ptak, cięższy od powietrza, balony są lżejsze od niego, względnie łącz-

nie z balastem i pasażerami ważą tyle, co masy powietrza o tej samej objętości. Samoloty „latają“, ruchu sterowców zaś nie można właściwie nazywać „lotem“, lecz raczej „unoszeniem się“ lub pływaniem poprzez atmosferę, gdyż w ten sam sposób pływają ryby w wodzie, tylko że zamiast powietrza ośrodkiem ich ruchu jest płyn.

Aby samolot mógł się unieść w przestworza, musi poprzednio osiągnąć pewną minimalną prędkość, aby ciężar jego został zrównoważony siłą uderzającego o skrzydła samolotu powietrza. Z tego to powodu samoloty potrzebują zawsze równego terenu dla nabrania rozpędu. Balony w stosunku do wielkich swych rozmiarów nie potrzebują tak wielkich przestrzeni do startu, a małe nierówności terenu, które spowodowałyby już niechybną katastrofę samolotową, nie przeszkadzają im, ani przy wznoszeniu się, ani przy lądowaniu.

Natomiast w samych przestworzach powietrznych nigdy przypuszczalnie sterowiec nie osiągnie tej pewności lotu co samolot, gdyż mimo swych wielkich rozmiarów sterowiec jest zawsze „lżejszy“ od powietrza, a z tego powodu nie może tak skutecznie podejmować walki z huraganem jak samolot, który z natury swej potrzebuje sztucznego „huraganowego“ wichru dla utrzymania się nad powierzchnią ziemi.

Oba systemy aparatów lotniczych mają więc swoje specyficzne wady i zalety.

Trudno ustalić, kto pierwszy dokonał prób z balonami. Pódobno już w roku 1306 w Pekinie podczas uroczystości koronacyjnych nowego cesarza puszczono balon w przestworza powietrzne. Niewątpliwie

przeprowadzano takie same doświadczenia również w następnych stuleciach; historycy o nich jednak nie wspominają, a ciekawe eksperymenty przeszły bez echa. Dopiero braciom Montgolfier przypada w udziale wielka zasługa zainteresowania społeczeństwa lotami balonowemi.

Joseph Michel oraz Jacques Étienne Montgolfier dokonali w r. 1782 pierwszych udanych doświadczeń z balonem napełnionym ciepłem powietrzem. W następnym roku powtórzyli je publicznie w Annonay, a dnia 19 września 1783 roku urządzili w Wersalu pod Paryżem w obecności licznej publiczności pokaz. W klatce przyczepionej do balonu umieścili koguta, kaczkę i owcę, dzięki czemu zwierzęta te stały się pierwszymi lotnikami świata. Balon spadł w odległości kilku kilometrów od Paryża, a mali lotnicy nie doznali żadnego uszkodzenia cielesnego. Jeszcze w tym samym roku nastąpił pierwszy wzlot z pasażerami — ludźmi.

Szczęśliwe loty Montgolfierów stały się pobudką dla innych wynalazców. W tym samym jeszcze roku wznieśli się w przestworza fizycy Charles i Robert w balonie napełnionym wodorem.

Całe ubiegłe stulecie upływa pod znakiem ustawicznych prób rozwiązania problemu budowy sterowca, to znaczy balonu, którym możnaby w czasie lotu kierować. Dopiero wówczas można było marzyć o rozwiązaniu tego zagadnienia techniki aeronautycznej, kiedy zdecydowano się umieścić w gondoli balonu motor, pędzący śmigło. Pierwszym konstruktorem, który zdawał sobie sprawę z tej konieczności, był Henry Jacques Giffard.

Giffard urodził się dnia 8 stycznia 1825 roku w Paryżu. Dzieckiem będąc, dowiaduje się od starszych o wyścigu lokomotyw w Rainhill, a następnie obserwuje pierwsze początki kolei żelaznych. Chłopięca jego dusza odczuwa w pełni czar postępu technicznego, a w sercu jego powstaje niezłomne postanowienie wzięcia czynnego udziału w zwycięskim podboju sił przyrody. Z każdym rokiem postanowienie to potęguje się, przybiera na sile i staje się wreszcie żywiołem, łamiącym wszelkie przeszkody.

Młody Henry jest uczniem w Collège Bourbon. Za ciasne jednak są dla niego mury szkolne, a kiedy się dowiaduje, że otwarta została pierwsza we Francji linja kolejowa z Paryża do St. Germain, opuszcza lekcje, by własnemi oczyma ujrzeć niezwykły twór genjusza ludzkiego. W dwa lata później przyjęty zostaje do warsztatów kolejowych. Zdawałoby się, że odtąd będzie spokojnie pracował na upragnionym posterunku, że wreszcie się ustatkuje, zrealizowawszy marzenia najwcześniejszej młodości. Dzieje się jednak inaczej. Niebawem nie wystarcza mu już pęd lokomotywy, toczącej się po żelaznych szynach. Pragnie oderwać się od powierzchni naszej planety, wznieść się do regjonów, których panami były jeszcze wtedy orły i sępy.

W roku 1852 buduje Giffard pierwszy balon-sterowiec. Długość jego wynosiła 44 metry, maksymalna szerokość 12 metrów, a objętość 2500 metrów sześciennych. Gondola zawieszona była na linach przyczepionych do dużej siatki, zarzuconej na kadłub sterowca. Najważniejszym jednak szczegółem giffardowskiego balonu była maszyna parowa specjalnie

lekkiej konstrukcji o mocy trzech HP, wbudowana w gondolę i wprawiająca w ruch śmigło. Pierwszy lot odbył się szczęśliwie, zaznaczyć jednak należy, że osiągnięta prędkość wynosiła zaledwie trzy metry na sekundę.

W trzy lata później zbudował Giffard nowy balon, który jednak odrazu przy pierwszym locie uległ zniszczeniu. Nowe prace w dziedzinie budowy lokomotyw uniemożliwiły Giffardowi dalszą pracę nad udoskonaleniem aparatów lotniczych. Jako wybitny inżynier kolejowy Giffard dorobił się wielkiej fortuny. Dopiero w roku 1867 powraca Giffard do swych ulubionych konstrukcyj balonowych. W ostatnich latach swego życia opracował projekt budowy wielkiego balonu o objętości 50 000 metrów kubicznych. Niestety planu tego nie zdołał już zrealizować. Po zupełnej utracie wzroku zachorował umysłowo i w stanie całkowitej niepoczytalności zatruł się chloroformem dnia 15-go kwietnia 1882 roku.

Praca pionierska Giffarda nie poszła na marne. Już za jego czasów zbudował świetny inżynier francuski Dupuy de Lôme sterowiec długości 36,2 metrów i objętości 3454 metrów sześciennych. Pierwszy i jedyny raz w historji lotnictwa Dupuy de Lôme starał się użyć do popędu swego balonu siły mięśniowej ośmiu ludzi, kręcących za pośrednictwem transmisji śrubę sterowca. Oryginalna ta próba wypadła jednak zupełnie niezadowalająco.

W krótkim czasie po śmierci Giffarda zbudowali bracia Tissandier mały sterowiec, którego śmigło poruszane było elektrycznie prądem 24 ogniw galwanicznych. Przy sprzyjającej pogodzie bezwietrznej

sterowiec poruszał się z prędkością dwóch i pół metra na sekundę. W następnym 1884 roku skonstruowali dwaj oficerowie armji francuskiej, Renard i Krebs, sterowiec poruszany również siłą elektryczną. Dnia 9-go sierpnia sterowiec ten wzniósł się pierwszy raz w przestworza i następnie w ciągu roku wykonał siedem szczęśliwych lotów.

Wymienione wyżej typy sterowców należały wszystkie do tak zwanego systemu niesztywnego, względnie prawie niesztywnego. Prężność gazu znajdującego się w ich wnętrzu utrzymywała powłokę w stanie naprężonym. Z końcem zeszłego stulecia zbudował Węgier Dawid Schwarz sterowiec całkowicie metalowy! Powłoka niezwykłego balonu sporządzona była z misternie zespolonych płytek aluminjowych. Pierwsze próbne loty wykonał Schwarz w Rosji. Zamieszany jednak w jakąś aferę szpiegowską, musiał czem prędzej opuścić krainę carów, zniszczywszy więc poprzednio swe dzieło, uciekł do Niemiec. Zanim zdążył zbudować nowy aparat lotniczy, zmarł. Żona jego doprowadziła jednak rozpoczęte dzieło do końca. Dnia 3-go listopada 1897 roku wzniósł się sztywny, metalowy sterowiec w powietrze i wykonał początkowo przy niezbyt sprzyjających warunkach atmosferycznych sprawnie kilka manewrów powietrznych. W pewnej jednak chwili motor benzynowy przestał pracować i wówczas wiatr porwał wehikuł i rozbił go doszczętnie. Lotnik Jagels cudem tylko uniknął śmierci.

Sterowiec Schwarza ma w rozwoju aeronautyki szczególne znaczenie, na nim bowiem wzorował się hr. Zeppelin, a w latach ostatnich budują inżyniero-

wie amerykańscy małe sterowce również całkowicie metalowe, które lądują na dachach amerykańskich drapaczy chmur i służą dolarowym miljonerom jako wehikuły weekendowe.

Na początku naszego stulecia wyznaczył sportowiec Deutsch-de-la-Meurthe nagrodę w wysokości 100 000 franków dla tego konstruktora, któryby na własnym sterowcu dokonał w ciągu 30 minut lotu z Saint Cloud do Paryża, dookoła wieży Eiffla i zpowrotem. W czerwcu roku 1901 dowiedział się świat, że nagrodę tę zamierza zdobyć Brazylijczyk Santos Dumont, o którego próbach lotniczych aż do tego czasu nikt nic nie wiedział. Dwukrotnie wykonał Dumont przepisany lot z wynikiem ujemnym, zmuszony w obu wypadkach już po okrążeniu wieży Eiffla do przymusowego lądowania, przyczem w drugim wypadku sterowiec jego uległ zniszczeniu. Jednak jeszcze w tym samym roku zbudował drugi balon i wreszcie przy trzecim locie zdobył nagrodę. Był to, jak na owe czasy, nadzwyczajny wynik. Niezwykły wyczyn Santos Dumonta udowodnił, że problem sterowania balonem jest rozwiązalny.

Mniej więcej równocześnie zjawia się na arenie aeronautyki hr. Zeppelin, który niewątpliwie położył największe zasługi w pracy nad udoskonaleniem sterowca. Człowiek ten, o niepospolitej sile woli, mimo ustawicznych niepowodzeń zapewnił wreszcie idei swej ogólne uznanie i doprowadził ją do zwycięstwa.

W czasie pobytu w Stanach Zjednoczonych hrabia Zeppelin pierwszy raz wzniósł się w przestworza w gondoli balonu w roku 1864. Od tej chwili stał się entuzjastycznym zwolennikiem aeronautyki. Powró-

ciwszy do kraju, pracuje nad projektem budowy olbrzymiego sterowca i równocześnie rozpoczyna starania celem uzyskania koniecznego poparcia finansowego. Znamiennem jest, że cesarz Wilhelm, który później uważał się za gorliwego protektora idei hrabiego, odrzucił w roku 1894 jego plany i odmówił mu swej pomocy. Nie doznawszy również uznania wśród inżynierów, hr. Zeppelin zużył cały swój majątek na budowę pierwszego sterowca własnego pomysłu.

Dnia 2 lipca 1900 roku wzniósł się pierwszy zeppelin z tafli jeziora Bodeńskiego, gdzie zbudowano wielki, pływający hangar. Okręt powietrzny pozostawał 18 minut ponad ziemią, a w czasie drugiego wzlotu w październiku wykonał już 80-minutową przejażdżkę. Długość tego zeppelina wynosiła 128 metrów, a objętość 11 300 metrów sześciennych. Dwie gondole, połączone długim gankiem, znajdowały się pod kadłubem olbrzymiego, jak na ówczesne stosunki, balonu. W jednej i drugiej gondoli znajdował się benzynowy motor Daimlera o sile 11,5 HP.

Mimo dobrych naogół wyników tych pierwszych lotów hr. Zeppelin zapragnął udoskonalić jeszcze swój system i zbudować nowy sterowiec. Brak środków materjalnych był wielką przeszkodą w jego pracy. Dopiero w styczniu 1906 roku nowy sterowiec wzniósł się w powietrze, lecz po szczęśliwem wylądowaniu na ziemi został następnej nocy doszczętnie zniszczony przez huragan. Stale walcząc z finansowemi trudnościami, hr. Zeppelin buduje jeszcze jesienią tego roku trzeci sterowiec, zaś w lipcu 1908 roku, po urządzeniu wielkiej loterji na ten cel,

czwarty zrzędu zeppelin, który w ciągu ośmiu godzin przebywa drogę poprzez Schaffhausen do Lucerny, Zurychu, Winterthur, Bregencji i wraca do Friedrichshafen, walcząc częściowo z silnemi wiatrami górskiemi.

W sierpniu wybrał się Zeppelin wzdłuż Renu do Moguncji. Lot udał się znakomicie; wszędzie tłumy publiczności zalegały ulice miast, ponad któremi ukazał się długi kadłub powietrznego kolosa.

Niestety, przed końcem lotu zepsuł się jeden motor i niedaleko od Echterdingen trzeba było lądować. Podczas gdy monterzy zajęci byli reperacją motoru, zerwał się szalony orkan, porwał sterowiec i zniszczył go całkowicie.

Ta nagła, niespodziana klęska wywołała w społeczeństwie niemieckiem żywiołowy odruch. Jeszcze tego samego wieczora złożono miljon trzysta tysięcy marek, uzyskanych z publicznej zbiórki do dyspozycji hrabiego, a suma ta wzrosła w przeciągu kilku miesięcy do przeszło 6 miljonów marek.

Odtąd w rozmaitych częściach Rzeszy zeppeliny utrzymywały normalną komunikację pasażerską, a choć kilkakrotnie jeszcze zdarzały się katastrofy, powodowane były raczej nieostrożnością kierowników, aniżeli błędami systemu.

Oczywiście również i w innych krajach opracowywano inne systemy sterowców. Wypada tu wspomnieć o systemie sterowcowym Parsevala oraz o francuskim systemie Julliot-Lebaudy.

W czasie wojny światowej Niemcy odważyli się zapomocą eskadry zeppelinów zaatakować Londyn. Londyńczycy dobrze zapamiętali sobie ten incydent

wojenny, a angielskie sfery wojskowe zajmują się specjalnie zagadnieniem obrony metropolji przed atakami powietrznych kolosów.

Po wojnie Zakłady Zeppelinowe w Friedrichshafen zbudowały olbrzymi sterowiec „Graf Zeppelin", objętości 108 000 m³, długości 235 m, a szerokości 30,5, który szeregiem świetnych lotów rekordowych wprawił w podziw cały świat. Graf Zeppelin kilkakrotnie przeleciał ponad Atlantykiem, a w roku 1929 dokonał lotu dokoła ziemi w ciągu trzech tygodni.

Sukcesy zeppelinów stały się także dla innych narodów podnietą do podjęcia budowy sterowców-olbrzymów. W roku 1930 zbudowali Anglicy dwa sterowce: R 100 i R 101, większe od „Grafa Zeppelina", o objętości 141 000 m³. Sterowce te były przeznaczone do utrzymania komunikacji powietrznej pomiędzy Anglją i jej kolonjami. Rozbudowa powietrznych szlaków łączących poszczególne części imperjum brytyjskiego ma oczywiście olbrzymie znaczenie. Jeszcze niedawno podróż do Australji trwała blisko dwa miesiące; dziś najdalej nawet położone dominja zbliżają się do swej macierzy na odległość kilkudniowej podróży. Wobec autonomicznych dążności kolonij takie zbliżenie się będzie miało ogromne znaczenie polityczne dla jednolitości i centralizacji państwa.

