

# PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH

pod naczelnym kierunkiem prof. M. POŻARYSKIEGO.

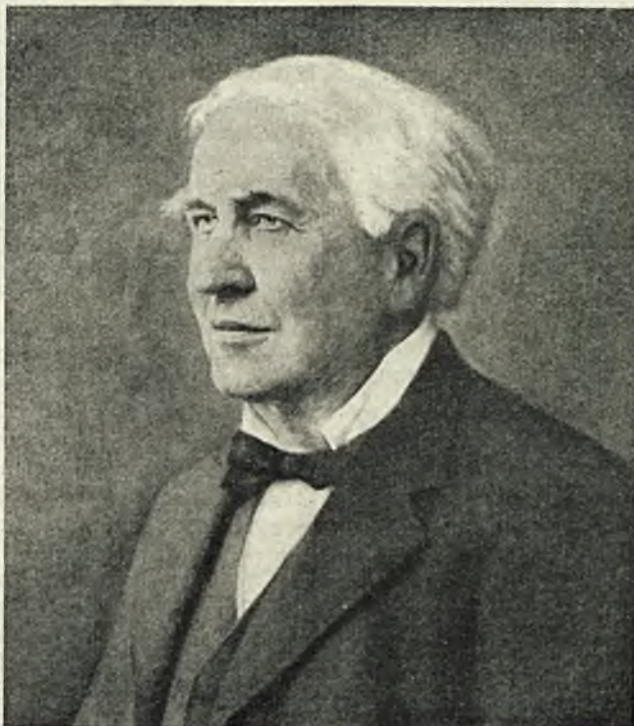
Rok XIII.

1 Grudnia 1931 r.

Zeszyt 23.

Redaktor inż. WACŁAW PAWŁOWSKI

Warszawa, Czackiego 5, tel. 690-23.



T. A. EDISON

*Zasługi T. A. Edisona są tak wielkopomne  
i tak dowiodła rolę odgrywał w rozwoju postawienia  
elektrotechniki, że Polska powinna przyjąć  
udział w ogólnym kołdzie, który cały świat  
składa temu geniuszowi myśli wywalaczej  
i wytrwałej pracy, gdyż on sprawił, że elektro-  
technika współczesna stała się na ciele  
 nauk technicznych.*

*Thosicki*

# TOMASZ ALVA EDISON.

Prof. Dr. inż. Stanisław Fryze.

Z nielicznej już garstki generałów starej gwardji, która na odcinkach technicznym, przemysłowym, handlowym i finansowym kształtowała obecną potęgę Stanów Zjednoczonych, ubył znów jeden, może najbardziej zasłużony i najwięcej bohaterki weteran — *Tomasz Alva Edison*.

Król wynalazców, Tytan pracy, Czarodziej z Menlo - Parku, znany i podziwiany był przez cały świat kulturalny. Otaczała go bowiem aureola światła milionów żarówek, które stworzył i zwiększała niezwykle urok jego postaci subtelna mgła kadzideł, jakie palili przed nim rodacy, fanatyczni czciciele takich ludzi, którzy jak Edison, własną pracą, energją i siłą woli zdołali dźwignąć się z szarego mrowia przeciętności i wzniesić się na szczyt powodzenia, olśniewając wszystkich swemi niezwykle czynami.

Tomasz Alva Edison urodził się 11 lutego 1847 r. w małej mieścinie Milan (Ohio) w Stanach Zjednoczonych A. P. Matka jego (Nancy Elliot) była Szkotką z pochodzenia, ojciec (Samuel) Holendrem, którego dziadkowie wyemigrowali do Ameryki w początkach XVIII wieku. Mały Al, jak go nazywała matka, której był wiernem odbiciem i ukochaniem, objawiał od najmłodszych lat ciekawość do wszystkiego, zamęczając zarówno domowników, jak i nowo poznanych ludzi ciągłemi pytaniami. Nawet odpowiedź ojca „ja nie wiem” nie potrafiła go wstrzymać od dalszego pytania, „dlaczego nie wiesz?”.

Od dziecka też ujawnił się w nim zmysł eksperymentatorski. Biografowie Edisona opowiadają, że kilkuletni Al próbował np. wysiadywać gęsie jaja, celem przekonania się „jak się ma ta rzecz z wykluwaniem piskląt”. Nie mniej jednak w szkole — co powinno zainteresować pedagogów — wydano opinię, że mały Edison jest zupełnie niezdolny do nauki. — Mimo silnej opozycji matki, która jedna zapewniała, że jej najukochańszy Al to dziecko niezwykle, uznano po trzech miesiącach prób, dalszy pobyt w szkole małego Edisona za bezcelowy. Zły stan interesów ojca, który zresztą w przeciwieństwie do matki miał Ala za dziecko ograniczone, sprawił, że przyszły Wielki Edison miał za jedyne go nauczyciela swą uwielbianą przez siebie rodzicielkę.

Ona nauczyła go pisać, czytać i rachować, jej zawdzięczał pierwsze wiadomości z geografji, historii i nauk przyrodniczych. — W 9-tym roku życia Al czyta już z zapałem takie dzieła jak Hume'a Historję Anglji, Sears'a Historję powszechną, Penny'a Encyklopedję, oraz popularne książki z zakresu nauk przyrodniczych. Lektura odbywała się przy współudziale matki, kobiety na szczęście inteligentnej i wykształconej (była nauczycielką z zawodu).

Małego Ala szczególnie interesowały wiadomości z chemji, oraz z dziedziny elektryczności i magnetyzmu. Za każdy grosz uzyskany skądkolwiek kupuje u miejscowego aptekarza różne ma-

terjały i w piwnicy, małego domku w Port - Huron, dokąd w międzyczasie przenieśli się jego rodzice, fabrykuje jakieś mikstury o podejrzanym wyglądzie i zapachu. Ta to właśnie żyłka eksperymentatorska i związane z nią coraz większe zapotrzebowanie pieniędzy, a nie jak niektórzy mylnie podają nędza rodziców, skłania małego Ala do szukania sobie jakichś źródeł dochodu. — Początkowo handluje jarzynami. Gdy jednak ten sposób zarabkowania nie przynosi spodziewanych dochodów, samodzielny i bardzo przedsiębiorczy chłopiec wyszukuje sobie w tajemnicy przed rodzicami nowe zatrudnienie i w 11-tym roku swego życia, mimo sprzeciwów ubóstwiającej go matki, zostaje sprzedawcą owoców i gazet w pociągach, kursujących na linii kolejowej między Port - Huron a Detroit (1858 r.). Mały eksperymentator nie poprzestaje oczywiście na handlu, lecz przynosi z piwnicy ojcowskiej swe flaszki i nacznia do małego przedziału wagonowego, który mu oddano na przechowanie towarów i tam urządza sobie jedyne w swym rodzaju laboratorium wędrownie. — Czysty dochód z handlu idzie teraz na zakupno drutów, ogniów elektr., chemikaljów i różnych przyrządów, z pomocą których Al eksperymentuje cierpliwie i wytrwale.