Niestety w dziedzinie budownictwa sterowcowego prześladują Anglików nieszczęśliwe wypadki. W październiku roku 1930 olbrzymi sterowiec R 101, urządzony z nadzwyczajnym przepychem i komfortem, spalił się i uległ całkowitemu zniszczeniu w czasie swego pierwszego lotu do Indyj.

Jeszcze większy sterowiec zbudowany został w roku 1931 w Ameryce, mianowicie sterowiec „Akron". Przeznaczony on jest do celów wojennych i stanowi niezwykłą fortecę fruwającą. Pierwszych swych lotów dokonał „Akron" pod koniec roku 1931 i na początku 1932.

Niemcy jednak nie zamierzają spocząć na laurach zdobytych przez „Grafa Zeppelina" i niebawem zaprezentują światu nowe niezwykłe dzieło. Obecnie budują nowy sterowiec LZ 128, którego wewnętrzne urządzenie stanowić będzie przedmiot podziwu całego świata. Kabiny pasażerskie oraz obszerna sala jadalna mieścić się będą pod kadłubem sterowca, zaś nawierzchu, ponad kadłubem, znajdować się będzie duża oszklona platforma, w której ma być urządzony dancing oraz kąpiele słoneczne.

W obliczu realizacji tak śmiałych i gigantycznych projektów odczuwamy zawrót głowy. Wprost trudno uwierzyć, że zaledwie 30 lat temu bracia Wrightowie odczuwali rozkosze triumfu, przelatując w powietrzu przestrzeń — 250 metrów, a odważny Santos Dumont dwukrotnie nie przypłacił omal życiem zamiaru dokonania lotu dookoła wieży Eiffla.

Coraz to częściej przekonujemy się o prawdzie słów Henryka Forda, że każdy problem, który przychodzi nam na myśl, jest rozwiązalny.

Rekordowe loty oraz raidy ponad oceanami są niewątpliwie imponującą manifestacją postępu aeronautyki. Atoli praktyczne i naukowe znaczenie rozwoju lotnictwa najbardziej uwydatnia się dzięki zastosowaniu aparatów lotniczych do badań krain nie-

znanych, zwłaszcza okolic polarnych. Można powiedzieć bez przesady, iż dopiero obecnie wolno nam twierdzić, że znamy naszą ojczystą planetę „nawylot“ i że, jeśli nawet jeszcze istnieją jakieś zapadłe okolice na ziemi, to nic nie przeszkadza nam w każdej chwili uzupełnić luki w naszych wiadomościach o niej.

Ostatnie lata obfitowały w wyprawy w głąb krain polarnych, przyczem wszystkie prawie korzystały z pomocy samolotu lub sterowca. Poświęćmy więc kilka słów omówieniu celów i przebiegu ostatnich ekspedycyj biegunowych.

Rozmaite były i są powody wypraw polarnych. Ludzie znają zazwyczaj jeden tylko powód. Uważają, że jedynie ambicje sportowe mogą być podłożem tak karkołomnych wypraw lub może jeszcze jakieś nieznane tajemnicze cele naukowe przyświecają kierownikom ekspedycyj. Niezawsze jednak tak się sprawa przedstawia.

Biegun północny był oddawna ponętnym celem wypraw naukowych, ponieważ przez jego lodowe pola przechodzą najkrótsze drogi łączące Wschód z Zachodem. Odległość z Londynu do Tokjo przez morze Śródziemne i ocean Indyjski wynosi 21 000 kilometrów, drogą lądową koleją syberyjską — 13 800, a przez morze Lodowate, około Nowej Ziemi — tylko 10 100 kilometrów. Z Europy do Alaski również najkrótsza droga prowadzi wprost przez biegun północny. Wobec tego oddawna poszukuje się korzystnej drogi morskiej pomiędzy lodami północy a wyspami Ameryki i Grenlandji lub też pomiędzy biegunem a północną Syberją.

Pierwszy Nordenskjöld już w roku 1877, opłynąwszy północne wybrzeża Azji, dotarł do cieśniny Berynga, a Roald Amundsen w ciągu wyprawy trwającej trzy lata (1903—1906) przedarł się z wielkim wysiłkiem energji przez cieśniny i kanały archipelagu północno-amerykańskiego.

Szczęśliwy koniec tych wypraw nie rozwiązał kwestji komunikacji transbiegunowej. Ekspedycje te wykazały bowiem dobitnie, że nigdy nie będzie można marzyć o utworzeniu komunikacyjnej linji okrętowej tuż obok biegunowej Charybdy. Nie zmieniło się też nic w tej konkluzji, gdy w 1909 roku 6 kwietnia Peary — jeśli wierzyć jego relacjom, obecnie podanym w wątpliwość przez kilku wybitnych badaczy biegunowych — zatknął wśród lodowców na samym biegunie gwiaździsty sztandar. Tytaniczny czyn jednostki nie może żadną miarą być uważany za początek stałej komunikacji. Dopiero szybki rozwój komunikacji lotniczej w ostatniem dwudziestoleciu nasunął myśl podjęcia walki z Arktydą zapomocą wypraw powietrznych.

Zasadniczo myśl ta nie była nowa, gdyż już w roku 1897 Szwed Andrée wyruszył w balonie na biegun północny, skąd jednak nie wrócił. Dopiero w roku 1930 zwłoki jego przypadkiem znaleziono wpobliżu Szpicbergu i przewieziono wraz z notatkami i fotografjami do ojczyzny. Blisko 30 lat później, w roku 1925, Amundsen wybiera się na samolocie do nieznanych śnieżnych krain. Ta pierwsza wyprawa skończyła się niemal nieszczęśliwie dla śmiałków, zato w następnym roku Amundsen wraz z Nobilem przelatują nad biegunem w sterowcu „Norge“. W trzy

dni przed nim dokonał tego samego czynu na samolocie Amerykanin Byrd.

Wyprawy te potwierdziły ostatecznie mniemanie, że biegun północny zajęty jest przez zlodowaciałe morze i że żadna wyspa nie przerywa monotonji krajobrazu. Fakt ten jest bardzo niekorzystny dla wszelkich spekulacyj powietrznych szlaków transbiegunowych, gdyż zarówno dla samolotów, jak i dla sterowców niezbędna jest najmniejsza bodaj wyspa, któraby na wypadek jakiegoś nagłego defektu mogła służyć za port bezpieczeństwa dla dokonania koniecznych reparacyj.

Naprzekór tak pesymistycznym przewidywaniom w kwietniu roku 1928 wybrał się kapitan Wilkins z Point Barrow, najbardziej na północ wysuniętego punktu Alaski, na Szpicberg, przyczem obrał sobie drogę przez nieznane zupełnie części oceanu Lodowatego, pomiędzy biegunem a drogą dawnej wyprawy Amundsena.

Wielkie znaczenie tego lotu polega na fakcie, że Wilkins odbył swój raid na zwykłym samolocie bez specjalnie skrupulatnych przygotowań w ciągu 22 godzin. Wielki Amundsen 20 lat temu potrzebował trzech lat, aby odbyć podobną drogę na okręcie. Wilkins posuwał się więc z prędkością przeszło tysiąc razy większą, a nim zdążył odczuć grozę polarnych niebezpieczeństw, już jego ptak opuścił się na bezpieczny ląd w Kingsbay. Zaś materjał naukowy, zebrany zapomocą zdjęć fotograficznych, aparatów samopiszących i obserwacyj wszelkiego rodzaju bynajmniej nie jest gorszy od zdobyczy naukowych innych ekspedycyj.

Jedno to zestawienie wykazuje dobitnie, że w ciągu ostatnich dwóch dziesięcioleci dokonał się większy przewrót aniżeli ten, który dzieli średniowiecze od czasów odrodzenia.

Lot Wilkinsa wykazał, że korzystanie z tras biegunowych zapomocą komunikacji powietrznej jest możliwe, koniecznem jest jedynie odnalezienie bodaj najmniejszych wysp, które mogłyby służyć jako przystanki i bazy dla dalszych lotów. Nic dziwnego więc, że wszystkie państwa północne starają się odkryć i opanować strzępy lądu położone gdzieś tuż około północnego bieguna. Sprawa ta jest niezmiernie ważna dla opanowania dróg powietrznej komunikacji transbiegunowej. Znamiennym jest fakt, że wbrew ogólnie przyjętej zasadzie wolności mórz narody sąsiadujące z Arktydą uważają za swoją własność morza aż do bieguna, narzucając zgóry swoją władzę na ewentualne wyspy położone w tych obszarach.

Niezwykłą osobliwością w dziejach wypraw biegunowych była kilkudniowa wyprawa „Grafa Zeppelina“ letnią porą 1931 roku. Kierownikiem aeronautycznym wyprawy był świetny następca zmarłego w roku 1917 hr. Zeppelina, dr Eckener, a kierownictwo naukowe leżało w dłoniach wytrawnego badacza polarnego, profesora Samojłowicza.

Zeppelin wyruszył w piątek dnia 24 lipca rano o godzinie 9 min. 51 z Friedrichshafen i po krótkim postoju w Berlinie udał się przez Tallin i Helsingfors wprost do Leningradu, gdzie lądował w sobotę o godzinie 20 min. 40 na lotnisku Nowaja Derewnia. Stąd rozpoczął się w niedzielę rano właściwy lot ark-

tyczny. Już o godzinie 14-tej zjawia się przed sterowcem olbrzymia płaszczyzna morza Białego. O godzinie 15-tej wyprawa przelatuje nad Archangielskiem. Wieczorem tego samego dnia sterowiec opuszcza strefę umiarkowaną i szybuje już prosto w kierunku archipelagu Franciszka Józefa.

Ponad obszarami arktycznemi leciał sterowiec przez poniedziałek, wtorek i środę rano, pozostając przez cały ten czas w stałym kontakcie radjo-telegraficznym z łamaczem lodów „Małyginem“, z którym nastąpiło spotkanie wpobliżu wysp Franciszka Józefa. We środę zeppelin rozpoczął podróż powrotną. Tempo powrotu zostało spotęgowane silnym wiatrem, wiejącym z północnego wschodu. „Graf Zeppelin“ nie zatrzymał się już w Leningradzie, lecz bezpośrednio wrócił do Berlina, skąd nastąpił dalszy start w kierunku Friedrichshafen we czwartek 30 lipca o godzinie 20-tej. W piątek rano o godzinie 4-tej minut 52 sterowiec dotarł do macierzystej stacji, kończąc szczęśliwie bez jakiegokolwiek incydentu swój raid podbiegunowy.

Rozmaite cele przyświecały członkom wyprawy. Jak się trafnie wyraził profesor Samojłowicz, „Graf Zeppelin“ zamienił się dosłownie w latające laboratorjum naukowe. Badanie linij magnetycznych ziemi należało do resortu prof. szwedzkiego Liundberga. Sprawa ustalenia kierunku linij sił magnetyzmu ziemskiego na obszarach arktycznych jest bardzo ważna zarówno dla przyszłej komunikacji lotniczej, jak i dla komunikacji okrętowej w tych okolicach. Kwestjami meteorologicznemi zajmowali się: Rosjanin Mołczanow i Niemiec Weickmann. Uczeni ci za-

mierzali przeprowadzić szereg obserwacyj i pomiarów meteorologicznych, przyczem spodziewali się ewentualnie wykryć pewne związki zachodzące między stosunkami klimatycznemi okolic arktycznych oraz zjawiskami meteorologicznemi naszych stref.

Dr Eckener zapatrywał się na te właśnie przypuszczenia bardzo sceptycznie. Jako główny cel wyprawy przyświecała mu, omawiana już wyżej, myśl, że przyczyni się do utorowania drogi przyszłej komunikacji lotniczej między północnemi obszarami Europy a wschodniemi połaciami Azji lub Alaską. Zdaniem Eckenera w niedalekiej przyszłości sterowcom i ewentualnie samolotom przypadnie w udziale rola utrzymywania komunikacji arktycznej.

Po raz pierwszy na pokładzie statku powietrznego zorganizowano doskonale wyposażoną technicznie wyprawę, która w ciągu dwóch dni dokonała prawdopodobnie więcej obserwacyj, aniżeli jakakolwiek dawniejsza ekspedycja polarna w ciągu kilku miesięcy mozolnych i uciążliwych prac, i tę właśnie okoliczność uznać należy za największy i najważniejszy sukces tej niezwykłej wyprawy zeppelinowej.

Dla półkuli południowej problem komunikacji transbiegunowej nie jest tak ważny, bowiem podczas gdy północna półkula ziemi zajęta jest dużemi blokami kontynentalnemi, na półkuli południowej przeważają morza. Jedynie najkrótsza droga łącząca Amerykę Południową z Australją prowadzi przez regjony biegunowe. Mimo to jednak już dziś daje się zauważyć współzawodnictwo między Stanami Zjednoczonemi i Anglją w kwestji podziału obszarów południowej

Antarktydy między oba państwa. W roku 1926 Anglja ogłosiła swe zwierzchnictwo nad całą niemal Antarktydą. Anglicy spodziewają się korzystać finansowo ze swej władzy nad morzem Lodowatem Południowem, gdyż na tych obszarach odbywają się polowania na wieloryby, teren więc może nadawać się do eksploatacji, a poza tem trudno już dziś przewidzieć, jakie skarby mogą kryć się we wnętrzu wysp i lądów południowego bieguna pod kilkumetrową powłoką lodów.

Na taki stan rzeczy nie chcą się jednak zgodzić Stany Zjednoczone. Widomą manifestacją pretensyj Stanów Zjednoczonych do lądu południowo-biegunowego była słynna wyprawa komandora Byrda w latach 1928—1930 roku. Ekspedycja ta jest niewątpliwie unikatem wśród wszystkich dotychczasowych wypraw naukowych. Nigdy jeszcze nie przygotowano żadnej wyprawy tak starannie, sumiennie i — rzec można — komfortowo, jak w roku 1928 wyprawę Byrda. Blisko 9 miljonów złotych wynosiły koszty tej ekspedycji! Amerykanie bowiem słusznie rozumowali, że tylko wtedy można się spodziewać poważnych wyników prac wyprawy, jeśli jej członkowie zarówno duchowo, jak fizycznie, czuć się będą mogli jak najlepiej. Nie to nas jednak w danej chwili interesuje. Zaciekawia nas sam fakt, że wielką część problemu naukowego wykonano, korzystając z pomocy samolotów. Przybywszy na Barjerę Rossa, zbudowano osadę, z której następnie uczestnicy wyprawy podejmowali badania. Dokonano licznych zdjęć filmowych w czasie lotów ponad obszarami białej śmierci, a dnia 28 listopada 1929 roku Byrd podjął pamiętny lot do bieguna południowego.

Z usług samolotu korzystała również druga wyprawa angielska kapitana Wilkinsa, który równocześnie z Byrdem badał kontynent arktyczny, obrawszy sobie jako bazę działania wyspę Deception obok wyspy — dawniej uważanej za półwysep — Grahama. Badania geograficzne Wilkinsa wykazują, że według wszelkiego prawdopodobieństwa część Antarktydy Południowej, przylegającej do oceanu Atlantyckiego, stanowi archipelag dużych wysp, a prawdziwy kontynent biegunowy, obliczany dotąd na około 14 miljonów, obejmuje zaledwie 5 do 5,5 miljonów kilometrów kwadratowych.

Ciekawe zmiany mapy ziemi dokonują się więc dzięki nowoczesnym wyprawom polarnym, przyczem rozwój lotnictwa dał nam do ręki wspaniały środek wzbogacenia naszej wiedzy o ziemi.

Wilkins przeleciał w ciągu dwóch godzin przestrzeń, przez którą Nordenskjöld musiał się przeprawiać 15 dni na sankach. Poprzednio osiągnięcie takich sukcesów nie dało się pomyśleć bez wielomiesięcznych podróży. Wprost nieocenione zaś usługi oddają geografji zdjęcia fotograficzne okolic, przez które przeleciały samoloty odkrywców. Taki obraz z lotu ptaka zupełnie wystarczy do uchwycenia konturów kraju i sporządzenia odpowiednich map, zastępując z powodzeniem żmudne i długotrwałe pomiary triangulacyjne.

Znikają więc powoli na mapach naszej ziemi białe plamy, określające nieznane okolice; poznajemy coraz dokładniej wszystkie zakątki naszej planetarnej wyspy i mimowoli stawiamy sobie pytanie: co uczynimy, na jakie tory skierujemy żądny zwycięstw

i zdobyczy genjusz i wolę ludzi-bohaterów, jeśli cyrklem i linijką zarejestrujemy kontury ostatnich zbadanych lądów i mórz? Czyżby przyszłym pokoleniom przypaść miało w udziale jedynie gnuśne korzystanie z pracy ich przodków?

Rzeczywiście nasza ziemia jest mała i niewiele pozostaje nam już na niej do zbadania, lecz wznieśmy wzrok nasz ku regjonom gwiezdnym, tam ponad nami rozprzestrzenia się prawie że nieskończony wszechświat gwiazd!

W maju 1931 r. zapisano w rocznikach lotnictwa niewątpliwie najdziwniejszy ze wszystkich dotąd wykonanych lotów. Profesor belgijski Piccard wzniósł się wraz z asystentem swoim Kipferem do najwyższych warstw atmosfery ziemskiej, tak zwanej stratosfery. Lot odbył się w hermetycznie zamkniętej kuli aluminjowej, przyczepionej do dużego balonu.

Start nastąpił we środę 27 maja rano o godzinie 4-tej w Augsburgu. Chwila pożegnania się z powierzchnią ziemi poprzedzona była gorączkowem i niepotrzebnie przyśpieszonem tempem pracy. W dodatku w momencie startu gondola uległa małemu uszkodzeniu. Z chwilą jednak wzbicia się w przestworza wszystko odbyło się bez przykrych niespodzianek. Jedynie wentyl odmówił posłuszeństwa i zmusił uczonych do dłuższego przebywania w regjonach stratosfery, aniżeli zamierzali.

Lot w kierunku pionowym odbył się z niezwykłą prędkością. Już w 25 minut po starcie balon znajdował się na zawrotnej wysokości 15 kilometrów, a nieco później osiągnięto rekord: barometr zewnętrzny

wskazywał 76 milimetrów ciśnienia atmosferycznego, czyli dziesiątą część normalnego ciśnienia powietrza na poziomie morza. Ciśnienie to odpowiada wysokości 16 kilometrów! Siedemnaście godzin trwał cały lot, a przez szesnaście godzin uczeni przebywali w stratosferze, czyli na wysokości około 15 kilometrów. Przez cały ten czas profesor Piccard wraz z asystentem bez przerwy zajęci byli gorączkową pracą. Ponieważ gondola była zewszechstron szczelnie zamknięta, uczeni mimo rozrzedzonej atmosfery zewnętrznej przebywali we wnętrzu swej kuli aluminjowej w warunkach ciśnieniowych odpowiadających mniej więcej stosunkom na powierzchni ziemi. Oddychali zapasami tlenu zebranemi z ziemi. Najgorzej jednak przedstawiała się sprawa temperatury. Termometr umieszczony na zewnątrz gondoli wskazywał temperaturę około —55 do —60° C. Możnaby więc sądzić, że nasi bohaterowie wymarzli porządnie. Było jednak wręcz odwrotnie.

Kula aluminjowa była po jednej stronie pomalowana na czarno, a po drugiej lśniła srebrzyście. Specjalny mechanizm zaś sprawiał, że stale strona czarna skierowana była w kierunku słońca. Wskutek tego kula pochłaniała bardzo wiele promieni słonecznych, podczas gdy po drugiej stronie lśniącej promieniowała znikoma ilość ciepła. Dzięki tej okoliczności wewnątrz gondoli panował niemal tropikalny upał: około + 40° C. Brak wody w połączeniu z wysoką temperaturą sprawiał, że obaj podróżni cierpieli bardzo wskutek pragnienia.

Swoją drogą, ten właśnie epizod z temperaturą ma specjalnie doniosłe dla nauki znaczenie. Udowad-

nia bowiem, że istotnie przy racjonalnem wykorzystaniu promieni słonecznych można w zamkniętej hermetycznie gondoli balonu lub nawet w przyszłej kabinie rakiety międzyplanetarnej przez sztuczne regulowanie naświetlenia słonecznego utrzymywać temperaturę na niemal dowolnym poziomie. Piccard, dobrze poinformowany o niskiej temperaturze panującej w stratosferze, tak sumiennie zabezpieczył się od zimna, że aż cierpiał z tego powodu pod wpływem gorąca.

Uczeni jednak mimo upału pracowali bez wytchnienia. Badali skład chemiczny powietrza na rozmaitych wysokościach, jego gęstość, przeprowadzali statystykę chmur. Największą atoli uwagę zwrócili na badanie intensywności i natężenia promieniowania kosmicznego, które przeprowadzili aż do wysokości 16-tu kilometrów.

Promienie kosmiczne, zwane również promieniami Hessa lub Millikana, odkryto krótko przed wojną. W latach powojenych uczeni Kohlhörster, Hess i Millikan niezależnie od siebie dokonali szeregu doniosłych badań owych kosmicznych promieni. Stwierdzono ostatecznie pozaziemskie pochodzenie promieni kosmicznych oraz zdołano określić długość ich fali. Promienie te odznaczają się niesłychaną przenikliwością. W każdej chwili przechodzą przez nasze ciała, zarówno dniem, jak i nocą, a wpływ ich na nasz organizm nie jest jeszcze dokładnie znany. Nawet metrowej grubości płyty ołowiane nie są dla nich przeszkodą.

Badanie tych właśnie promieni stanowiło główny cel wyprawy Piccarda w stratosferę. Odpowied-

nie pomiary zostały skrupulatnie przeprowadzone i przedstawiają bardzo cenny materjał naukowy.

Odważni uczeni mieli również zamiar ustalić warunki panujące w stratosferze celem bliższego określenia technicznych właściwości aparatów lotniczych, które miałyby odbywać swe podróże na tak znacznej wysokości.

Sprawa ta jest niesłychanie aktualna i wiąże się ściśle z kwestją zmniejszenia czasu lotów pasażerskich. Pamiętać bowiem należy, że wprawdzie powiększenie średniej prędkości samolotów jest zasadniczo możliwe, ze względów atoli ekonomicznych w latach najbliższych mało prawdopodobne. Powietrze troposfery, to znaczy dolnej części atmosfery ziemskiej, jest tak gęste, że przeciwstawia znaczny opór wszystkim wehikułom poruszającym się ze znaczną prędkością. W stratosferze, jak już wiemy, gęstość atmosfery jest minimalna, z czego wynika, że również minimalny jest opór i że wobec tego na większych wysokościach odpowiednio skonstruowane samoloty będą mogły, a nawet będą musiały poruszać się z prędkością znacznie większą, aniżeli ta, do jakiej jesteśmy obecnie przyzwyczajeni. Lot dookoła równika w ciągu jednego dnia, czyli gonitwa za słońcem, nie zachodzącem wcale, dla takiego lotnika będzie wtedy rzeczą technicznie najzupełniej możliwą.

Jest rzeczą znamienną, że Niemcy już obecnie konstruują samolot, który ma konkurować z balonem Piccarda. Obserwacje i doświadczenia zebrane przez znakomitego uczonego są oczywiście niezmiernie cennym materjałem przygotowawczym dla lotu samolotem w obszary stratosfery.

Bardzo ciekawe są również wrażenia, jakie odnieśli odważni lotnicy, gdy przebywali na zawrotnej wysokości kilkunastu kilometrów ponad ziemią. Kontury powierzchni naszego globu zlewały się w niewyraźną całość, światło księżyca było znacznie intensywniejsze, aniżeli na powierzchni ziemi, najciekawiej atoli przedstawiało się tło firmamentu. Z powodu znikomej gęstości atmosfery nad głowami naszych podróżników zamiast pięknego błękitu piętrzyła się beznadziejnie smutna, ołowiana kopuła, na tle której mimo blasku słońca jaśniały gwiazdy. Zewsząd otaczała ich cisza, a jedynie od czasu do czasu przesuwające się pod nimi chmury urozmaicały niezwykły, lecz jednostajny krajobraz.

Zaprawdę wielkie przeżywamy czasy. Każdy rok przynosi nam urzeczywistnienie jakiejś utopji z czasów Jules Verne'a lub Żuławskiego. Czytając relacje Piccarda, odczuwa się, że oto rozpoczęła się epoka powolnego odrywania się człowieka, dwunożnego pana ziemi, od jego macierzystego globu. Powoli, lecz stale i systematycznie zbliżamy się ku wielkiej epoce podboju przestrzeni międzyplanetarnej.

Jak 30 lat temu Lilienthal i Wrightowie pierwsi dokonali próby ukoronowanej sukcesem, próby zdobycia trójwymiarowego państwa ziemskiej atmosfery, tak dziś jesteśmy świadkami pierwszych, choć bardzo jeszcze nieśmiałych, prób rozszerzenia naszego władztwa nad czterowymiarową przestrzenią kosmiczną.

Prace teoretyczne Rosjanina Ziółkowskiego, Amerykanina Goddarda, Francuza Esnault-Pelterie, oraz

Niemców: Obertha, Hohmanna, Hoefta i innych wykazały techniczną możliwość jazdy w przestrzenie wszechświata. A aczkolwiek trudności realizacji projektów rakietowych są chwilowo jeszcze olbrzymie, wiemy jednak, że w technice współczesnej droga od rozwiązania teoretycznego do zastosowania praktycznego jest zazwyczaj krótka.

Wiemy, że samochód porusza się naprzód dzięki sile tarcia pomiędzy powierzchnią ziemi a gumowemi tarczami jego kół, samolot wznosi się w powietrze, opierając się o silny prąd atmosfery uderzający o jego skrzydła. W przestrzeni wszechświata niema ani tarcia, ani oporu powietrza, gdyż niema ani podstawy, ani też ośrodka gazowego. Stąd wynika wniosek, że do lotów międzyplanetarnych nie można stosować metod wypróbowanych w lotnictwie i komunikacji ziemskiej. Tylko jedna zasada może tu umożliwić poruszanie się naprzód — zasada odrzutu.

Gdy armata wyrzuca z siebie pocisk w chwili wystrzału, lufa jej cofa się wstecz, z tą samą bowiem siłą, z jaką kula zostaje wyrzucona, wybuch gazów prochowych działa również na ściany lufy. Gdyby więc wehikuł jakiś zaopatrzono w armatę, moglibyśmy go ciągłemi wystrzałami poruszać w kierunku przeciwnym. Ruch ten jest już zupełnie niezależny od tarcia lub oporu i odbywać się będzie tak samo w przestrzeni kosmicznej, jak na powierzchni ziemi, co więcej wehikuł nasz poruszać się będzie poza ziemią swobodniej, gdyż niema tam atmosfery stanowiącej przeszkodę ruchu. Jedna tylko istnieje trudność.

Aby wehikuł poruszał się siłą odrzutu rakieto-

wego, trzeba mieć do dyspozycji wielkie ilości materjałów wybuchowych, służących do tego tylko, aby ich odrzutem spowodować ruch. Na to zaś, aby nasz wehikuł dostał się na księżyc lub Marsa, potrzeba wielkich ilości mas wybuchowych, ilości tak wielkich, że same ich zapasy (przy dzisiejszych środkach wybuchowych) przewyższyłyby kilkadziesiąt razy ciężar użyteczny, a mianowicie wagę pasażerów, kabiny pasażerskiej, instrumentów naukowych i t. d. Zresztą nic w tem dziwnego: samochód również spala benzynę, a gdyby miał odbyć drogę kilkuset tysięcy, a nawet (jak np. na Marsa) kilkudziesięciu miljonów kilometrów, zużyłby również bajeczne wprost ilości paliwa.

Zasadniczo oczywiście można dowolne ilości mas wybuchowych zabrać z sobą, ale trzeba pamiętać, że te masy trzeba w jakiś sposób „zapakować“, do „opakowania“ zaś potrzeba pewnych materjałów, do ich pomieszczenia znów kabin, a wszystko to powiększa zkolei ciężar rakiety, czyli znów wywołuje konieczność powiększenia zapasów materjałów wybuchowych.

Na tem właśnie polega zasadnicza trudność problemu podróży międzyplanetarnych. Są oczywiście inne jeszcze trudności, — Czytelnik może się o nich dowiedzieć z książki mej p. t. „Podróże międzyplanetarne“ (Książnica-Atlas) — ale wszystkie one nie są tak ważne, jak zagadnienie pomieszczenia ogromnych zapasów materjałów wybuchowych.

Ostatnie lata i miesiące przyniosły nam szereg doświadczeń z samochodami, sankami oraz samolotem rakietowym. Wszystkie te doświadczenia, czę-

ściowo udane, częściowo zakończone rozbiciem się wehikułu, wykazały, że zasada odrzutu da się praktycznie zastosować do popędu wehikułu. Weszliśmy już w etap pierwszych próbnych doświadczeń.

Nie ulega wątpliwości, że doświadczenia te nadal będą kontynuowane i ostatecznie zostaną ukoronowane najwspanialszem zwycięstwem umysłu ludzkiego.

A wtedy — spojrzymy na naszą ziemię z międzyplanetarnych perspektyw i rzekniemy: „Oto kula, która jest siedliskiem ludzkości, doniedawna jeszcze sądzącej, że jest ośrodkiem całego wszechświata, kula, która wydała na świat nas — zdobywców przestrzeni".

A na czarnem tle firmamentu ziemia będzie malała, stanie się iskrzącą gwiazdą, a następnie zniknie wśród diamentowego pyłu kosmosu, tak jak kropla wody znika w bezmiarze oceanu.

XI

Człowiek a maszyna

W pobieżnym szkicu poznaliśmy dzieje wielu maszyn i historję ich twórców, zaczynamy się więc orjentować w doniosłej roli maszyny w historji rozwoju stosunków ludzkich na ziemi. Maszyna wskazała ludzkości nowe drogi postępu i wysunęła na czoło zagadnień ludzkich problem życia ułatwionego, uproszczonego, problem walki ze zbytecznem marnowaniem sił i energji, maszyna nauczyła nas korzystać z sił przyrody i oszczędzać siły ludzkich i zwierzęcych motorów mięśniowych. Maszyna stała się nowym mesjaszem świata.

A jednak...

Gazety piszą o tem tłustym drukiem, wszechwiedzący gadacz wiecowy roni łzy współczucia i biada nad ludzką nędzą: „Oto 30 miljonów bezrobotnych na świecie! 30 miljonów ludzi pozbawionych chleba codziennego, 30 miljonów ludzi wyrzuconych na bruk, skazanych na przymusową bezczynność. To wina maszyn! To wina mechanizacji, wina nadprodukcji, spowodowanej wytwórczością fabryczną, masową. — Maszyna, wykonująca pracę wielu robotników, pozbawia ich pracy, maszyna staje się więc głównym winowajcą klęski bezrobocia“!