Rosnące zapotrzebowanie pieniędzy na laboratorium, które pochłania coraz większe sumy, stwarza nieraz zabawne sytuacje. Gdy np. pewnego razu Edison zbyt natarczywie ofiarowuje swój towar jakiemuś podróżnemu, a ten zniecierpliwiony wyrzuca całą zawartość jego kosza za okno wagonu, Al nie tylko oblicza słono należytość, lecz biegnie czempredzej po drugi transport, a gdy i ten znalazł się za oknem, zbiera wszystkie porzucone w wagonach gazety i te z kolei ofiarowuje oryginalnemu pasażerowi, rozpaczając w duchu, że zapas ciastek i owoców został wyczerpany. — Wśród ogólnego śmiechu w wagonie wyleciał oczywiście i ten transport za okno a za nim także i kosz Ala, nie mniej jednak dzień ten przyniósł Edisonowi pokaźną na owe czasy kwotę 25 dolarów, pierwszy kapitał zarobiony, dzięki oryginalnemu pomysłowi.

Niepokoje, poprzedzające Wojnę Secesyjną, jaka rozgorzała wnet między północnemi i południowemi Stanami w czasie od 1861 do 1865 roku, nastęrcza czternastoletniemu Edisonowi nowe zatrudnienie. Początkowo podaje ustnie informacje, dotyczące wypadków, o jakich zasłuszał w pociągu lub na stacjach kolejowych. Wnet jednak zapoznaje się z telegrafistami i, czerpiąc informacje już niejako u źródła, wpada na pomysł zużytkowania ich w formie gazety. Zakupuje tedy małą prasę ręczną, czcionki, farby i walce i w małym przedziale wagonowym, gdzie kosze z owocami i ciastkami walczą o miejsce z aparatami elektrycznymi, retortami i słojami, czternastoletni chłopiec urządza w r. 1861 redakcję, drukarnię i administrację dziennika, na którego tytułowej stronie widnieje napis: „The Weekly Herald published by A. Edi-

son". Gazetka wcale dobrze redagowana, zyskuje wnet 400 stałych abonentów, a redaktor nie tylko nie zaniedbuje handlu, lecz jeszcze znajduje czas na eksperymentowanie w swym laboratorium. — Co prawda postarał się już także o personel, angażując kilku pomocników.



Przedsiębiorstwo w tak oryginalny sposób zainicjowane prosperowało jednak niedługo. Pewnego dnia, w czasie doświadczeń wykonywanych w ciasnym laboratorium wagonowym, a do tego podczas ruchu pociągu, przewróciło się naczynie z fosforem, wzniecając pożar. Ediso-

nowi udało się wprawdzie stłumić ogień, wypadek ten jednak zniszczył cały jego dotychczasowy dorobek. Gdy bowiem pociąg w kilka minut później dojechał do stacji kolejowej Mt. Clemens, kierownik pociągu Stevenson wyrzucił niebezpiecznego eksperymentatora z pociągu wraz z całym jego laboratorium i drukarnią, przyczem pobił go tak dotkliwie po głowie, że Edison stracił częściowo słuch.

Zrujnowany i sponiewierany Al wrócił ze szczątkami swego laboratorium i drukarnią do domu rodzicielskiego, gdzie przełamawszy opór ojca, który słyszeć nie chciał o żadnym laboratorium w domu, urządza wnet centralę telegraficzną z połączeniami do kilku znajomych. Izolatory dla przewodów tej zaimprovizowanej instalacji stanowiły flaszki zatknięte na gałęzie drzew, nie mniej jednak przyszły długoletni telegrafista tu po raz pierwszy ćwiczy się w opanowaniu alfabetu Morse'a.

Nauka ta przvdaje mu się, gdy bowiem w roku 1862, a więc jako 15-letni chłopiec ratuje z narażeniem życia z pod kół lokomotywy synka zawiadowcy stacji J. M. Makenzie, otrzymuje za staraniem wdzięcznego ojca posadę pomocnika telegrafisty na stacji kolejowej w Port - Huron.

Służba Edisona, polegająca na awizowaniu ruchu pociągów, nie była ciężka, jakkolwiek wyznaczono mu godziny nocne. Jednakże 15-letni chłopiec, zużywający godziny dnia na prace w swym laboratorium domowym, nie był w stanie pokonać senności, ogarniającej go podczas nocnej służby telegraficznej. Kilka razy przyłapano go na tem, że śpi zamiast czuwać nad aparatem telegraficznym, i zagrożono wydalaniem. Dla kontroli miał Edison co pół godziny nadawać do sąsiedniej stacji literę A alfabetu Morse'a. Sygnał ten pojawiał się wprawdzie regularnie, także awizowanie pociągów nie pozostawiało nic do życzenia, nie mniej jednak kontrola osobista zastała Edisona pogrążonego w głębokim śnie. Okazało się, że pomysłowy telegrafista skonstruował sobie do wciśpny przyrząd z mechanizmem zegarowym, na-

dający samoczynnie co pół godziny literę A i alarmujący zaspanego telegrafistę głośnym dzwonkiem elektrycznym 5 minut przed każdym terminem, w którym należało awizować pociąg. Oczywiście takiego rozwiązania, funkcjonującego sprawnie jedynie przy regularnym ruchu pociągów, nie mogła tolerować żadna dyrekcja. Edison zostaje z miejsca wydany i odtąd przez lat 6 tuła się po różnych miejscowościach Stanów. Znajduje wprawdzie łatwo zajęcie jako biegły telegrafista, lecz traci je bądź to z własnej winy, bądź porzuca posadę gdy ta mu nie dogadza. W Sarnia, gdzie pełnił służbę telegrafisty kolejowego, omal nie spowodował katastrofy, tak się bowiem zagłębił w jakiś eksperyment, że zapomniał zupełnie o służbie. Tylko przytomności umysłu maszynisty, który spostrzegł, że wjechał na zajęty tor i na czas zdążył zahamować pociąg, zawdzięcza Edison, że swej namiętności eksperymentatorskiej nie przypłacił więzieniem. W Cincinnati, gdzie również pełnił służbę telegrafisty, o mało nie postradał życia, biegnąc w nocy z dużą paczką książek ze stacji telegraficznej do domu. Policjant biorąc Edisona za złoczyńcę, strzelił do niego z pistoletu, gdy młodzieniec źle słyszący, a przytem pogrążony w swych myślach, nie zatrzymał się na wezwanie. Podejrzany pakiet Edisona zawierał komplet dzieł Faradaya, studjowanych wówczas przez niego tak namiętnie, że prznosił je z domu do biura i z powrotem.

W roku 1868 21-letni Edison otrzymuje posadę telegrafisty w Bostonie i tam urządza sobie warsztat, z którego wychodzą modele *pierwszych jego wynalazków*. Tam też zyskuje w roku 1869 *pierwszy patent* na przyrząd do liczenia głosów w parlamencie. Edison dużo sobie obiecywał po tym wynalazku, spotkał go jednak zawód. Po próbach bowiem w Washingtonie uznano, że w parlamencie niema zapotrzebowania na aparat, który z taką ścisłością jak Edisonowski nie tylko liczy głosy oddane za i przeciw, lecz ponadto jeszcze notuje kto je oddał. Powiedziano mu: „Już przy obecnym systemie uchwała się za dużo złych ustaw, cóżby to było, gdyby zastosowanie nowego wynalazku umożliwiło szybszą pracę”.