Pogląd taki nie jest bynajmniej nowy. Kiedy w roku 1769 Anglik Richard Arkwright stworzył pierwszą fabrykę wyrobów tekstylnych, fabrykę w całem tego słowa znaczeniu, musiał walczyć z wielkiemi trudnościami. A w dziesięć lat później doszło nawet do krwawej rewolty robotników, do sławnej „bitwy pod Birkacre“, w wyniku której tłum zniszczył jedną z największych fabryk Arkwrighta. Rozruchy były manifestacją wrogiego ustosunkowania się społeczeństwa do planów Arkwrighta. Obawiano się bowiem, że maszyny tkackie pozbawią rzesze robotników i drobnych rzemieślników możliwości zarobkowania. Te same dokładnie trudności zwalczać musiał w połowie zeszłego stulecia wynalazca maszyny do szycia, a również zjawienie się maszyny do pisania wywołało obawę, że liczni kaligrafowie oraz przepisywacze stracą swój chleb codzienny. W tej kwestji, stosunku techniki do problemów bezrobocia, rozporządzamy już przeszło stuletniem doświadczeniem i na podstawie tego stwierdzić musimy, że wszelkie obawy pesymistów stale okazywały się nierealnemi.

Wynalazki techniczne wprawdzie zniosły pewne zawody, jednak wzamian za to stworzyły nowe, o znacznie większej pojemności robotnika. Możliwość masowej wytwórczości maszynowej stworzyła bowiem podwyższenie zapotrzebowania, a równocześnie przez znaczne obniżenie kosztów produkcji spowodowała obniżenie ceny handlowej danego towaru. Skutki technizacji oczywiście wytworzyły poważne zmiany na rynku pracy, wszakże natura tych zmian okazała się w przeważającej liczbie wypadków zbawienną dla szerokich mas ludzkiej społeczności.

Nie ulega wątpliwości, że maszyna parowa uratowała Anglję w drugiej połowie XVIII stulecia przed grożącem jej widmem przeludnienia. Umożliwiła bowiem znaczny wzrost wytwórczości oraz zalew kontynentu europejskiego towarami angielskiemi. Uzyskane za te towary dochody powiększyły majątek narodowy zbiedzonej pod koniec XVIII stulecia ludności Anglji. Rzec można bez przesady, że hegemonja Anglji w polityce międzynarodowej zeszłego i początku obecnego wieku wyrosła z faktu uprzemysłowienia kraju, rozpoczętego półtora wieku temu.

Analogiczny objaw obserwować można w historji Niemiec zeszłego stulecia. Sto lat temu Niemcy kilkakrotnie przeżywały klęskę głodu i nieurodzaju. Druga połowa wieku XIX upływa bez takich gospodarczych burz. Nieurodzaj wykreślony został z roczników rolnictwa wskutek systematycznego stosowania metod sztucznego użyźniania roli. A kwestja przeludnienia również przestała być aktualną. Wprawdzie rok rocznie rzesze emigrantów wyruszają do krain zamorskich, przeważnie do Ameryki, mimo to jednak

ustawicznie wzrasta liczba zaludnienia i przekracza znacznie maksymalną doniedawna granicę 48 miljonów mieszkańców. Około połowy zeszłego stulecia nastąpiła bowiem znamienna reforma życia gospodarczego państw niemieckich; z ustroju rolniczego przeszły Niemcy na ustrój państwa przemysłowego, wskutek czego wzrasta wytwórczość i Niemcy wkraczają w orbitę intensywnej ekspansji gospodarczej.

Przykładów podobnych w historji ostatniego stulecia możnaby wskazać kilka. Zwróciliśmy już uwagę na niesłychany rozwój kolei żelaznej, telegrafji, telefonji i radjotechniki. Ile miljonów ludzi zatrudnionych w elektrotechnice i kolejnictwie zawdzięcza swój chleb codzienny postępowi technicznemu! Jeśli zdołamy należycie ocenić znaczenie gospodarcze stechnizowanej komunikacji oraz elektryfikacji całych ogromnych obszarów świata cywilizowanego, zrozumiemy, że postęp techniczny nietylko obdarzył nas możliwością urządzenia sobie życia wygodnie i na miarę dawną — z iście królewskim komfortem, lecz poza tem stworzył nowe możliwości zarobkowania.

Oskarżając techników, że działalnością swoją spowodowali wzrost bezrobocia, czynimy im zupełnie niezasłużoną krzywdę. Zdarzyć się może oczywiście, że wskutek niesumiennych kalkulacyj i spekulacyj wielkich fabrykantów narażony jest na szwank interes robotnika, cóż jednak zawinił wówczas inżynier wynalazca?

Istotnych powodów gnębiącego nas kryzysu światowego szukać należy w nieumiejętności przystosowania się narodów i społeczeństw do nowych warunków gospodarczych, w całkowitem niezrozumieniu no-

wej sytuacji światowej. O tem jednak pisać będziemy na innem miejscu. Obecnie rozprawmy się najpierw z innym, bardzo ważnym zarzutem, często głoszonym przez antagonistów postępu technicznego: „Maszyna zniszczyła drobnego rzemieślnika, uniemożliwia rozwój twórczej indywidualności robotnika, uczyniła z niego nie pana maszyny, lecz jej niewolnika. Maszyna z człowieka myślącego uczyniła bezmyślną istotę — maszynę".

Posłuchajmy, jak sprecyzował tę skargę w formie literackiej Ilja Ehrenburg w swej książce „10 HP".

„Pan André Citroën może być spokojny. Pierre Chardain przymocowywać będzie aż do ostatniej godziny swego życia łubki sprężynowe. Nigdy nie stanie się rewolucjonistą. Pierre Chardain nie ośmieli się nawet wyrazić swego niezadowolenia w formie nieco głośniejszej. Maszyna dokonała swego dzieła: rozczłonkowano człowieka na części składowe, a następnie owe części złożono znów razem. Teraz ręce jego poruszają się prędzej, a jego rzęsy rzadziej drgają. Zewnętrznie Pierre Chardain nie różni się niczem od każdego innego zwykłego śmiertelnika. Posiada brwi i kamizelkę. Niekiedy idzie do kina. O niczem jednak nie można z nim rozmawiać. On już nie jest człowiekiem. On jest częścią taśmy bez końca, gwoździem, kółkiem lub śrubką. On nie żyje, jak inni ludzie, którzy jedzą... i śmieją się, nie, po trzykroć nie — Pierre Chardain znalazł prawdziwy sens życia: żyje, aby produkować samochody — 10 HP, bezszelestny chód, karoserja stalowa".

A na innem miejscu swej książki Ilja Ehrenburg takie słowa kładzie w usta — znienawidzonego przez siebie — Henryka Forda:

„Człowiek bez władz rozumowych jest do produkcji maszyn bardziej przystosowany, niż wykwalifikowany mechanik... Gdybym miał sam stanąć przy maszynach, zwarjowałbym w przeciągu jednego tygodnia: monotonność jest obcą mej naturze...“

A teraz posłuchajmy, co mówi w tej materji „prawdziwy“ [1] Henryk Ford w książce p. t. „Moje życie i dzieło“:

„Powtarzająca się ta sama praca, robienie jednej i tej samej rzeczy ciągle, i ciągle, i zawsze w ten sam sposób jest dla umysłów pewnego pokroju wyobrażeniem przerażającem, jest niem i dla mnie. Nie mógłbym robić tej samej rzeczy dzień w dzień, ale dla innych umysłów, powiedziałbym nawet dla większości, powtarzające się czynności nie łączą się z podobnym lękiem. W rzeczywistości niektóre typy umysłowe ogarnia lęk śmiertelny wobec konieczności myślenia. Dla nich ideałem zajęcia jest praca, której nie trzeba dać wyrazu myśli twórczej. Do robót, w które trzeba wkładać umysł narówni z mięśniami, nie cisną się, chętni — zawsze nam brak ludzi, którym odpowiada jakaś praca dlatego, że trudna...“.

„...Docierając do dna rzeczy, poznajemy, że prawie każda praca powtarza się. Businessman z wielką dokładnością trzyma się swej rutyny, praca prezesa banku składa się z niej przeważnie, a praca urzędników bankowych wyższych i niższych składa się już z samej tylko rutyny. Istotnie dla większości celów

[1] Być może, że Henry Ford-pisarz niema nic wspólnego z Henry Fordem-przemysłowcem i potentatem automobilowym. Nas interesuje w tej chwili tylko Ford-pisarz, który w publikacjach swoich dużo wypowiedział mądrych i godnych uwagi myśli.

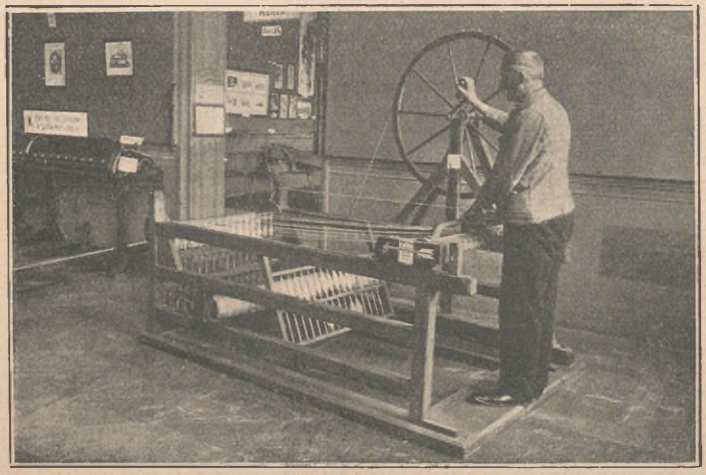
i większości ludzi koniecznem jest ustalenie pewnego rodzaju rutyny przez ustalenie ruchów często się powtarzających, bo inaczej jednostka nie zdziała dość, by wyżyć własnym wysiłkiem. Dla umysłów twórczych niema żadnego powodu przykuwać się do jednostajnego zajęcia, bo wszędzie jest pilna potrzeba ludzi twórczych. Nigdy nie zabraknie miejsc dla biegłych i umiejętnych, ale musimy uznać, że chęć dojścia do biegłości i umiejętności nie jest powszechna. A nawet tam, gdzie znajdzie się chęć, często brak odwagi do przejścia wyszkolenia, a sama chęć nikomu nie nada biegłości".

Dużo jest słuszności w uwagach Forda. Niebezpieczeństwo umysłowego wyjałowienia robotnika, spowodowane pracą w fabryce, naogół bardzo się przecenia. Jest nawet bardzo możliwe, że niebezpieczeństwo to — wcale nie istnieje, a raczej istnieje — gdzie indziej!

Ford nie jest robotnikiem fabrycznym i przyznaje szczerze i otwarcie, że zawód ten mu nie odpowiada. Dla dokładnego zbadania problemu należałoby zapytać się samych robotników. Oni sami muszą nam udzielić odpowiedzi w tej ważnej dla kultury technicznej kwestji.

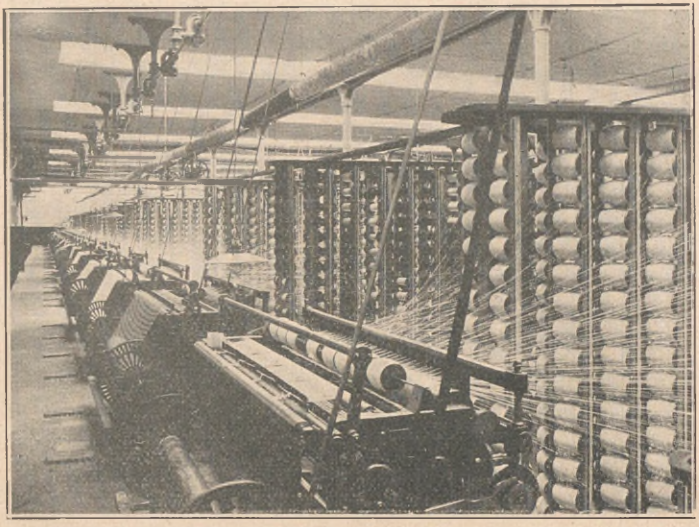
Już w roku 1903 ukazała się na półkach księgarskich książka niejakiego Karola Fischera p. t. „Denkwürdigkeiten und Erinnerungen eines Arbeiters" (Zdarzenia i wspomnienia z życia robotnika). Fischer przez sześć lat był robotnikiem przy budowie linij kolejowych, a następnie przez długie lata pracował w stalowniach. Jest rzeczą nadzwyczaj ciekawą, co Fischer wyraźnie zaznacza, że pod względem

wartości duchowej praca w fabryce dawała mu znacznie większe zadowolenie duchowe, aniżeli praca przy zakładaniu linij kolejowych. Ostatnio jeszcze dobitniej rozprawia się z legendą o nudzie pracy fabrycznej robotnik francuski Dubreuil. Dubreuil, z pochodzenia, krwi i kości proletarjusz, był przez 15 lat robotnikiem metalurgicznym w francuskich fabrykach, a następnie pracował przez piętnaście miesięcy w Stanach Zjednoczonych, w krainie „fordyzmu“ i „tayloryzmu“. Dubreuil oświadcza wręcz, że niema mowy o zabójczym wpływie monotonnej pracy fabrycznej na umysłowość robotnika. Im bardziej jednostajną jest wykonywana praca, tem większa jest możliwość oddawania się równocześnie rozmaitym marzeniom, przemyśliwania nad epizoda-



Model pierwszej maszyny Arkwrighta.

A oto:



Współczesna snowalnia, oddział przygotowawczy dla tkalni, w Zjedn. Zakładach Włókienniczych K. Scheiblera i L. Grohmana S. A. w Łodzi.

mi przeczytanemi poprzednio w powieściach lub widzianemi na ekranie kinowym, przyczem wykonanie pracy na tem zupełnie nie cierpi. Innemi słowy — robotnik wykonywa wówczas swoją pracę podświadomie, a jego świadomość korzysta z pełni swobody. Oczywiście, jeżeli dany robotnik z natury jest zdegenerowanym kretynem duchowym, niezdolnym do żadnych rozmyślań, nie nauczy on się myślenia również przy taśmie bez końca. Trudno wymagać, aby fabryka była zakładem dla umysłowo chorych. Przy sposobności zaznaczmy jednak, że psychjatrzy uważają obecnie za najskuteczniejsze lekarstwo na cho-

roby umysłowe — pracę fizyczną! Dochodzimy więc do zgoła niespodziewanego wniosku: do konieczności uznania pracy fizycznej za doskonały środek podnoszenia poziomu umysłowego ludzi. Technika doprowadza nas do uznania absolutnej równoważności pracy fizycznej i umysłowej.

Należy wreszcie zaznaczyć, że nie we wszystkich zakładach fabrycznych praca jest monotonna. W wielu wypadkach robotnik jest zmuszony do skupienia uwagi na wykonywanej przez siebie pracy. Dla przykładu weźmy górnika, pracującego w kopalni węgla. Praca jego nietylko że nie jest jednostajna, lecz wymaga dużo inicjatywy i umiejętności prędkiego orjentowania się w sytuacji. Mając przed sobą zrąb czarnego diamentu, górnik musi się dobrze zastanowić, z której strony przyłożyć świder, lub w którem miejscu założyć minę.

Ciekawe również są opowiadania biograficzne robotników, zebrane przez Adolfa Levensteina w książce p. t. „Die Arbeiterfrage“. Robotnicy nie żalą się na swój zawód, a w wielu miejscach wyrażają się z zapałem o „swoich“ maszynach.

„Myślę, że to wcale nie jest przypadek — pisze pewien robotnik branży metalowej — jeśli się mówi „moja maszyna“. Jedną z tych maszyn, maszynę wiertniczą linową, poprostu pokochałem“. A inny robotnik oświadcza: „Maszyna posiada duszę, obowiązkiem dozorcy lub robotnika pracującego przy tej maszynie jest zrozumieć tę duszę“.

Jak widzimy, obraz robotnika rysowany przez Ehrenburga daje nam niezbyt poprawne wyobrażenie

o robotnikach fabrycznych.[2] Naogół robotnik ustosunkowuje się do swej maszyny przyjaźnie, o czem zresztą każdy z nas może się przekonać, uzyskując dostęp choćby do elektrowni lub gazowni miejskiej. Wystarczy się zapytać o coś pracującego robotnika i obserwować, z jaką dumą robotnik w takich wypadkach udziela wyjaśnień. A jakże często stwierdzić można, że szofer zakochany jest w swoim samochodzie, a maszynista w swej lokomotywie.

Z tego, co mówiłem, nie wynika oczywiście, że każdy robotnik przez cały dzień stale jest w dobrym humorze i w doskonałym nastroju. Z losu swego niewątpliwie jest niezadowolony. Motywy owego niezadowolenia są jednak prawie zawsze natury — socjalnej. Tych kwestyj jednak poruszać nie możemy, gdyż nie należą do tematu stosunku człowieka do maszyny.[3]

Wszystkie nasze poprzednie wywody uwypuklają fakt, że maszyna nie może być uważana za winowajczynię panującego obecnie chaosu gospodarczego. Niemniej jednak fakt pozostaje faktem, że kryzys

[2] Ehrenburg, rysując bolesny obraz robotnika, za jaskrawo przedstawił niektóre szczegóły jego bytu, zamierzając uwydatnić konsekwencje ustroju kapitalistycznego.

[3] Ze stanowiska technika jądro trudności socjalno-gospodarczych przedstawia się bardzo prosto: W z r a s t a j ą c a, wraz z postępem techniki, d z i e l n o ś ć m a s z y n, stosowanych w pracy produkcyjnej, doprowadza do wytwarzania tych samych ilości towarów w coraz to krótszym czasie. Z faktu tego wynika konieczność z n a c z n e j i s t a ł e j r e d u k c j i c z a s u p r a c y robotnika w każdej dziedzinie przemysłu. W ramach ustroju kapitalistycznego tego rodzaju ewolucyjne skracanie czasu pracy nie daje się z różnych względów urzeczywistnić.

istnieje i że musi istnieć jakiś powód tego kryzysu. Nie ośmielam się podawać w następnych wywodach dokładnego obrazu obecnego położenia gospodarczego świata, chciałbym tylko zwrócić uwagę na pewne fakty, które, zdaniem mojem, nie są naogół należycie doceniane w ich znaczeniu dla kształtowania się stosunków gospodarczych. W tym celu uprzytomnijmy sobie jeszcze raz zmiany, jakie nastąpiły w świecie w ciągu ostatnich dziesięcioleci.

Dla lepszego uwypuklenia dokonujących się zmian sięgnijmy nieco bardziej wstecz w dzieje ludzkie i zastanówmy się, czem różnimy się od ludzi z przed kilkuset lat.

Gdy za czasów panowania Piastów magnat polski budował sobie zamek, materjału budowlanego dostarczała mu okolica: drzewa — pobliski las, kamieni — znajdujące się niedaleko kamieniołomy podkarpackie, plany opracował mu sprowadzony z Krakowa budowniczy, który równocześnie nadzorował roboty. Wykonanie wewnętrzne odpowiadało własnym gustom magnata i powierzone było cieślom z najbliższej wioski lub osady. I tak oto wyrósł na polskiej ziemi gmach, w którym każdy szczegół był swojski, gmach będący wynikiem składowego działania najróżnorodniejszych wprawdzie, lecz ściśle regjonalnych czynników. Z tych czynników geograficznych tworzył się styl danej epoki i danej okolicy. Konieczność szukania sobie materjału budowlanego w promieniu zaledwie kilkunastu kilometrów od miejsca budowy zmuszała bowiem ludzi do przystosowania się do tego właśnie materjału, nie mówiąc już

o warunkach klimatycznych oczywiście też wyciskających swe piętno na dziełach rąk ludzkich. Ściśle regjonalny charakter wytworów i dzieł dawnych epok daje się stwierdzić na każdym przedmiocie pochodzącym z dawnych czasów. Najjaskrawiej wpływy danego kraju ujawniają się w strojach. W miastach portowych, w których stykała się względnie maksymalna ilość przedstawicieli rozmaitych narodowości, znawca mógł odrazu odróżnić wenecjanina od hanzeaty, genueńczyka od potomka dawnych wikingów. Człowiek ze swem dziełem przystosował się bowiem harmonijnie do warunków swej najbliższej okolicy.

Fakt ten był oczywiście wynikiem bardzo słabo rozwiniętego handlu zagranicznego, który nie mógł przyjąć dzisiejszych rozmiarów wobec braku odpowiednich środków komunikacyjnych. Sprowadzanie towarów z bardzo daleka nie opłacało się; jedynie ludzie bardzo zamożni, książęta i wysocy dygnitarze, mogli sobie pozwolić na taki luksus.

Nic dziwnego więc, że panującą wówczas ogólnie zasadą była zasada samowystarczalności. Każdy kraj, a nawet każde miasteczko tworzyło wraz z otaczającym je obszarem jednostkę gospodarczą, niezależną od losów sąsiedniego miasta. Z okoliczności tej wynikał dziwny dla nas, ludzi XX stulecia, fakt, że pożoga wojenna skupiała swe niszczycielskie działanie wyłącznie na tym małym stosunkowo obszarze, przez który przeciągały kolumny zwalczających się wojsk. Gdy zdobyte miasto często ulegało całkowitej dewastacji, wioski znajdujące się w odległości kilku kilometrów pozostawały nieraz nienaruszone. Zda-

rzało się nawet, że mieszkańcy najbliższej okolicy wogóle nic nie wiedzieli o tem, że wybuchła wojna.

Stosunki te były wynikiem okoliczności, że możliwość komunikowania się z sąsiadami była ograniczona przez małą prędkość stosowanych wówczas środków komunikacji. Pęd konia, chyżość wiatru dmącego w wypukłe żagle okrętu, siła „mięśniowych“ motorów, poruszających wiosłami galer, wyznaczały maksymalną szybkość komunikacji. Wprawdzie stosowano już „techniczne“ środki komunikacji w rodzaju wozów i okrętów, wykorzystywano nawet już niektóre siły przyrody, jak siłę wiatru i wody spadającej — to wszystko jednak działo się w jakże szczupłym zakresie, na jakże skromną, i nie dającą się porównać z dzisiejszą, miarę.

Rzecz oczywista, że panujące stosunki naogół sprzyjały powstawaniu małych tylko państewek. Tam, gdzie wytwarzały się większe zrzeszenia państwowe, łącznikiem nie były środki komunikacji, lecz poczucie wspólnoty obyczajów, stanowiące najsilniejsze spoidło dawnych państwowości. Obyczaje wskutek wrodzonego bezwładu duchowego tłumu trwały często bez zmian przez całe wieki i tworzyły ów wielobarwny kalejdoskop tradycji, stanowiący podstawę uczuć narodowych. Tradycja występowała stale w połączeniu ze szczególną sankcją religijną jako coś nakazanego przez Najwyższą Istotę.

Nic dziwnego więc, że również ustrój feudalny zmonopolizował dla siebie przywilej „z bożej łaski“ i ufundował na nim swój sugestywny wpływ, oparty na uczuciu powagi i dostojności.

Ustrój polityczno-gospodarczy dawnych czasów

łączył się ściśle z ogólnym stanem techniki ówczesnej. Pod tym względem oczywiście i w naszych czasach nic się nie zmieniło. Można nawet twierdzić bez przesady, że rozwój dążności państwowo-twórczych jest uzależniony ściśle od rozwoju techniki.

W czasach najdawniejszych, kiedy człowiek znał zaledwie kilka przyrządów, stworzonych z kamienia i drzewa, pojęcie państwa, a nawet plemienia, wcale nie istniało. Największą jednostką gospodarczą i „państwową“ był ród, składający się z kilku ze sobą spokrewnionych i spowinowaconych rodzin, koczujących na stosunkowo małym terenie. Dopiero gdy przedhistoryczni wynalazcy skonstruowali pierwsze wozy, tratwy i okręty, wskutek zwiększonej możliwości stałej komunikacji na większym obszarze tworzą się większe nieco zrzeszenia, małe państewka, grupujące się wzdłuż brzegów rzek, zastępujących w starożytności linje kolejowe. Później tworzą się już większe państwa, które jednak z trudem mogą zachowywać swój byt ze względu na nierozwiniętą technikę komunikacyjną. Jest rzeczą znamienną, że istniejąca na terenie imperjum rzymskiego sieć organizacji pocztowej zapomocą konnych posłańców stworzona była dla celów prawie wyłącznie polityczno-militarnych. Tylko dzięki tej organizacji włodarzenie stumiljonowem państwem było możliwe.

Eksperymentowi imperjum rzymskiego przyznać należy szczególne znaczenie. Nie mówiąc bowiem o krótkotrwałem państwie Aleksandra Wielkiego, po raz pierwszy w dziejach ludzkich zrealizowała się myśl skojarzenia pod wspólnym rządem całego świata. Wprawdzie okazało się później, że świat sięga

jeszcze znacznie dalej poza linje rzymskich strażnic granicznych, jednak w każdym razie w pojęciu ówczesnego Italczyka istniało tylko jedno na świecie zorganizowane państwo.

Często wypowiadane porównanie naszej epoki z epoką upadku imperjum rzymskiego jest właśnie z tego powodu zupełnie niesłuszne, ponieważ potęga Rzymu dotarła do maksymum technicznie możliwego w owych czasach rozwoju. Dalsze rozszerzenie granic imperjum było niemożliwe, a ponieważ świat barbarzyński przedstawiał ogromny zbiornik świeżych sił, los Romy był zadecydowany. My tymczasem dotarliśmy już do samych granic naszej planety i wiemy, że ze stanowiska administracyjno-technicznego granice naszej planety stale się kurczą. Najszybszy posłaniec rzymski potrzebował zapewne znacznie więcej czasu na przebycie imperjum rzymskiego od słupów Herkulesa do gór Kaukazu, aniżeli osiem dni, w naszych czasach zaś Post i Gatty dokonali lotu dookoła ziemi w tak krótkim właśnie czasie. Prosty stąd wniosek, że świat cały jest dziś dla nas technicznie mniejszy, niż świat imperjum rzymskiego, zwłaszcza jeśli uwzględnimy możność porozumienia się niemal natychmiastową na odległość tysięcy kilometrów, możność telegrafowania iskrowego, nieznaną Rzymianom.

Reasumując, dochodzimy więc do wniosku, że dawne czasy, poprzedzające czyny Watta i innych genjuszy naszej ery, stworzyły stosunki odpowiadające panującym wówczas warunkom pracy. Ubiegłe tysiąclecia cechuje niezdolność do opanowania swojemi wpływami całego globu ziemskiego, niemożność

przeniknięcia świata jednolitą ideą, niezdolność stworzenia fundamentów jednej wielkiej społeczności ludzkiej. A szczególnem znamieniem dawnych epok jest tworzenie przemnogich typów narodowościowych, uzależnionych od warunków gospodarczo-klimatycznych małych obszarów.

A cóż wypadnie nam zkolei do powiedzenia o stosunkach obecnie panujących na ziemi oraz o perspektywach najbliższej przyszłości?

Wystarczy wziąć pierwszy lepszy przedmiot codziennego użytku, by się przekonać, że zawdzięcza swe powstanie współpracy wielu ludzi, często najróżniejszych narodowości. Słowa niniejsze piszę na maszynie do pisania. Sądzę, że chyba kilka tysięcy patentów, mających za temat maszyny do pisania, zgłoszonych zostało przez wielu wynalazców do biur patentowych wszystkich państw cywilizowanych świata. I oto ta właśnie maszyna jest kompilacją duchową zapewne setek takich patentów angielskich, amerykańskich, polskich, niemieckich i bardzo wielu innych.

Weźmy garnek aluminjowy, stale używany w kuchni, a dowiemy się od fachowca z urzędu patentowego, że i ten produkt wytwórczości przemysłowej symbolizuje sumę międzynarodowego wysiłku. Mówiąc o patentach, uwzględniamy tylko duchowe tło danego przedmiotu. Analogicznie zaprezentuje się nam jego szata materjalna. Przypuśćmy, że w Amsterdamie w Holandji budują okręt. Wtedy może się zdarzyć, że płyty stalowe stocznia holenderska sprowadzi z Anglji, miedź z Ameryki, drzewo z Polski, lakier z Niemiec, a urządzenia salonowe

pierwszej i drugiej klasy z Paryża. Okręt wprawdzie powstał w Holandji, pozbawiony jednak jest cech regjonalnych, charakteryzujących dawne dzieła rąk ludzkich.

Oczywiście w niektórych wypadkach można przeprowadzić zasadę samowystarczalności i stworzyć dzieło nawskroś krajowe. Naogół jednak nie jest to możliwe, surowiec bowiem sprowadzony, powiedzmy z Łodzi, może pochodzić — z Niemiec. Świat obecnie tworzy już mimo istniejących granic państwowych jeden olbrzymi organizm gospodarczy, oczywiście dzięki nadzwyczajnemu postępowi techniki, szczególnie techniki komunikacyjnej. Owe spoidła gospodarcze stają się z dnia na dzień silniejsze, często nawet wbrew chęci i woli narodów. Przeżywamy obecnie epokę upadku imperjum rzymskiego — w odwrotnym kierunku. Półtora tysiąca lat temu państwo rzymskie uległo rozczłonkowaniu, ponieważ wewnętrzna struktura administracyjno-techniczna nie była dostatecznie silna i odporna, aby wytrzymać napór destrukcyjnych sił zewnętrznych. Obecnie włodarzenie całą ludzkością przez jedną międzynarodową instytucję byłoby ze stanowiska administracyjnego zupełnie możliwe, a sytuacja gospodarcza wytwarza konieczność rozpatrywania położenia ekonomicznego poszczególnych państw z punktu widzenia konjunktury ogólno-światowej. Półtora tysiąca lat temu z ładu powstał chaos. Obecnie z chaosu powstaje ład. Nastąpi to tem wcześniej, im wcześniej narody się zorjentują w zasadniczym fakcie, że ścisła współpraca międzynarodowa na terenie gospodarczym jest warunkiem bytu każdego państwa. Dopiero wtedy,

gdy problemy gospodarcze rozpatrywać będziemy ze stanowiska konjunktury ogólnoludzkiej, kiedy handel i wytwórczość regulowane będą wskazówkami jednej międzynarodowej centrali, będziemy mogli mówić, że kryzys już nie istnieje.

Zwróćmy przytem uwagę na fakt, że cały ten splot zagadnień ogólno-ludzkich powstać mógł dopiero wtedy, gdy postęp techniczny rzucił pomosty komunikacyjne ponad oceanami i połączył świat spoidłami gospodarczych stosunków. Maszyna stała się potężnym czynnikiem pacyfikacji świata.

Znajdujemy się obecnie w toku wielkich zmian. Z dobrodziejstw techniki korzystaliśmy dotychczas według prastarej recepty gospodarki rabunkowej. Produkowaliśmy bez planu, bez ołówka w ręku, na krótką metę, żeby tylko w jak najkrótszym czasie napełnić kieszeń sutym zarobkiem. Dziś wiemy, że taka gospodarka musi doprowadzić do ruiny i że z chwilowej biedy uratować nas może wyłącznie rozsądna, spokojna kalkulacja matematyczna. Nic nam nie pomoże, jeśli doprowadzimy do ruiny wszystkich faktycznych i domniemanych naszych konkurentów, bo ostatecznie na placu boju zostaniemy my sami, a któż wtedy będzie naszym odbiorcą?