Z Bostonu przeniósł się młody wynalazca w r. 1869 (a więc jako 22-letni młodzieniec) do New - Yorku z postanowieniem porzucenia zawodu telegrafisty i wyszukania sobie jakiegoś innego intratniejszego zajęcia, któreby mu umożliwiło równocześnie intensywniejsze kontynuowanie pracy wynalazczej. Szczęście tym razem uśmiechnęło się do niego, bo wkrótce po przybyciu do metropolii Stanów Zjednoczonych P. A. otrzymuje w Law Gold Indicator Co posadę inspektora urządzeń elektrycznych tego towarzystwa, służących do sygnalizowania kursów giełdowych. Bardzo wysoka na owe czasy płaca 300 \$ miesięcznie, jaką pobierał Edison za swe czynności, umożliwiła wynalazcy założenie warsztatu w New - Yorku. Nadzorując ciągle psujące się aparaty Law Gold Indicator Co, Edison obmyśla i buduje w swym warsztacie nowy ulepszony model indikatora kursów giełdowych i przedstawia go dyrekcji Towarzystwa. Wynalazek, uznany za doskonały, zostaje z miejsca zakupiony, a Edison, który wahał się, czy zażądać 5 000 \$, czy zadowolić się 3 000 \$,

otrzymuje oszałamiającą kwotę 40 000 \$. W jednej chwili marzenia wielu lat jego życia zostają spełnione, zdobywa nareszcie kapitał, który zadecyduje o całej jego dalszej karierze.

Dwudziestopięcioletni Edison nie uległ pokusom złota, lecz związał mały warsztat w New - Yorku i w roku 1872 zakłada fabrykę w Newark (16 km. od New - Yorku). Przeznaczeniem jej jest wyrób nowych indikatorów giełdowych pomysłu Edisona. Wynalazca zakłada jednak przy niej także porządne laboratorium, jedyny luksus, na który nigdy nie żałował pieniędzy.

Z Newark wychodzą pierwsze wielkie wynalazki Edisona. W czasie od r. 1872 do 1874 patentuje i sprzedaje firmie Western Union urządzenie telegraficzne systemu „Duplex”, a później „Quadruplex”. Pierwszy system umożliwiał równoczesne nadawanie dwóch telegramów na tej samej linii w dwie przeciwne strony, drugi podwajał sprawność pierwszego. Oszczędności uzyskane dzięki temu wynalazkowi wyrażały się milionowymi kwotami, a młody Edison, który wszystkie dochody ze sprzedanych wynalazków zużywał na zrealizowanie nowych pomysłów, stał się wnet sławnym i wziętym wynalazcą. Już teraz nie waha się w ustalaniu ceny za każdy nowy wynalazek i wyznacza prosto taksę 100 000 \$ od sztuki.

W Newark poślubia też wynalazca swą pierwszą żonę (1873). Wybór towarzyszkii życia i oświadczywszy załatwił Edison w niecałe pół godziny. Oto stanął pewnego razu obok młodej robotnicy, pracującej w jego fabryce i gdy ta okazała pewne zaniepokojenie, przedłużającą się obserwacją swego szefa, zapytał: „Czy Panią moja obecność denerwuje?”. — „Bynajmniej”, — odpowiedziała robotnica. „Wobec tego możemy spędzić ze sobą całe życie”, zawyrokował wynalazca. Nie długo jednak trwało szczęście wybranej, bo w 8 lat później umiera, osieracając dwoje dzieci.

Praca wynalazcza tak pochłania Edisona, że nie starczy mu już czasu na zajęcie się dobrze zresztą prosperującą fabryką w Newark. Powierza ją więc pieczy jednego ze swych współpracowników, a sam ze swem nieodłącznym laboratorium przenosi się w r. 1876 do Menlo - Parku (około 30 km od New Yorku).

Rok 1876, w którym 29-letni Edison osiada w Menlo - Parku można uważać za zakończenie pierwszego okresu ciężkich zmagañ o stworzenie sobie odpowiedniego warsztatu pracy i rozpoczęcie okresu drugiego, najświetniejszego w życiu wynalazcy. Z małego Ala, którego w początkowej szkole uznano za zupełnie niezdolnego do nauki, wyrasta dojrzały Edison, sławny już wynalazca, który z niczego, własną niezmordowaną pracą i niesłabnącą nigdy energią, dojdzie w swem samouctwie i dzięki znakomitym zdolnościom eksperymentatorskim do wyników, olśniewających cały świat.

Z piorunującą szybkością mnożą się teraz wynalazki Edisona. Pośpieszny telegraf, nadający samoczynnie przy pomocy matryc wstęgowych, telegraficzny odbiornik samopiszący słowa (prototyp dzisiejszego fultografu), mikrofon, fonograf i gramofon, żarówka elektryczna, pierwsze systemy rozprzodzenia energii elektrycznej i pierwsze wielkie 30-tonowe generatory elektryczne, bezpie-

cznik, pierwszy licznik energii elektrycznej, lokomotywa elektryczna i pierwsza kolej elektryczna w Ameryce, pierwsza maszyna do pisania, setki preparatów chemicznych, ulepszeń i setki patentów, — oto plon pracy wynalazcy w czasie 11-letniej pracy w Menlo - Parku, prowadzonej z niesłychaną intensywnością, stale po 15 do 20 godzin na dobę, w czasie od 1876 do 1887 r. Personel laboratorium w Menlo - Parku nadażyć nie może za lawiną pomysłów mistrza, którego głowa staje się istną „kuźnią wynalazków”, a Edison tak częstym jest gościem w urzędzie patentowym, że powiadają o nim „iz swemi krokami wygrał drogę do tego urzędu”.

Każde doświadczenie bez względu na to czy dało rezultat pozytywny, czy negatywny jest skrzętnie notowane w dzienniku laboratoryjnym Edisona i z tych to jego własnoręcznych notatek, obejmujących dziś *pół miliona stron*, dowiadujemy się, jakiego ogromu pracy i cierpliwości wymagały wynalazki, które w podziw wprawiły cały świat, przynosząc mu sławę, jakiej przed nim nie miał żaden z wynalazców i tytuł „Czarodzieja z Menlo - Parku”.

*Mikrofon*, ten niepozorny składnik każdego aparatu telefonicznego, do którego zbliżamy usta w czasie rozmowy telefonicznej, pochłoniął kilkanaście miesięcy żmudnej pracy i przeszedł tysiące prób, nim z embryona — pomysłu — doprowadził go Edison do gotowego wynalazku. Ciekawe są dzieje tego wynalazku. W r. 1876 Graham Bell opatentował telefon, t. j. tę część aparatu telefonicznego, którą dziś nazywamy słuchawką. Pierwotnie ten sam przyrząd Bella służył zarówno do nadawania, jak i do odbierania dźwięków, a składał się z magnesu sztabowego, na końcu którego umieszczona była mała cewka o dużej ilości zwojów cienkiego drutu miedzianego oraz cienkiej membrany w formie krawca, wykonanego z żelaza miękkiego. Gdy pod działaniem fal głosowych membrana drgała, powstawały w cewce prądy indukcyjne. Prądy te doprowadzone przewodami do drugiego analogicznego przyrządu wprawiły w drganie jego membranę, odtwarzając nadane dźwięki. Telefon Bella okazał się bardzo dobrym odbiornikiem (słuchawką), jako nadajnik pracował jednak niezadawalniająco, albowiem zniekształcał mowę.

W roku 1878 Hughes opatentował nowy nadajnik głosu t. zw. mikrofon. Przyrząd ten składał się z dwu podpórek węglowych przytwierdzonych do cienkiej i elastycznej deseczki drewnianej i ułożonej luźno na owych podpórkach pałeczki węglowej. W obwodzie utworzonym z mikrofonu Hughesa i telefonu Bella oraz ogniwa galwanicznego płynię prąd stały. Gdy jednak pod wpływem głosu deseczka, na której znajdują się owe trzy węgle wprawiona zostanie w drganie, prąd stały przechodzi w pulsujący, wskutek zmian oporu stykowego między węglami. Już przy tak prostej konstrukcji, jak opisana, uzyskał Hughes pulsacje prądu znacznie intensywniejsze, niż w nadajniku Bella, jakkolwiek i teraz odbierane dźwięki wykazywały dość znaczne zniekształcenia.

Edison, eksperymentując mikrofonem Hughesa i telefonem Bella, wnet stwierdził, że zwiększenie liczby pałeczek węglowych nie tylko zwiększa

się nadajnika, lecz także zmniejsza zniekształcenia, co zresztą zauważyli także i inni badacze nowego przyrządu. Genjalnego wynalazcę naprowadza jednak ten fakt na pomysł zastąpienia wielu pałeczek węglowych, drobnoziarnistym węglem, a deseczki drewnianej cienką membraną węglową. Tak powstaje typ mikrofonu do dziś używany w aparatach telefonicznych. — Po skutecznieniu tego wynalazku sprawa stanęła tak, że do kompletnego aparatu telefonicznego brakowało Bellowi mikrofonu czyli nadajnika Edisona, a Edisonowi telefonu czyli odbiornika (słuchawki) Bella. Żaden z wynalazców nie chciał iść na kompromis w postaci wymiany licencji patentowych, mniemając, że zdobycz przeciwnika da się zastąpić inną konstrukcją. Bell mozolił się nad własnym mikrofonem, przegrywając jeden proces patentowy po drugim, a Edison patentował co raz to inne bardzo pomysłowe słuchawki, wynajdując cały szereg nowych telefonów: wodny, rtęciowy, elektrochemiczny, elektrostatyczny i najciekawszy, bo pierwowzór obecnego *głośnika* systemu Johnson-Rahbeka, t. zw. *elektro - motograf*.

Wszystkie wysiłki obu wynalazców nie zdołały jednak zmienić zasady, że dobry i praktyczny aparat telefoniczny musi posiadać słuchawkę Bella i mikrofon Edisona. Spory patentowe doprowadziły tylko do tego wyniku, że firma Western Union, która zakupiła wynalazek Edisona za 100 000 \$, rabuje słuchawkę Bella, eksploatowaną przez Boston - Company, a ta ostatnia odwzajemnia się rabunkiem mikrofonu Edisona. W końcu jednak zarówno wynalazcy jak i firmy porozumiały się i wymieniały licencje patentowe, a Edison otrzymuje jeszcze nowe 100 000 \$, za swój *elektro - motograf*, sprzedany do Anglii. Tę transakcję zawdzięcza Edison jedynie swej wielkiej sławie, *elektro - motograf* nie znalazł bowiem większego zastosowania i wypląnął dopiero w ulepszonej formie, ako *głośnik* Johnson-Rahbeka dzie iskrzenie między ziarnkami węgla, ujawniające się przy zasilaniu prądem przez większą baterję. Edison znajduje i na to radę, wprowadzając do obwodu *transformatorów*, niezbędną część składową dzisiejszego telefonu. Warto zaznaczyć, że także słowo: „Hallo” używane przy rozmowach telefonicznych, pochodzi od Edisona.

Liczba obecnie czynnych aparatów telefonicznych na całym świecie z pewnością przekracza 100 milionów, a któż z telefonujących zdaje sobie sprawę z mikrofonu.

w 45 lat później \*).

Układ mikrofonu Edisona z telefonem Bella wykazywał jeszcze ten brak, że nie nadawał się do telefonowania na większą odległość. W miarę zwiększania odległości między nadajnikiem (mikrofonem), a odbiornikiem (telefonem) rósł bowiem opór linii, wskutek czego trzeba było zwiększać ilość ogniw, czemu jednak stanęło na przeszkodę

\*) Przyrząd ten składał się z walca kredowego, wirującego ze stałą liczbą obrotów. Do części obwodu walca przylegała cienka taśma metalowa, umocowana jednym końcem na sprężynie, a drugim z membraną *głośnika*. Gdy między osią walca kredowego, a taśmą działało pulsujące napięcie, wytwarzane z pomocą baterji i mikrofonu, membrana drgała, odtwarzając dźwięki, nadawane do mi-

wę z tego, ile pomysłowości, pracy i trudu włożono w wynalazek tego dziś tak powszechnie używanego aparatu. Miesiące całe preparował Edison różne mieszaniny węgla retortowego, sadzy i smoły, prasował je pod wysokim ciśnieniem, wyzarzał i następnie rozdrabniał na ziarna różnej wielkości, nim wreszcie doszedł do odpowiedniego materiału i mógł zanotować w swym dzienniku obok opisu próby wyraz „Eureka”.

Do najzłudniejszych jednak należały prace i doświadczenia nad *żarówką elektryczną*. Jak wielu innych wynalazców, tak i Edison wykonywał napróżd wiele prób z metalami, a w szczególności z cienkimi drutami platynowymi żarzonemi w próżni. Próby te nie mogły doprowadzić do rezultatu, bo jakkolwiek platyna topi się w 1750° C, to jednak ulega rozpyleniu już około 1200° C. Obecnie używany na żarówki metal wolfram o topliwości 3000° C nie był jeszcze wtedy znany. Edison próbował początkowo powlekać druty platynowe różnemi trudno topliwemi ciałami jak magnezją, tlenkami toru i t. p. Usiłował także zastąpić czystą platynę różnemi stopami n. p. platyny z irydem i t. d. Wszelkie te próby, wykonywane zresztą i przez innych wynalazców, nie doprowadziły jednak do pożądaných wyników. Metalowe włókna żarówek ulegały po krótkim czasie świecenia zniszczeniu. Stwierdziwszy, że znane podówczas metale nie nadają się na włókno żarówki, przerzucił się Edison do prób z palnikiem węglowym. Zwęglął kolejno odpowiednemi zabiegami chemicznemi, słomę, nici, bawełnę, papier i t. p. i z tak spreparowanych *pręcików* węglowych umieszczonych w opróżnionych z powietrza bańkach szklanych próbował stworzyć palnik żarówki. I te jednak próby, przeprowadzane zresztą także przez innych wynalazców, nie dawały zadawalniających wyników. Włókna posiadały niejednorodną strukturę i niejednakowy przekrój, wskutek czego ulegały rychło przepaleniu.