Możemy ufnie patrzyć w przyszłość. Ta ludzkość, która przyjdzie, żyć będzie w lepszych warunkach. Jedno tylko powinniśmy uczynić: wczuć się w ducha naszej epoki i starać się przystosować do nowych warunków bytu.

XII

Technika naszych praprawnuków

Zaledwie sto pięćdziesiąt lat upłynęło od czasów wiekopomnych doświadczeń Galvani'ego oraz od konstrukcji pierwszej wattowskiej maszyny parowej, sto lat dzieli nas od eksperymentów Faradaya i od wyścigu lokomotyw w Rainhill, sto lat — jakże krótki odcinek czasu w obliczu setek tysięcy lat historji i prehistorji ludzkiej! A jednak w tych ostatnich stu latach dokonały się na ziemi przeobrażenia niesłychanej doniosłości, zmiany, których sens i znaczenie dziś jeszcze nie wniknęły w świadomość ogółu.

Nauczyliśmy się widzieć i słyszeć na odległość, Ziemię opasaliśmy przewodami elektrycznemi, mocarną dłonią usunęliśmy wszelkie barjery przestrzeni i czasu, słowo „niemożliwe" zapisaliśmy na indeksie słów zabronionych, zapędziliśmy się tak wysoko w locie ponad przestworza, że z trwogą i bojaźnią patrzymy wstecz i pytamy się: którędy droga, azali nie dotarliśmy już do samego szczytu postępu technicznego, do szczytu, poza którym istnieje już tylko przepaść tak głęboka, jak ów szczyt?

I oto, jak sto lat temu, jak na każdym etapie rozwoju ludzkiego, wyłania się przed nami wielkie pytanie: co będzie dalej? jak będzie wyglądał świat techniki naszych praprawnuków, co będzie za lat sto?

Układanie prognozy na przyszłość — to rzecz zasadniczo bardzo niepewna, matematyk powiedziałby: to ekstrapolacja, czyli przedłużenie wykresu poza znany obszar. Ekstrapolacja może być dobra i może być zła. Są jednak wypadki, kiedy znane nam są

pewne warunki określające z pewnem przybliżeniem dalszy wykres naszej funkcji; wówczas zgóry możemy określić stopień prawdopodobieństwa naszej ekstrapolacji. Taki właśnie wypadek zachodzi, kiedy zamierzamy wysnuwać wnioski na temat dalszego rozwoju techniki.

Obecnie niewątpliwie łatwiej jest prorokować, aniżeli sto lat temu. Wtedy ludzkość znajdowała się dopiero na samym początku nowej ery rozwoju kultury i cywilizacji, trudno więc było określić zasadniczy kierunek tego rozwoju. Dziś zaś zbieramy już doświadczenia ze stu lat przyśpieszonego tempa rozwoju techniki, znamy już kolejność przyczyn i skutków wielu zjawisk; wehikuł postępu pędzi naprzód nie przez mgły i teren nieznany, lecz po torze jasno oświetlonym reflektorami naszych przewidywań; świadomi jesteśmy ewentualnych następstw badań i doświadczeń naszych uczonych. I dlatego, być może, dziś łatwiej jest być prorokiem.

Prorokować — to jednak nie znaczy przewidywać każdy szczegółik dalszego rozwoju techniki, znaczy to zdawać sobie sprawę z całokształtu obrazu świata za lat kilkadziesiąt. Pod tym właśnie względem możemy już dziś z całą pewnością powiedzieć, że oblicze techniki prawdopodobnie jeszcze w dwudziestem stuleciu zmieni się zasadniczo. Maszyny przyszłości czerpać będą swą energję z innych, aniżeli dotychczas źródeł sił.

Technika współczesna korzysta prawie wyłącznie z węgla, jako z generalnego dostawcy energji. Pamiętać wszakże należy, że nasza ziemia jest skończona, a bogactwa kopalniane wprawdzie są wielkie,

jednak muszą się prędzej czy później wyczerpać. Obradujący w roku 1913 Międzynarodowy Kongres Geologów ustalił nawet dane dotyczące zapasów węgla kamiennego na ziemi. W sprawozdaniach z tego kongresu czytamy, że zapasy węgla nadające się do eksploatacji wystarczą jeszcze co najwyżej na półtora tysiąca lat, a w wielu krajach nawet zaledwie na kilkaset lat. Anglja już po dwustu latach pozbawiona będzie zapasów czarnego diamentu. Liczby te wykalkulowane zostały na podstawie założenia, że zapotrzebowanie węgla w następnych latach się nie powiększy. Tymczasem wiemy, że prawie z roku na rok wydobywamy coraz więcej węgla kamiennego z łona ziemi.

Już dziś musimy się więc poważnie zastanowić nad problemem udostępnienia technice innych, bardziej bogatych źródeł energji. Najlepiej brać pod uwagę praktycznie niewyczerpalne źródła sił. Na pierwszy plan wysuwają się siły wodne. Faktycznie siła wód spadających nie jest jeszcze obecnie całkowicie wykorzystana dla celów energetycznych. Mam przed sobą kilka zestawień statystycznych, oświetlających ten problem. Niestety statystyki nie zgadzają się ze sobą, wolę więc nie podawać ścisłych danych. W każdym bądź razie najskrupulatniej z sił wodnych korzystają technicy w Szwajcarji i Włoszech, gdzie prawie połowa energji służy przemysłowi. Polska znajduje się niestety niemal na szarym końcu, zaledwie kilka procent sił wodnych naszej ojczyzny oddaje swe usługi centralom energetycznym. Problem ten jest więc u nas szczególnie aktualny.

Niestety, „biały węgiel“ nie rozwiąże jeszcze zagadnienia zastąpienia energji węgla kamiennego innem źródłem sił, jest bowiem niewystarczającym magazynem energetycznym. Wprawdzie rzeki jeszcze przez wiele lat płynąć będą do jezior i mórz i niewątpliwie zaopatrywać będą duże obszary ziemi we wszelkiego rodzaju energję, jednak nie starczy sił na całą ziemię. Zakłady o sile wodnej będą miały wielkie znaczenie regjonalne, atoli nawet przy całkowitem wyzyskaniu sił wodnych w gospodarce energetycznej świata biały węgiel zajmie tylko podrzędną pozycję. W obecnej chwili siły wodne mogłyby wprawdzie zaspokoić głód energetyczny, statystyki jednak wykazują, że w ciągu dwudziestu lat zapotrzebowanie energji wzrosło w dwójnasób. W r. 1970 około miljard koni parowych pracować będzie według wszelkiego prawdopodobieństwa w centralach sił ludzkości, a około pół miljarda takich koni zaprzągniętych będzie w jarzmie motorów samochodowych i samolotowych. Siły wodne całej kuli ziemskiej szacują tymczasem fachowcy tylko na 450 miljonów HP.

Czem więc pokryjemy deficyt energji przyszłych dziesięcioleci?

Nad problemem tym pracuje już obecnie cała falanga świetnych inżynierów. Nie będziemy się zajmowali projektami, których realizacji technicznej przeciwstawiają się duże trudności, choćby nawet ze stanowiska teoretycznego uznać je należało za wykonalne. Często wysuwa się projekt wykorzystania energji fal morskich. Plan taki nie ma zupełnie widoków realizacji, tak samo jak i motory „deszczowe“

zaliczyć trzeba do dziedziny najczystszej utopji. Powód tego jest jasny: budowa takich maszyn się nie opłaca ze względu na stosunkowo małą wydajność energetyczną.

Znacznie większe widoki powodzenia mają projekty zmierzające do wykorzystania sił przypływu i odpływu morza. Praca wykonywana codziennie, a właściwie dwukrotnie na dzień, co 24 godziny, 50 min. i 28,3 sek. w ciągu jednej doby księżycowej przez pulsację mas oceanicznych jest olbrzymia. Różnica poziomu morza w czasie przypływu i odpływu jest zależna w głównej mierze od miejsca. Na otwartym oceanie, naprzykład u wybrzeży wysp oceanicznych, przypływy nie przenoszą kilku dziesiątków centymetrów, a rzadko dochodzą do metra. Na niektórych kontynentalnych wybrzeżach wielkich mórz, naprzykład na atlantyckiem wybrzeżu Patagonji, przedewszystkiem zaś w zatokach i kanałach (w kanale La Manche) przypływy i odpływy dosięgają ogromnych rozmiarów. W zatoce Fundy w Ameryce średnia amplituda waha się pomiędzy 12,5 do 14,6 metrów, zaś w Anglji przy ujściu rzeki Chepston zanotowano różnicę wysokości poziomu przypływu i odpływu równą 16,2 metrom! W ciągu sześciu godzin więc ogromne masy wody zostają wzniesione do wysokości kilku, a często kilkunastu metrów.

Projektów wykorzystania ruchów przypływowych i odpływowych morza było już bardzo dużo. Jednak w stosunkowo małej ilości wypadków projekty te zostały zrealizowane. Już od niepamiętnych czasów istnieją na wybrzeżu zatoki Biskajskiej pewnego ro-

dzaju młyny, pracujące pod wpływem siły przypływów i odpływów, jednak tak nieekonomicznie, że dopiero kilka lat temu Francuzi zdecydowali się na budowę wielkiej prądnicy próbnej przy ujściu rzeczki Diouris pod l'Aberwrach w Bretanji. Niezwykła centrala energetyczna pracuje z mocą 2500 koni parowych, średnio blisko 20 godzin dziennie. W odległości sześciu kilometrów od centrali przypływowej znajduje się elekrownia pomocnicza, pracująca przez resztę dnia, t. zn. cztery godziny dziennie, w czasie których z powodu braku prądu przypływowego główna centrala nie działa. Z uzyskanego w ten sposób prądu elektrycznego korzystają gmachy państwowe w Brest.

W Anglji został opracowany — lecz dotychczas nie zrealizowany — analogiczny projekt, zakrojony na nieco większą skalę. Na końcu kanału Brystolskiego, niedaleko od ujścia rzeczki Severn, powstać ma olbrzymi zakład energetyczny, pracujący z mocą 500 000 koni parowych. Należałoby w tym celu zbudować wał spiętrzający wodę długości czterech kilometrów. Niestety, koszty budowy całego zakładu wynosiłyby około miljarda złotych! Prawdopodobnie nie tak prędko Anglicy zdecydują się na tak wielki — nawet na stosunki angielskie — wydatek.

Najkorzystniej jednak przedstawiają się warunki zrealizowania niezwykłej centrali energetycznej w Argentynie, mianowicie przy zatoce San José, będącej częścią ogromnego basenu oceanu Atlantyckiego. W czasie ostatniej Międzynarodowej Konferencji Energetycznej w Berlinie (16—25 czerwca 1930 r.) zreferował inżynier argentyński M. E. Piaggie niezwykły ten projekt.

Zatoka San José obejmuje teren o powierzchni 780 kilometrów kwadratowych. Jest to obszar przeszło sześć razy większy od obszaru miasta Warszawy. Z morzem wszakże zatoka ta łączy się tylko na odcinku długości 7 kilometrów. Okoliczność ta ułatwia właśnie zupełne odcięcie zatoki od oceanu, zapomocą grobli takiej właśnie długości, a której wysokość tylko w miejscach najgłębszych dosięgnie 54 metrów. W grobli tej umieszczonoby 376 turbin, połączonych z dynamomaszynami, które byłyby wprawiane w ruch masami wody, wtłaczającemi się w czasie przypływu do zatoki, a wylewającemi się z zatoki w czasie odpływu. Ponieważ różnica poziomu morza w czasie przypływu i odpływu wynosi w zatoce 4—8 metrów, łatwo stąd obliczyć, że codziennie 4 razy przelewają się przez ów próg oceaniczny 2—6 miljardów metrów kubicznych wody. Energja wyswobadzająca się przy tem codziennie wynosi 70—250 miljonów kilowattgodzin.

Niestety technika współczesna nie umiałaby nawet w najlepszym wypadku wykorzystać całego tego ogromu energji. Nawet gdyby zbudowano jak najprecyzyjniej ową tamę siedmiokilometrowej długości, byłoby rzeczą niemożliwą wykorzystać technicznie całą masę wody przypływowej. Powód tkwi w tej okoliczności, że największa różnica poziomów, jak już wiemy 8 metrów, jest jeszcze stosunkowo mała, a zresztą istnieje tylko przez kilkanaście minut. Średnią różnicę poziomów będzie można określić na zaledwie dwa metry.

Według obliczeń inżynierów argentyńskich można się liczyć tylko z 15 miljonami kilowattgodzin energji

na dzień. Gdyby z tych 15 miljonów tylko 10 miljonów codziennie zużywano, cena jednej kilowattgodziny wynosiłaby zaledwie 3 grosze. Jeśli uwzględnimy, że w Warszawie płaci się przeszło 54 groszy za kilowatt-godzinę energji elektrycznej, to zrozumiemy, że Argentyńczycy rozporządzaliby bajecznie tanim prądem elektrycznym.

Świat techniczny śledzi z niezwykłem zainteresowaniem dalszy rozwój problemu zatoki San José. Gdy wreszcie zbudowana zostanie niezwykła elektrownia, będziemy mogli szczycić się podbojem nowej siły przyrody.

Nie zapomnieli też nasi pionierzy postępu technicznego o możliwości wykorzystania zapasów cieplnych naszej ziemi, praktycznie prawie że niewyczerpalnych. Faktycznie już obecnie istnieją okolice, w których wykorzystujemy wewnętrzne ciepło ziemi.

Islandja, wyspa zajęta w większej części lodowcami, pusta, bez cienia drzew, jest dostępna ludzkiemu bytowaniu tylko dzięki swej wulkanicznej naturze. Liczne gejzery dostarczające gorącej, słonej wody ogrzewają ubogi ląd. Częściowo powierzchnia jest tak gorąca, że zagłębiwszy w niej garnek, możemy zagotować rozmaite potrawy.

Nie jedyny to zresztą kraj, w którym ziemia dostarcza nam energji w postaci ciepła jej wnętrza.

We Włoszech, w Toskanji, są miejscowości z wygasłemi wulkanami, gdzie z otworów ziemnych, wywierconych do głębokości 130 metrów, wydobywa się para o ciśnieniu dwóch atmosfer. Według „Przeglądu Elektrotechnicznego“, jeden otwór daje około 20 000

kilogramów pary na godzinę. Już od roku 1914 pracują tu trzy turbogeneratory, a kilka lat temu zbudowano elektrownię na 12 000 kilowattów. W 1931 roku elektrownia wulkaniczna w Larderello wzbogacona została nowem źródłem podziemnej pary. Dnia 26 marca napotkano na głębokości 360 metrów na źródło wulkaniczne, dostarczające co godzina 260 000 kilogramów pary o temperaturze 160 st. C. Nowy strumień pary może pracować z dzielnością 15 000 kilowatów.

Pięć miast toskańskich korzysta z usług boga Hefajsta: Volterra, Siena, Livorno, Cecina i Florencja. Któżby przypuszczał, że zaprzęgniemy kiedyś kulawego boga wulkanów do dyszla naszych tramwajów!

Toskańskie maszyny wulkaniczne zachęciły inżynierów innych krajów wulkanicznych do podjęcia prób analogicznych. Próby uruchomiania silników parą wulkaniczną czynione są obecnie w Kalifornji i w Indjach Holenderskich.

Niestety — a właściwie, na szczęście — wulkany nie wszędzie są na ziemi. Pamiętać jednak należy, że przy dostatecznem zagłębieniu się w skorupę ziemi wszędzie dotrzeć możemy do warstw o bardzo wysokiej temperaturze. Na podstawie tego faktu opracował już w drugiej połowie zeszłego stulecia wynalazca turbiny parowej, angielski uczony sir Charles Parsons, projekt wykorzystania ciepła wnętrza ziemi. Sir Parsons proponował budowę szybów głębokości do dwudziestu kilometrów. Niektórzy fachowcy sądzą, że projekt Parsonsa nigdy nie będzie wykonalny, a ponieważ w dodatku projekt jest bardzo kosztowny, poprzestaję na niniejszej wzmiance.