Wiele miesięcy trwały te doświadczenia prowadzone wytrwale po kilkanaście godzin dziennie, nim nareszcie niezmordowany i cierpliwy Edison odkrył, że jedynie zwęglone włókno bambusowe ze starego wachlarza papierowego nadaje się na palnik żarówki. Jednakże włókna różnych bambusów dawały różne wyniki, a Edison zagłębiwszy się w botanikę, dowiedział się ku swemu zmartwieniu, że istnieje przeszło 1200 rodzajów bambusu. Mniej wytrwały, no i mniej zasobny wynalazca byłby tą wiadomością zdruzgotany. Edison jednak nie dał za wygraną. Kilku współpracowników rozesłał na cały świat w poszukiwaniu za odpowiednim bambusem, a sam z resztą personelu Menlo-Parku wytrwale zwęglając i próbuje każdy nowo nadesłany transport włókien. Przeszło 100 000 km przebyli wysłańcy Edisona w różnych częściach świata, 6 000 prób wykonano, nim nareszcie ustalono, że próbki nadesłane z Japonji odpowiadają celowi. Koszta tych poszukiwań i prób pochłonęły blisko 100 000 \$, jednakże wytrzymały Edison dopiął celu. W dniu 11 października 1879 r. zabłysła w laboratorium w Menlo-Parku pierwsza żarówka, sporządzona ze zwęglonego włókna bambusowego i świeciła bez przerwy aż do przepalenia się pełnych czterdzieści pięć godzin. Od narodzin aż do śmierci pierwszej żarówki węglowej czuwał nad nią

wielki wynalazca, zapomniawszy o spoczynku i śnie. Wnet potem doprowadził Edison do 400 godzin świecenia, rozwiązując w ten sposób problem oświetlenia elektrycznego małymi jednostkami. Wieść o tym nowym wynalazku Edisona wzniciła początkowo tak wielki popłoch na giełdach, że akcje towarzystw gazowych w kilku tygodniach spadły o kilkadziesiąt procent. Kontrakcji tych towarzystw przypisać należy, że początkowo starano się obniżyć wartość jednego z największych wynalazków Edisona. Wynalazca uzyskuje tymczasem patent na swą żarówkę w październiku 1879 r., a w styczniu 1880 r. powstaje Towarzystwo pod nazwą „Edison Electric Illuminatory Company”, założone z olbrzymim kapitałem 6 milionów dolarów do eksploataowania nowego wynalazku.

Żarówki z włóknem bambusowym, doprowadzone po dalszych ulepszeniach Edisona do 1000 godzin świecenia, ustępują dopiero po wielu latach z pola, po udoskonaleniu wynalezionej przez Swana w r. 1884 nowej metody fabrykacyjnej włókna, polegającej na wyciskaniu przez małe otworki plastycznej masy nitrocelulozy rozpuszczonej w kwasie octowym. Otrzymane w ten sposób sztuczne włókna, poddane następnie procesowi zwęglenia (karbonizacji) okazały się równie dobrymi jak bambusowe, a fabrykacja ich była znacznie tańsza.

Żarówki węglowe zostały dziś zupełnie wyparte przez t. zw. *metalówki* (żarówki z palnikiem sporządzonym z drutu wolframowego) zużywające (w większych jednostkach) 7 razy mniej energii elektrycznej. Nie mniej jednak, dzięki pierwszej udanej żarówce węglowej Edisona, rozwinął się olbrzymi przemysł elektro-instalacyjny i maszynowy. Jak grzyby po deszczu powstają po r. 1880 coraz to nowe elektrownie, dostarczające prądu głównie dla oświetlenia elektrycznego. Do roku 1886 sama „Edison Electric Illuminatory Company” wybudowała 150 elektrowni. Edison wykazuje i na tem polu ogromną inicjatywę i pomysłowość. Pierwszą próbną instalację światła studjuje w Menlo-Parku w r. 1880. Następną pokazową produkuje na Wystawie Paryskiej w 1881 roku. W r. 1882 „Edison Electric Illuminatory Company” urządza pierwszą elektrownię w New-Yorku (w czworoboku ulic Wallstreet, Nassaustreet, Ferrystreet i l'East River). Osiem tysięcy żarówek tej instalacji zasilają sieć w *układzie 3-przewodowym* ( $2 \times 115$  V) wprowadzonym również przez Edisona, on też olśniewa świat pierwszymi kolosalnymi generatorami o wadze 30 ton. Dziś New-York posiada około miliona abonentów z 17-ma milionami żarówek, pobierającymi łącznie z motorami przeszło milion kilowatów.

Celem obliczania należytości za energię elektryczną Edison wprowadza i patentuje pierwszy elektrolityczny *licznik kilowatogodzin* (1881 r.). Jego wynalazkiem są też tak dobrze znane *bezpieczniki*.

Niestrudzony wynalazca buduje pierwszą lokomotywę elektryczną Ameryki, czyni w Menlo-Parku studia nad trakcją elektryczną i buduje pierwszą kolej elektryczną w Ameryce.

Pomysł *fonografu* i *gramofonu* zrodził się w głowie Edisona pod wpływem drobnego ubocznego zjawiska, zaobserwowanego w czasie prób

przeprowadzonych z pośpiesznym telegrafem automatycznym. Wynalazca zauważył mianowicie, że gdy taśma metalowa z wyżłobionymi kreskami i kropkami alfabetu Morse'a przesuwana się szybko między szczękami klucza automatu telegraficznego, powstawały dźwięki. Stwierdziwszy, że dźwięki te pochodzą od drgającej dźwigni klucza, Edison wpadł na pomysł wyżłobienia na paskach rowków z pomocą fal głosowych, rozumując trafnie, że gdy następnie rowki te przesuwac się będą pod odpowiednio ukształtowanym sztyftem połączonym z membraną, powinno się uzyskać dźwięki zapisane poprzednio na paskach. Początkowo próbował Edison „odcisnąć głos” na cynfolii, pod który podkładał płytę metalową. Wnet jednak przeszedł na walce z powłoką metalową (stop cyny z ołowiem), względnie woskową (wosk z domieszkami). Sześć miesięcy z rzędu ponawiał wynalazca próby z najrozmaiciej skonstruowanymi membranami, krzycząc do aparatu naprzód pojedyncze słowa, później krótkie zdania i badając następnie reprodukcję głosu, nim wreszcie powstał cud, w którym odcisnięcie drgań akustycznych w wosku umożliwiło reprodukcję mowy ludzkiej, śpiewu i muzyki. Fonograf, t. j. przyrząd, zapisujący dźwięki w formie rowka o falistym dnie, uformowaniem odpowiednio do drgań membrany był gotów i został opatentowany w r. 1877. Należało jeszcze pomyśleć o ulepszeniu gramofonu t. j. przyrządu odtwarzającego dźwięki. I to zadanie nie było łatwe, trzeba było bowiem skonstruować odpowiednią membranę oraz tubę, możliwie mało zniekształcającą drgania teje. Laboratorjum Edisona zostało formalnie zavalone całą masą tub długich i krótkich, szerokich i wąskich, ciężkich i lekkich, tekturowych, drewnianych, blaszanych i t. p., nim nareszcie zdołano ustalić tę część składową gramofonu, która stanowi niejako usta maszyny mówiącej.

Nowym wynalazkiem Edison zdobył masy, wywołując wrażenie tak wielkie, że gdy w r. 1878 zaprodukowano gramofon Francuskiej Akademii Umiejętności, członek teje Dr. Bouiland zaprotestował przeciwko „niegodnemu oszustwu amerykańskiemu, w którym brzuchomóstwo usiłuje się przedstawić jako maszynę mówiącą”. „Nigdy martwa płytka nie będzie mogła oddać głosu, wytwarzanego przez żywe struny głosowe” — wołał Bouiland. Duże dzieci, jakimi są ludzie, pochwyliły jednak nową zabawkę, która w krótkim czasie w milionach sztuk rozeszła się po całej kuli ziemskiej, a fizykom posłużyła znakomicie do badań akustycznych.

W dalszych 101 patentach wprowadził Edison jeszcze cały szereg ulepszeń do swego wynalazku, między innymi płaską płytę w postaci krążka, obecnie używaną, oraz membranę z kolcem utrwalającym głos w formie rowka falistego w kierunku poprzecznym, a nie — jak poprzednio — podłużnym i analogiczną membranę odbiorczą.

Wzmoczona działalność wynalazcza Edisona wymagała rozbudowy laboratorjum. Mała mieścina Menlo - Park, w której przez 11 lat pracował nie nadawała się do zrealizowania szerokich planów rozbudowy. Pozatem 39-letni Edison wstąpił w r. 1886 po raz drugi w związku małżeńskie z córką milionera Lewis'a i pragnął przenieść się ze swą

rodziną w piękne i zdrowe okolice u podnóża góry Orange w stanie New-Jersey. (Ze związku tego pochodzi córka Madelyn i dwu synów Charles i Theodor).

W roku 1887 likwiduje więc Edison swój warsztat pracy w Menlo - Parku i urządza wspaniałe *laboratorium w West-Orange*, miasteczko oddalonem o 22 km. od New - Yorku.

Laboratorium w West - Orange składało się początkowo z jednego głównego budynku 3 - piętrowego o długości 83 m, 4 mniejszych, biblioteki zawierającej 60 000 dzieł i czasopism, oraz budynku specjalnego, mieszczącego czułe galwanometry, zbudowanego całkowicie bez żelaza. Niedługo do budynków tych doszły dalsze, a w szczególności olbrzymia fabryka akumulatorów Edisona.

Do West - Orange ściąga Edison cały sztab specjalistów, fizyków, matematyków, inżynierów elektrotechników, mechaników i chemików, oraz znakomicie uzdolnionych rzemieślników. Nie brak w tym zespole, składającym się z około 100 ludzi, oczywiście także prawników, potrzebnych obecnie stale do prowadzenia całej masy procesów patentowych.

Edison umiał dobrać ludzi. W laboratorium jego pracowali z bardziej znanych: *Tesla*, wsławiony wynalazkiem transformatora nazwanego jego nazwiskiem, *Johnson*, który wykonał pierwsze instalacje światła elektrycznego w Anglii, *Bergmann*, późniejszy właściciel wielkich fabryk przyrządów i materiałów instalacyjnych w Ameryce i w Niemczech, *Sprague*, wsławiony elektrycznymi urządzeniami sygnalizacyjnymi dla marynarki, *Ward - Leonard*, wynalazca tak zwanego systemu Leonarda, używanego do obracania pancernych wież armatnich na okrętach wojennych, oraz stosowanego w walcowniach z elektrycznym popędem i przy elektrycznych wyciągach szybowych, *Kennelly*, sławny z licznych prac teoretycznych z zakresu elektrotechniki i wielu innych.

W West - Orange zajmuje Edisona przede wszystkim zagadnienie *kinematografji*. Początek dał wynalazek Marey'a, który w r. 1887 zgłosił do patentu aparat do zdjęć serjowych naprzód na płycie fotograficznej, a następnie także na filmie. Fabrykowane podówczas filmy były mało czułe, a aparat Marey'a niepraktyczny w użyciu. Edison powiększył wielokrotnie czułość filmu i wprowadził kilka bardzo cennych ulepszeń, zarówno w aparacie do zdjęć kinematograficznych, jak i w aparacie do projekcji. Pierwsze patenty Edisona w tej dziedzinie datują się z r. 1887, a badania doświadczalne i zdjęcia dokonywane w West - Orange przez kilka lat pochłonęły kilkadziesiąt tysięcy dolarów. Niemniej jednak trzeba przyznać, że nad udoskonaleniem kinematografu pracował z powodzeniem także cały szereg innych wynalazców, z których na szczególne wyróżnienie zasługują sławni później bracia Lumière (1885).

W West-Orange skonstruował Edison *magnetyczny separator* do rud żelaza. Rudę zmieloną w wynalezionych przez Edisona młynach poddawano działaniu separatora, który oddzielał składniki zawierające żelazo od zanieczyszczeń. Wynalazek ten nie przyniósł spodziewanych korzyści, gdyż odkryto wnet złoża rud bogatych w żelazo,

wskutek czego eksploatacja rud uboższych z pomocą separatora magnetycznego nie opłacała się. Jednakże Edison wykorzystał swe młyny do *nielenia cementu* i to zastosowanie przyniosło mu znaczne dochody. Przy pracach nad cementem opatentował wynalazca *metodę budowania domów betonowych, składanych z części odlewanych w formach*. Domy takie rozpowszechniły się w Ameryce dzięki taniości oraz bardzo krótkiemu czasowi „budowy”.

Poza temi pracami ulepszał Edison poprzednie wynalazki i zajął się konstrukcją specjalnych przyrządów mierniczych. Wynikiem prac nad przyrządami mierniczymi był *tazymetr*, aparat przeznaczony do pomiaru promieniowania odległych gwiazd, *odoroskop* do pomiaru wilgotności, *mostek magnetyczny do badania żelaza*, *reostat węglowy* i t. d. Ogółem otrzymał Edison 20 patentów na tego rodzaju przyrządy.

Do najważniejszych wynalazków uskuteczniczonych w West - Orange należy jednak *akumulator żelazo - niklowy*.

Szybki rozwój automobilizmu zwraca uwagę Edisona. Elektryk z krwi i kości, pragnie stworzyć pojazd z motorem elektrycznym. Próby w tym kierunku wykazują, że zastosowaniu do tego celu baterji akumulatorów ołowiowych stoi na przeszkodzie zarówno zbyt duży ciężar, jak i mała wytrzymałość tychże na wstrząśnienia. Edison stawia sobie tedy za zadanie stworzenie nowego akumulatora o małym ciężarze i dużej wytrzymałości, pozbawionego wad akumulatorów ołowiowych. Kilka lat trwają uciążliwe i kosztowne próby, rezultatem których jest sławny Edisonowski *akumulator żelazo-niklowy*. Zamiast ciężkich płyt ołowianych zawiera on lekkie płyty utworzone z dziurkowanych stalowych torebek niklowanych, zawierających wodorotlenek niklu  $Ni(OH)_2$ , na biegunie dodatnim, a t. zw. żelazo gąbczaste (w formie masy) na biegunie ujemnym. Jako elektrolit służy 21-procentowy roztwór wodny wodorotlenku potasowego KOH (ług żrący). Napięcie takiego akumulatora wynosi po naładowaniu 1.4 V, więc nieco mniej niż akumulatora ołowiowego, posiadał on jednak w porównaniu z dawnymi akumulatorami ołowiemiami o 50% mniejszy ciężar na kilowatogodzinę, a pozatem okazał się nieporównanie wytrzymałszy na wstrząśnienia i bardzo mało wrażliwy na zwarcia, przeciążenia, postój w stanie wyładowanym, przeładowanie i t. p. Tysiące kosztownych prób przeprowadził Edison nim doszedł do obecnej konstrukcji akumulatora z płytami przegrodzonymi pręcikami ebonitowymi i pomieszczonymi w zamkniętych stalowych naczyniach, wyłożonych płytkami z ebonitu.