Nie odmawiając znaczenia wszystkim wymienionym wyżej projektom, sądzę jednak, że ani ciepło wnętrza ziemi, ani siła przypływów i odpływów morskich nie staną się nigdy tak generalnymi dostawcami energji, jakim jest obecnie węgiel kamienny. Dotąd nie wspomniałem o możliwości wykorzystania energji promieni słonecznych. Słońce obdarza nas energją promienistą w nadmiarze, energja ta jest wszędzie dla nas dostępna, a trudności przeciwstawiające się jej eksploatacji niewątpliwie dadzą się pokonać.

Przyszłość techniki należy do maszyn słonecznych!

Czy zastanawiałeś się kiedy, młody Czytelniku, nad tem, jaka to moc sprawia, że wiatry z huraganową siłą niszczą dzieła naszych rąk, że straszne orkany rzucają okręty nasze na mielizny i zdradzieckie rafy, że deszcz spływa strumieniami z podniebnych regjonów, zasilając życiodajną wilgocią świat roślinny, obdarowując nas bogatemi zbiorami, że olbrzymie masy węgla czekają jeszcze na to, by zużyto je w piecach hutniczych, lub by nasycono niemi molochy naszych maszyn?

Poza wszystkiemi temi objawami planetarnego życia naszego globu kryje się słońce jako główny ich motor, słońce, wszechpotężny ośrodek sił i energji.

Cieplne promienie naszej gwiazdy dziennej, ogrzewając nierównomiernie ziemię, powodują w oceanie powietrznym, otaczającym jak płaszcz nasz glob, prądy i wiry atmosferyczne, które szalejąc niszczą nasz dobytek, wiejąc natomiast łagodnie, sprowadzają upragnione opady atmosferyczne i przyczyniają się do na-

szego dobrobytu i bogactwa. Promienie słońca powodują parowanie olbrzymich mas wodnych, wznoszą je do wysokości kilkuset metrów, są siłą pędną w wielkiej maszynie cyrkulacji wód.

Największą pracę wykonuje słońce w okolicach równikowych. Według obliczeń Maury'ego słońce działa tu tak, jak olbrzymia maszyna, która rok rocznie wypompowuje morze długości 40 000, szerokości 5500 kilometrów, a głębokości 3 metrów i unosi te masy wodne do wysokości chmur!

Wobec ogromnych ilości energji słonecznej, zalewającej ziemię, rola ciepła wnętrza jest znikoma.

A jednak, jakkolwiek promienie słońca mamy do dyspozycji w takiej obfitości, w małej tylko części z nich korzystamy. Technika przyszłości zwróci większą uwagę na wykorzystanie energetycznych zapasów naszej gwiazdy dziennej i wtedy też nie trzeba będzie obawiać się wyczerpania zapasów węgla.

Już dziś w krajach tropikalnych zaczynają inżynierowie stosować maszyny słoneczne. Zapomocą ogromnych, wklęsłych zwierciadeł promienie słoneczne zostają skupione na rurach, w których znajduje się woda. Ogrzana ciepłem słonecznem woda paruje, a para zostaje zużyta do popędu małych motorów lub w inny sposób pracuje podobnie, jak przy maszynie parowej. Wyniki mają być tak znakomite, że małe nawet maszyny słoneczne potrafią zaopatrywać w światło elektryczne samotnie stojące fermy.

W naszej strefie umiarkowanej tak bezpośrednie wykorzystania ciepła słońca nastręczałoby pewne trudności, jakkolwiek już od czasów odrodzenia próbowano zapomocą zwierciadeł skupiać większe ilości

energji cieplnej słońca. Już w starożytności zresztą opowiadano, że matematyk i fizyk Archimedes podpalił całą flotę Rzymian, oblęgających Syrakuzy, skupiając zapomocą olbrzymiego zwierciadła promienie słoneczne na drewnianych kadłubach okrętów.

Dopiero z końcem XVII stulecia zabrano się do nowych prób celowego wykorzystania promieni słonecznych. Diderot i d'Alembert zestawili w swej encyklopedji szereg faktów znanych z historji. Septala, kanonik medjolański, skonstruował lustro wklęsłe, które z odległości siedmiu metrów zapalało drzewo. Jeszcze większych cudów dokonano zapomocą zwierciadła zbudowanego przez innego konstruktora, Tschirnhausena. Zwierciadło to podpalało zielone, świeże drzewa niemal momentalnie, tak żywiołowo, że ognia nie można było ugasić prądem powietrznym. Wodę można było doprowadzić do stanu wrzenia i ugotować w niej jajko. Kawałki ołowiu trzycalowej grubości topiły się, gdy na nie skierowano zwierciadło Tschirnhausena. Nawet żelazo rozpalało się, a cegła żarzyła się czerwono.

W roku 1694 we Florencji na posiedzeniu Akademji Nauk spalono na popiół diament zapomocą zwierciadła Tschirnhausena.

Jest rzeczą możliwą, że nie wszystko, o czem informują nas Diderot i d'Alembert, jest zgodne z prawdą, w każdym bądź razie podobne efekty zapomocą zwierciadeł wklęsłych o dużych rozmiarach można osiągnąć. Lustro Tschirnhausena mierzyło w średnicy 169 centymetrów. Nieco mniejsze zwierciadło skonstruował mechanik francuski z Lyon, Villette, a w roku 1757 sporządził Bernier szklane zwierciadło śred-

nicy 116 centymetrów, zapomocą którego srebro i żelazo można było doprowadzić w ciągu kilku minut do topnienia.

Wszystkie te doświadczenia były raczej zabawkami fizyków, nie traktowano ich poważnie i nie przypuszczano, że zdobywaną w ten sposób energję promienistą słońca można wykorzystać przy wykonywaniu rzetelnej, pożytecznej pracy. Dopiero w naszem stuleciu technicy ponownie zabrali się do realizacji maszyn słonecznych. Już dziś pracuje w Kairze motor słoneczny z dzielnością 50 koni parowych, przyczem tylko 4% energji promienistej słońca zostaje wykorzystane. Z taką samą wątpliwą ekonomją pracuje w Pasadenie tak zwany motor Eneasz. Gdyby koszta utrzymania, oraz budowy takich motorów nie były znaczne, należałoby nawet owe 4% wykorzystanej energji promienistej uznać za sukces techniki, choć powinniśmy oczywiście starać się bardziej gruntownie korzystać z darów słońca.

Ostatnio znany rakietowiec amerykański, profesor doktór Goddard, skonstruował model słonecznego motoru, który zdaniem jego umożliwi wykorzystanie 50% (?), czyli połowy energji promieni słonecznych. I tu również promienie zostają skupione zapomocą olbrzymiego zwierciadła i skierowane na kwarcowy kocioł. Okazało się bowiem, że kwarc jest zupełnie przezroczysty dla promieni cieplnych, to znaczy, że promienie te przechodzą przez płyty kwarcowe z niezmierną łatwością nie ulegając pochłanianiu oraz rozpraszaniu. Do wnętrza tego kotła kwarcowego dostaje się ciągły prąd wody, który pod wpływem ciepła promieni słonecznych zamienia się w parę. Zwykła

woda niestety nie posiada własności intensywnego pochłaniania ciepła, wobec tego należało ją zapylać rtęcią. Wytwarzającą się parę o wysokiem ciśnieniu odprowadza się wprost do turbiny parowej. Parowa turbina połączona jest z generatorem elektrycznym, którego prąd zużyty zostaje do ładowania akumulatorów. Akumulatory wreszcie mogą zaopatrywać w energję elektryczną najrozmaitsze maszyny.

Nie będziemy wdawali się w bliższe szczegóły techniczne maszyny słonecznej Goddard'a. Wymieńmy tylko kilka przykładów użyteczności słonecznego motoru. W naszych szerokościach geograficznych wystarczyłoby zwierciadło o promieniu kilku metrów, aby przez cały rok dniem i nocą, oczywiście zapomocą energji zmagazynowanej w akumulatorach, zaopatrywać nas w energję kilku koni parowych, to znaczy, aby oświetlać nasze mieszkanie kilkudziesięcioma lampkami elektrycznemi o natężeniu, powiedzmy, stu świec normalnych każda. Nie znaczy to oczywiście, byśmy tylko do oświetlania używali energji promienistej słońca; zamiast cieszyć się blaskiem kilkudziesięciu lamp możemy użytkować energję naszej gwiazdy dziennej do ogrzewania naszych domów lub popędu maszyn. Zwierciadło wklęsłe o średnicy 6 metrów dałoby się z łatwością ustawić wraz z całem urządzeniem na dachu średniej wielkości domu i mogłoby być źródłem wszelkiego rodzaju energji zużytkowanej przez mieszkańców. W strefach ciepłych korzyści z maszyn słonecznych byłyby oczywiście jeszcze znacznie większe.

Ogólne zastosowanie motorów słonecznych spowodowałoby więc, jak widzimy, szalony przewrót w na-

szych stosunkach techniczno-społecznych. Nie wykluczone jest również, że motor słoneczny w formie udoskonalonej dałby się zastosować do popędu aparatów lotniczych, sterowców oraz olbrzymich samolotów.

Jeżeli uda nam się poza tem zdobyć przestrzenie wszechświata i poszybować na obce światy, wtedy dla motoru słonecznego otworzą się nowe pola zastosowania. W pustej przestrzeni wszechświata motor słoneczny pracowałby ze znacznie większą ekonomją. Takie właśnie projekty opracowane zostały przez inżyniera niemieckiego Noordunga oraz laureata francuskiej nagrody astronautycznej, prof. Obertha. Projekty te jednak uważać należy chwilowo za marzenia przyszłości, o których realizacji obecnie niema mowy. Powróćmy więc do naszego zagadnienia bezpośredniego stosowania energji słonecznej do popędu naszych maszyn.

Wszystkie maszyny jakiegokolwiek typu czy rodzaju ostatecznie pracują na zasadzie różnicy poziomów. Weźmy naprzykład prymitywny młyn wodny, który miele nasze zboże. Koło jego jest pędzone zapomocą energji spadającej wody, czyli porusza się wskutek różnicy poziomów. Maszyny elektryczne wprawia w ruch prąd elektronów, który powstaje wtedy, gdy poziom napięcia elektrycznego dwóch biegunów jest rozmaity. Maszyny innego rodzaju pracują na zasadzie różnic temperatury lub ciśnienia. Wszędzie zaś wykorzystujemy jakikolwiek prąd powstający przy wyrównywaniu poziomów.

Oddawna już wiemy, że temperatura wody morskiej ulega zmianom pod wpływem promieniowania

słońca tylko na jej powierzchni. Gdybyśmy zagłębili się kilkaset metrów poniżej poziomu morza, termometr nasz wskazywałby stale tę samą temperaturę niezależnie od pory roku lub dnia, mianowicie około 0°. Na większych głębokościach nastąpiłaby więc równowaga pomiędzy stałą utratą ciepła przez promieniowanie w przestrzeń, a nabywaniem ciepła przez promieniowanie cieplne słońca. Ów spadek temperatury wody przy zniżaniu się w głąb mórz równikowych najlepiej nam może zilustruje prąd ciepła słonecznego, wnikający z górnych warstw do głębin. Największe oczywiście różnice temperatur górnych i niższych warstw wody zanotowano w oceanach w regjonach tropikalnych, gdzie woda na powierzchni ogrzewa się często powyżej +25° C, a w głębi niewiele jest cieplejsza od lodu.

Dwaj uczeni francuscy, P. Boucherot i G. Claude, zamierzają wykorzystać właśnie te niewyzyskane dotąd, potężne źródła energji. Oczywiście im większa będzie różnica temperatur, tem bardziej i lepiej da się ona wykorzystać energetycznie.

Przy próbach laboratoryjnych Boucherot i Claude operowali różnicą temperatur wynoszącą zaledwie 20° C, a jednak turbina skonstruowana przez nich dała znakomite wyniki. W roku 1928 uczeni ci przeprowadzili doświadczenia na większą skalę w belgijskiej hucie Ougrée-Marihaye nad Mozą. Użyto wody z Mozy do oziębiania chłodnic, do zasilania zaś kotłów służyła woda utrzymywana stale w temperaturze wyższej o 20° C, niż woda z Mozy. Minimalna ta różnica temperatur wystarczyła w zupełności do poruszania turbiny, dającej przy 5000 obrotach na mi-

nutę 50 kilowatów dzielności. Turbina poruszała się nawet przy różnicy temperatury 4° C, gdy wypompowano powietrze z kotła zawierającego ciepłą wodę.

Cała ta aparatura nie byłaby oczywiście mimo tego nic warta, gdyby na usunięcie powietrza oraz pompowanie wody zużyto tyle energji, ile turbina wytwarza. Doświadczenia wykazały, że turbina dała trzy razy tyle energji uzyskanej z różnicy temperatur, ile wynosiła energja zużyta do jej popędu.

Jeśli chodzi o zastosowanie maszyn Boucherota i Claude'a do oceanów, to napotykamy tu na trudność wydobywania wody ze znacznej głębokości. Atoli mimo poważnych trudności technicznych wybrał się Claude i jego współpracownik Idrac już w roku 1929 na Kubę, aby wypróbować tam, jak funkcjonuje cała aparatura. Inżynierowie francuscy wybrali sobie wyspę Kubę dlatego, że na północnym jej wybrzeżu, o sto kilometrów na wschód od miasta Hawana, dno morskie obniża się bardzo raptownie, tak że w odległości półtora kilometra od brzegu głębokość wody wynosi już 600 metrów. Dopiero dnia 3 października 1930 roku próby doprowadzone zostały do końca. Dnia tego zapalił prof. Claude kilka stuwattowych lamp elektrycznych zapomocą energji otrzymanej z różnicy temperatury wody morskiej na powierzchni oraz na dnie oceanu. Prace Claude'a pochłonęły dotychczas kilkaset tysięcy dolarów, czyli kapitał, który żadną miarą nie zamortyzuje się światłem owych lamp palących się bez przerwy i zasilanych wyłącznie „darmowym" prądem, który francuski uczony wydobywa z różnicy temperatury wód oceanicznych. Nie mam wprawdzie pod ręką dokład-

nych danych, należy jednak przypuszczać, że maszyna Claude'a wykorzystuje znikomą tylko część energji promieni cieplnych słońca, zużytych do wprawienia w ruch maszyny.

Sukces Claude'a należy więc dziś jeszcze uważać za sukces teoretyczny i niewiadomo, czy uda się nam kiedyś na tej drodze wykorzystać dla naszych celów wydajnie energję promienistą słońca. Wspomnijmy jeszcze, że podobny do projektu Claude'a jest pomysł wynalazcy niemieckiego Artura Richtera.

Należy tu jeszcze omówić inny motor słoneczny, nadający się do zastosowania w krajach pustynnych, tropikalnych. Obserwowano, że na rozległych obszarach pustynnych naszego globu niemal ustawicznie rozgrzane od powierzchni ziemi powietrze dmie w kierunku pionowym i wytwarza wiatry wstępujące, których siła zupełnie dotąd nie była wykorzystywana. Jak kolosalne zaś zapasy energji przedstawia stale ruchliwy ocean powietrzny, o tem przekonywujemy się w czasie huraganów i przeróżnych kataklizmów powietrznych, kiedy to olbrzymie siły wyładowują się w dziele niszczenia i dewastacji tworów i istnień ludzkich.