Samochody, zaopatrzone w baterje Edisona, prowadzono po najgorszych drogach stanu New-Jersey, przepisując im jazdy po 160 km dziennie, aż do odbycia 8 000 km. Po każdej jeździe wydobywano baterje i badano skrupulatnie. Po przebyciu 8 000 km akumulatory, sprawdzone co do właściwości elektro - chemicznych, rozkładano na części i badano co do uszkodzeń mechanicznych. Badania te prowadził Edison tak długo, aż uzyskał wynik, że z połamanych samochodów wyjmowano baterje zupełnie zdadne do dalszego użytku. Pamiętny doświadczeń z poprzednimi wynalazkami,

które ledwie wypuszczone na rynek, znajdowały licznych naśladowców i podrabiaczy, nie rozstaje się ze swym wynalazkiem tak długo, aż wszystkie ulepszenia obejmujące ogółem 20 patentów zostają dokonane. Tem się tłumaczy, że akumulator Edisona wynaleziony około r. 1900 ukazuje się w handlu dopiero w r. 1906. Waga jego wynosiła podówczas 20 kg na koniogodzinę, czyli o 20 do 30 kg mniej od równoważnego akumulatora ołowianego współczesnego typu. W West - Orange powstają olbrzymie fabryki nowych akumulatorów, a Edison patentuje cały szereg specjalnych maszyn do wyrobu płyt, pokonując z podziwu godną energią wiele trudności, jakie nastęrczało wykonanie torebek z blachy stalowej w formie sitka z bardzo delikatnymi otworkami i przeciwdziałanie pęcznieniu masy.

Na rynku handlowym rozgorzała tymczasem walka między producentami akumulatorów ołowianych a firmą *Edison Storage Batterie Co*, eksploatującą nowy wynalazek Edisona. Rozpowszechniano wieści o bezwartościowości nowego wynalazku, a równocześnie pracowano pośpiesznie nad zmniejszeniem wagi akumulatorów ołowianych. Dziś sprawa stoi tak, że przez zastosowanie nader cienkich płyt ołowianych uzyskano ciężar prawie równy akumulatorom Edisona, jednakże efekt ten został okupiony znacznym zmniejszeniem czasu trwania akumulatora ołowianego. Co do wytrzymałości na wstrząśnienia, odporności na zwarcia i konserwacji akumulatory Edisona przewyższają znacznie akumulatory ołowiane. Tylko wysokiej cenie akumulatorów żelazo - niklowych, spowodowanej wysokimi cenami wwozowymi przypisać należy fakt, że jego znakomity wynalazek nie rozpowszechnił się w tym stopniu w Europie jak w Ameryce.

Akumulator żelazo - niklowy jest ostatniem wielkiem i do najdrobniejszych szczegółów wykonanem dziełem Edisona. Od r. 1907 sześćdziesięcioletni już Edison pracuje wprawdzie dalej po kilkanaście godzin na dobę, jednakże z West-Orda. Oszałamiający rozwój radja pozostawia Edisona prawie zupełnie na uboczu. Jest to tem dziwniejsze, że właśnie Edison odkrył dwa zjawiska podstawowego znaczenia dla radjotechniki.

Oto w dzienniku laboratoryjnym Edisona z r. 1875 znajdujemy opis działania iskry szybko przerywanego obwodu elektrycznego na drugi obwód, zaopatrzony w dwa bardzo blisko siebie ustawione kontakty. Edison zapisuje jedynie, że pod działaniem iskry pierwszego obwodu powstają drobne iskierki w drugim obwodzie, więcej jednak tem zjawiskiem się nie interesuje. W trzynastu lat później zjawisko to, odkryte na nowo przez Hertz, funduje podwaliny radjotechnice i daje temu znakomitemu fizykowi nieśmiertelność. W r. 1883 przy pracach nad żarówką odkrywa Edison drugie zja-

wisko podstawowego znaczenia dla radjotechniki, tak zwany *efekt Edisona*. Zjawisko, że rozżarzone włókno żarówki emituje elektrony zauważył Edison, jednakże dopiero w 20 lat później Lee de Forest wyciągnie z niego odpowiednie wnioski i zbuduje lampę katodową, bez której radjofonja byłaby niemożliwą do urzeczywistnienia.

Dwa najkapitałniejsze zjawiska miał Edison w swych rękach i przeszedł nad niemi do porządku. Nie wykorzystał ich, bo umysł jego na wskroś praktyczny, obcy był abstrakcjom i wzdragał się przed zawilóściami matematycznymi teoryj współczesnego mu Maxwella. Biblię Edisona stanowiły dzieła Faradaya. Zagłębiał się jednak w dzieła tego genialnego fizyka nie poto, aby rozwijać dalej jego naukę, tylko celem poznania zjawisk, nadających się do eksploatacji. Edison był arcymistrzem w stwarzaniu wynalazków i dokonał rzeczy niezwykłych, za które wielbić go będą pokolenia. Mógł jednak uzyskać sławę stokroć większą, gdyby część swej tytanicznej pracy i niesłychanych wysiłków poświęcił badaniom praw przyrody, jak to przed nim z tak znakomitym wynikiem czynił pokrewny mu w zdolnościach eksperymentatorskich, wytrwałości i energii wielki fizyk angielski Michał Faraday.

Źle jednak ocenilibyśmy Edisona, przypuszczając, że motorem jego działań była chęć zdobycia majątku. Edison — to także pracownik na wskroś ideowy, jak apostołowie nauki, różni się tylko od nich celem, do którego dąży. Z piwnicy ojcowskiej do laboratorium wędrownego przenosi wytrwale i pieczołowicie swe retorty, próbówki, ogniwa, łożąc w nie każdy ciężko zapracowany dolar, a choć później zarabia miliony, to jednak miliony wydaje na wspaniałe laboratorja w Menlo-Parku i w West-Orange. Sam prowadzi życie równie skromne, jak wtedy, gdy był telegrafistą. Matka-przyroda tchnęła w niego duszę wynalazcy, duszę człowieka, który za cel życia stawia sobie dążenie do udoskonalenia rzeczy istniejących i wynalezienia rzeczy nowych i dlatego pracuje niestrudzenie i tworzy. Pieniądz, jaki zdobywa to tylko środek umożliwiający zmaterializowanie nowego trudu i zakłęcie nowej myśli w dzieło, które nazywa się wynalazkiem.

Nie wszystkie nowe myśli są jego, to prawda. Nie trzeba jednak zapominać, że wynalazek to kreacja podobna do łańcucha, w którym pierwsze wprawdzie, lecz tylko jedno ogniwo stanowi pomysł. Wszystkie dalsze ogniwa, nieraz wynalazku-łańcucha, trzeba kuć i łączyć w ciężkiej pracy i trudzie, próbując cierpliwie wytrzymałości pierwszego członu. Edison, jak nikt inny, potrafił setki idei własnych i cudzych doprowadzić do szczęśliwego końca, mimo, że nie jeden raz idee, wzięzione przez zakamarki jego znakomicie wyposażonych laboratorjów, krwawiły tysiącem ran zadanych im skal-