Te właśnie siły zamierza przynajmniej w części wykorzystać dla celów technicznych Francuz Dubos. Niezwykle oryginalny jego projekt przewiduje budowę pewnego rodzaju motoru słonecznego dla obszarów pustynnych. W tym celu zamierza Dubos pokryć większe połacie pustynnych okolic, znajdujące się wpobliżu większego pagórka, dachem szklanym. Ogrzane pod szkłem tych olbrzymich „inspektów" powietrze dostaje się do szerokiej rury, zmontowa-

nej wzdłuż zbocza góry. W ten sposób znaczne masy ogrzanego powietrza zostaną skoncentrowane w rurze, pędząc przez nią ze znaczną siłą.

Na szczycie pagórka wicher ciepłego powietrza, wydobywającego się z końca rury, posiada już siłę huraganową, a poza tem zogniskowany na małym obszarze przekroju rury z łatwością może być wykorzystany technicznie, naprzykład jako siła popędowa szczególnej konstrukcji turbin, połączonych z generatorami elektrycznemi.

Mały model inżyniera Dubosa działa bardzo dobrze i zachęca swego twórcę do propagowania tej idei celem zastosowania jej na większą skalę. Sfery inżynierów francuskich rozważają już obecnie projekt budowy poprzez Saharę kolei elektrycznej, która byłaby zasilana prądem, uzyskanym zapomocą motorów inżyniera Dubosa.

Jeszcze bardziej oryginalny, wprost fantastyczny, jest projekt inżyniera monachijskiego Sörgla, przekształcenia całego morza Śródziemnego w pewnego rodzaju maszynę słoneczną. Przypuszczalnie projekt ten nigdy nie zostanie zrealizowany. Warto jednak na tem miejscu go omówić. Posłuży nam jako dowód, że najbardziej światoburcze plany wysuwają dziś inżynierowie, którzy przyzwyczajeni są operować suchemi liczbami i z zasady uznają tylko ścisłe rozumowania matematyczne. Posłuchajmy jednak, na czem opiera inżynier Sörgel swe rozważania.

Jak wykazały pomiary, z oceanu Atlantyckiego do morza Śródziemnego spływa rok rocznie 2762 kilometrów sześciennych wody, z morza Czarnego 152, rzeki dostarczają 2230 kilometrów sześciennych wody.

Te ogromne masy wodne, stale dopływające, utrzymują poziom morza Śródziemnego na tej samej wysokości, gdyż pokrywają ubytek wód, spowodowany wyparowaniem. Gdyby więc odcięto morze Śródziemne groblami od Atlantyku, morza Czarnego i innych dopływów, poziom jego wskutek parowania obniżyłby się, w następstwie czego możnaby przy Gibraltarze i Dardanelach wpuszczać do basenu morskiego dokładnie takie masy wody, któreby zrównoważyły obniżenie poziomu. Energję wody spadającej, przepływającej specjalnemi kanałami z Atlantyku, względnie morza Czarnego do morza Śródziemnego, wykorzystanoby właśnie do pędzenia generatorów elektrycznych, zasilających energją większość Europy oraz część Afryki i Azji. Projekt Sörgla przewiduje poza tem jeszcze doprowadzenie części wód morza Śródziemnego do północnej części Sahary, by zdobyć dla kultury rolnej dalekie obszary Afryki, zajęte dotąd przez morze pustynnych piasków.

Łatwo można sobie wyobrazić szalone trudności techniczne, które należałoby pokonać przy realizacji tego projektu, i niemniejsze trudności natury polityczno-gospodarczej. Wskutek obniżenia się poziomu morza Śródziemnego wyłoniłyby się nowe obszary z pod powierzchni morskiej. Szerokie pasmo lądowe połączyłoby naprzykład Europę z Afryką poprzez Sycylję, a nowe tereny mogłyby wyżywić wiele miljonów ludzi. Okoliczność ta posiada i niekorzystną stronę: wszystkie porty śródziemnomorskie utraciłyby bowiem swe znaczenie, względnie musiałyby ponieść olbrzymie koszta, aby mimo obniżenia się poziomu morza zachować swój portowy charakter.

Wspomniane wyżej pomysły przeznaczone są jedynie dla okolic ciepłych; aby jednak i Eskimosi nie mieli pretensyj do naszych inżynierów, zajął się Francuz Barjot zagadnieniem dostarczania źródeł energji dla okolic podbiegunowych.

Barjot w projekcie swoim opiera się na okoliczności, że lód, mimo iż sam jest chłodny, jest złym przewodnikiem ciepła, czyli chroni jako tako wodę pod nim się znajdującą przed zbytnią utratą ciepła. Wtedy więc, gdy temperatura powietrza w krainach biegunowych wynosi —40° C lub mniej jeszcze, można doskonale wykorzystać różnicę temperatury wody, znajdującej się pod grubą warstwą lodu, oraz temperatury atmosferycznej. Oczywiście nie można w tym wypadku używać wody, jako ciała, którego przejście ze stanu płynnego do gazowego wykorzystujemy dla celów energetycznych. Należy więc obrać takie ciało, które paruje już przy temperaturze znacznie mniejszej od zera. Do tych ostatnich należy propan, jeden z węglowodanów, wrzący już przy —37° C.

Kocioł napełniony propanem możnaby więc umieścić pod lodem w wodzie o temperaturze 0° C. Propan zamieniłby się natychmiast w parę i zostałby następnie doprowadzony rurami do powierzchni lodu. Tu, przy temperaturze —40° zamieniłby się w płyn i zostałby zpowrotem doprowadzony do wspomnianego wyżej kotła. Jak więc widzimy, Barjot otrzymuje, podobnie jak Boucherot i Claude, stały prąd pary propanu, dający się zużyć do pędzenia generatorów elektrycznych lub wykonywania innej jakiejś pracy. Jeśli temperatura powietrza jest wyż-

sza, powiedzmy, wynosi —20° C, zamiast propanu zużytoby butan, wrzący przy temperaturze —17° C.

Pozostaje nam do omówienia jeszcze jeden projekt wykorzystania energji promieni słonecznych, który, kto wie, czy nie okaże się ze stanowiska technicznego najkorzystniejszym, mianowicie projekt zastosowania do tego celu komórki światłoczułej.

O fotoceli pisaliśmy już na innem miejscu. Prądy wyzwalające się z fotoceli zwykłej konstrukcji są tak słabe, że zostają dotąd tylko wykorzystywane do włączania innego silniejszego prądu. Niedawno atoli udało się dr. Langemu skonstruować nową fotocelę o kształcie zupełnie odmiennym, aniżeli dotychczasowe komórki światłoczułe. W porównaniu z dawnemi fotocelami fotocela Langego daje znacznie więcej prądu elektrycznego. Nowa komórka światłoczuła roztacza przed wzrokiem techników zupełnie nowe widnokręgi. Miast skupiania promieni słonecznych zapomocą potężnych zwierciadeł będzie można energję słońca „krystalizować“ bezpośrednio zapomocą fotoceli. Chwilowo jesteśmy coprawda jeszcze bardzo dalecy od tego ideału. Możemy się jednak spodziewać dalszego udoskonalenia fotoceli Langego, a wtedy znaleźlibyśmy się w obliczu prawdziwego przewrotu w naszej gospodarce energetycznej. Nie trzeba będzie już mozolnie wydobywać czarnego diamentu z twardych skał ziemskiej skorupy, gdyż ciepło, światło i wszelkiego rodzaju energję bezpośrednio będziemy czerpać z promieni słońca zapomocą motoru, którego głównemi składnikami będą przedziwne fotocele.

Nietrudno sobie wyobrazić, jak wielkie zmiany

oblicza stosunków ludzkich spowodowałoby ogólne stosowanie maszyn słonecznych w postaci udoskonalonych fotocel względnie zwierciadeł goddardowskich. Proces decentralizacji gospodarki energetycznej, będący następstwem rozwoju elektrotechniki, doprowadzony zostanie do końca. Każdy dom posiadać będzie na swoim dachu własną elektrownię, gdyż umieszczone tam maszyny słoneczne dostarczać będą prądu elektrycznego, potrzebnego w gospodarstwie domowem.

Nadmiar sił przyrody, które będą stały do dyspozycji każdego obywatela ziemi, umożliwi wszystkim bez wyjątku ludziom korzystanie z wszelkich przyjemności i udogodnień, a trud ludzkiej pracy zmniejszy do minimum.

Nasi prawnukowie ze zdziwieniem dowiadywać się będą, w jak strasznych i urągających wszelkim ludzkim pojęciom stosunkach żyli ich pradziadowie. Poprzez tysiące lat żyli ludzie w nędzy, obarczeni niewolniczą pracą. Przed nami otwierają swe perspektywy setki tysięcy lat historji człowieka wolnego i kulturalnego, zamiast którego pracować będą metalowi niewolnicy — maszyny!

Spis rycin

Str.

Iskierki elektryczne wydobywane z potartego bursztynu . . 31

Wytwarzanie sztucznych piorunów zapomocą prądów o napięciu 1 miljona woltów 31

Maszyna do pisania Duńczyka Malling-Hansena — jeden z najstarszych typów 43

Polska maszyna do pisania „EFKA“ — typ najnowszy (Klisza Państwowych Wytwórni Uzbrojenia w Warszawie) . . . 44

Najnowszy typ polskiej lokomotywy z fabryki Cegielskiego w Poznaniu 60

Fabryka lokomotyw Cegielskiego w Poznaniu 61

Wnętrze hali maszyn w elektrowni „Żur“ na Pomorzu („Pamiętnik Uroczystego Poświęcenia II Zakładu Wodnoelektrycznego w Żurze“, ryc. 22) 66

Mechanizmy do podnoszenia zasuw w elektrowni „Żur“ („Pamiętnik Uroczystego Poświęcenia II Zakładu Wodnoelektrycznego w Żurze“, ryc. 15) 67

Grobla wodna zakładów wodnoelektrycznych „Dnieproges“ (Fot. „Russ-Foto“ Moskwa) 68

Wyłączniki elektryczne „Dnieprogesu“ (Fot. „Russ-Foto“ Moskwa) 69

Pierwszy samochód z motorem spalinowym 96

Współczesny samochód 96

Jan Szczepanik 140

Gobelin wykonany zapomocą maszyny tkackiej systemu Jana Szczepanika 141

Stacja telewizyjna odbiorcza 163

Przesyłanie obrazów drogą radjową 167
Amerykański samolot wojenny 181
„Fruwająca kaczka“ — niemiecki samolot pasażerski 181
Samolot polski RWD6 182
Model pierwszej maszyny Arkwrighta 216
Snowalnia, oddział przygotowawczy dla tkalni (Zjedn. Zakłady Włókiennicze K. Scheiblera i L. Grohmana S. A. w Łodzi) 217

BIBLIOTEKA ZOŁNIERSKA
Korpusu Kadetów Nr 2
w Chełmnie

Spis rozdziałów

Str.

I. Życie maszyn 5
II. Dzieje maszyny w starożytności i średniowieczu 22
III. Maszyna parowa 45
IV. Maszyny elektrotechniczne 63
V. Narodziny samochodu 84
VI. Edison 100
VII. Maszyny, które mówią 115
VIII. Żywe obrazy 133
IX. Oko elektryczne i telewizja 148
X. Ponad szlaki orłów i sępów 168
XI. Człowiek a maszyna 209
XII. Technika naszych praprawnuków 228

BIBLJOTEKA ISKIER

dla młodzieży od lat 12 wzwyż.

1. **Dickens K.** Maleńka Dorrit 2,90
2. **Marcinowska J.** W upalnem sercu Wschodu 3,20
3. **Fabre J. H.** Szkodniki . . . . . 3,—
4. **Fabre J. H.** Nasi sprzymierzeńcy . . . . 3,—
5. **Ostrowska B.** Bohaterski Miś . . . . . 2,—
6. **Czyżowski K.** Szalony lotnik 1,80
7. **Merwin B.** Dwunastka. Dwanaście nowel . . 2,20
8. **Scott W.** Kwintyn Durward 3,60
10. **Pisuliński A.** Szlakiem słonia afrykańskiego 3,20
11. **Dickens K.** Dawid Copperfield 3,20
12. **Scott W.** Talizman 2,20
13. **Sosnowski Z.** Życie w akwarjum 2,80
14. **Urbanowska Z.** Róża bez kolców. Cz. I . . 3,60
15. **Urbanowska Z.** Róża bez kolców. Cz. II . . 3,60
16. **Allorge H.** Walka światów 2,20
17. **Czyżowski K.** Jim Żeglarz 2,40
18. **Siemiradzki J.** O czem mówią kamienie . . 2,40
19. **Ossendowski F. A.** Pod polską banderą . . 3,80
20. **Burdecki F.** Podróże międzyplanetarne . . 1,40
21. **Verne J.** Wyprawa w głąb Afryki 3,20
22. **Dąbrowa J. M.** Telewizor Orkisza 3,20
23. **Ossendowski F. A.** Wańko z Lisowa . . . 4,40
24. **Verne J.** Tajemniczy gród w pustyni . . . 3,20
25. **Burdecki F.** Budowa wszechświata . . . . 2,—
26. **Szafer W.** Yellowstone, kraj gorących źródeł i niedźwiedzi 2,40
27. **Fournier E.** Cuda fizyki . . . . . 2,—
28. **Malec St.** Harce elektronów . . . . . 2,—
29. **Ossendowski F. A.** Zagończyk 2,60
30. **Bobrowska B.** Janek w legjonach . . . . 2,—
31. **Smolarski M.** Przygody polskich podróżników 2,40
32. **Burdecki F.** Tajemnice Marsa 2,60

33. **Meissner J.** Licznik z czerwoną strzałką. Nowele lotnicze 2,40
34. **Lepecki M. B.** Na Amazonce i we wschodniem Peru . . . . . 5,—
35 **Przybylski S.** Goniec królewski 2,20
36. **Łoś S.** Strażnica . . . . . 3,—
37. **Makarczyk J.** Przez morza i dżungle . . . 4,—
38. **Jarosławski M.** Między Eufratem a Tygrysem. T. I . . . . . 4,—
39. **Jarosławski M.** Między Eufratem a Tygrysem. T. II . . . . . 4,—
40. **Verne J.** Hector Servadac . . . . . 5,—
41. **Bennett J.** Skowronek . . . . . 4,—
42. **Ossendowski F. A.** Nie poddali się . . . . —
43. **Šmejkal J. V.** Sfora bieguna południowego . 5,—
44. **Podoski J.** Rycerze z K. O. P. . . . . 3,—
45. **Barszczewski S.** Tajemnica jeziora Bangweolo 4,20
46. **Burdecki F.** Życie maszyn . . . . . —
47. **Delmont J.** Przygody łowcy zwierząt egzotycznych 4,80
48. **Delmont J.** Mieszkańcy dżungli, kniei i stepu 4,—
49. **Konarski K.** Tajemnica zegara królewskiego 4,—

BIBLJOTEKA ISKIEREK

dla młodzieży do lat 12.

1. **Rogoszówna Z.** Dziecinny dwór 2,60
2. **Haberkantówna W.** Śmietnik . . . . . 1,—
3. **Ossendowski F. A.** Życie i przygody małpki 3,—
4. **Vamba (L. Bertelli).** Cesarz mrówek . . . 3,—
5. **Ossendowski F. A.** Mali zwycięzcy 2,60
6. **Górska H.** O księciu Gotfrydzie 2,60
7. **Bornsteinowa J. i Czaplińska A.** Przygody Tomka w krainie karłów afrykańskich . 3,—
8. **Ossendowski F. A.** Miljoner Y. 3,20

BIBLIOTEKA NAUKOWA
WAP
10137/1
1