pelem doświadczenia. W tem leży też zasługa tego genialnego pracownika, niestety zbyt mało doceniana. — Niemcy forsują na piedestał wynalazcy żarówki swego rodaka Henryka Göbel'a. Francuzi twierdzą, że fonograf wynalazł Cros, a do mikrofonu zgłasza pretensje nawet kilka narodów. W technice nie ten jednak powinien uchodzić za wynalazcę, kto dał pomysł, tylko ten kto ten pomysł zrealizował. Pomysł żarówki elektrycznej miało miliony ludzi i to od r. 1802, w którym Davy po raz pierwszy rozżarzył drucik platynowy. Pomysł żarzenia węglowego pręta miało setki ludzi, zrealizował go jednak tylko jeden Edison, bo on jeden tylko doprowadził do konstrukcji, w której pręt taki żarzył się kilkaset godzin, a o to właśnie chodziło. Projekt fonografu Crosa — to twór papierowy; leży do dziś niezrealizowany w aktach Francuskiej Akademii Umiejętności. Co do mikrofonu, to kradzież wynalazku Edisona starano się upozorować w sporach patentowych dowodami, że *podobne pomysły* mieli inni wynalazcy. W ten sposób możnaby jednak odmówić zasługi także pierwszemu wynalazcom samolotu bezsilnikowego, na tej samej podstawie, że już przecież greccy pisarze opisują wzlot w przestworza Ikar, ba — nawet podają „szczegóły konstrukcyjne” urządzenia, jakim się ten legendarny lotnik posłużył. Pomysły ma bezmała każdy człowiek, a niejeden obmyśla nowe wynalazki tem łatwiej, im mniej ma wiadomości fachowych. Wglądawszy w pracę prawdziwego wynalazcy, musimy przyznać słusność określeniu Edisona, że „*wynalazek to jeden procent inspiracji, a 99 procent transpiracji*”.

Ostatnią na olbrzymią skalę zakrojoną pracą Edisona były badania, podjęte celem stwierdzenia, czy możliwym jest otrzymanie *kauczuku* z roślin pokrywających zielonym kobiercem stopy amerykańskie. Z młodzieńczą energią i po raz tysięczny staje znów do pracy tytan teraz już osiemdziesięcioletni, zaczynając, jak zawsze dotąd, od niezliczonej ilości cierpliwie wykonanych analiz i prób. Znow skrzetnie notuje wyniki wielu tysięcy badań, a w West-Orange powstają pola doświadczalne, na

których stary elektrotechnik krzyżuje odmiany roślin, zawierających ślady drogiego surowca. Na nic się zdają przestrogi lekarzy, pracuje znów po 18 godzin na dobę, a myśl niezależnienia Stanów Zjednoczonych P. A. od importu kauczuku staje się teraz dla niego zagadnieniem absorbującym wszystkie jego chwile, aż do dnia, w którym zimny powiew śmierci wygasi w nim żar niespożytej energii i na sen wieczny ułoży nigdy niestrudzony ciało.

Tysiąc trzysta patentów, uzyskanych w samych Stanach Zjednoczonych, dziennik laboratoryjny o 500 tomach po tysiąc stron, zapisanych własnoręcznie przez Edisona, 16 miliardów dolarów, czyli 140 miliardów złotych zainwestowanych w wynalazkach Edisona, oto cyfrowy bilans działalności tego największego z wynalazców wieku pary i elektryczności. Chcąc cyfry te ogarnąć, zważmy, że 140 miliardów to majątek narodowy całej Polski, 1300 patentów, rozłożonych nawet na lat 50, to średnio jeden patent na 2 tygodnie. Najbieglejszy człowiek piszący po 140 stron dziennie potrzebowałby około dziesięciu lat na samo tylko przepisanie dziennika Edisona. A przecież każda notatka w tym dzienniku, to wynik jakiegoś badania! Zaprawdę jakkolwiek kiedyś osądzi potomność działalność Edisona, dwu nazw mu nigdy odmówić nie może, Tytana pracy i Dobroczyńcy ludzkości.

Tomasz Alva Edison zmarł 18 października b. r. w swej ostatniej siedzibie w West - Orange. W dniu jego pogrzebu zagaśły na znak żałoby wszystkie światła Stanów Zjednoczonych. Minuta ciemności miała przypomnieć jego rodakom największe dzieło Edisona, żarówkę elektryczną. Śmierć sławnego i uwielbianego wynalazcy wzbudziła wielki żal w całym świecie kulturalnym. Odszedł w zaświaty jeden z największych pionierów postępu, rycerz niezłomny techniki, bohater niezwykłej epopeji, która kiedyś w błękitnych toniach czasu przeistoczy się w przepiękną legendę pod tytułem „Mały Al”.

## ROZWÓJ I ZNACZENIE PRZEMYSŁU ŻARÓWKOWEGO.

Inż. E. Potemski.

Ze śmiercią Edisona schodzi do grobu nietylko wynalazca pierwszej, dającej się zużytkować praktycznie żarówki elektrycznej, ale również — co jest o wiele ważniejsze i co wywarło potężny wpływ na cały rozwój elektrotechniki — prawdziwy twórca współczesnego systemu oświetlenia elektrycznego. Przed Edisonem i równocześnie z nim pracowało wielu nad utworzeniem żarówki elektrycznej, a prace te posunięte były tak daleko, że niejednokrotnie kwestjonuje się nawet pierwszeństwo tego wynalazku na korzyść innych; jednakże jeden tylko Edison przewidział potężny wpływ pierwszej swojej niepozornej żarówki i zrozumiał, że nie dość jest mieć zdolną do świecenia

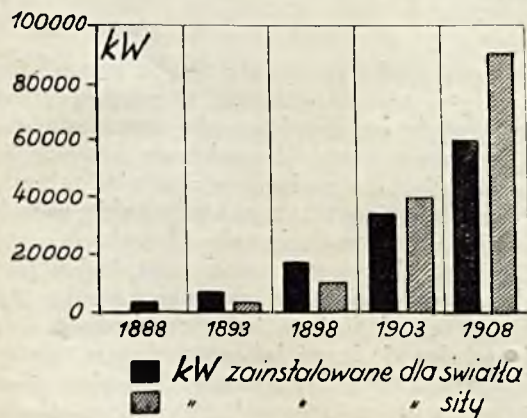
się lampkę elektryczną, ale trzeba jeszcze opracować cały system oświetlenia, wymagający różnych dodatkowych przyrządów, aby zapewnić światłu elektrycznemu możność konkurencji w innemi rodzajami światła, a zwłaszcza z oświetleniem gazowym, które wówczas zapewniło sobie przodujące stanowisko. Edison doskonale zdawał sobie sprawę, że tania, produkowana masowo żarówka, jest niezbędnym warunkiem rozpowszechnienia światła elektrycznego i dlatego też, przechodząc niezwłocznie od doświadczeń laboratoryjnych do pracy praktycznej, założył pierwszą fabrykę żarówek węglowych, która już w półtora roku po otrzymaniu w laboratorium pierwszej lampy zatrudniała 150

ludzi i wyrabiała 2000 żarówek dziennie. Aby zdać sobie sprawę, ile pracy trzeba było w to włożyć, musimy uprzytomnić sobie, że był to przemysł zupełnie nowy, a przytem precyzyjny, gdyż zarówno wyrób włókien węglowych, jak i różne operacje fabrykacyjne, jak np. wypompowywanie powietrza z baniek szklanych, wymagały wielkiej dokładności. Trzeba było nie tylko ustawiać maszyny w nowej fabryce, ale należało je przedewszystkiem konstruować, przekształcać z aparatów laboratoryjnych na praktyczne, szybko i wydajnie pracujące maszyny. Oczywiście, jeśli porównamy dziś używane pompy próżniowe do ówczesnych, to określenie powyżej użyte „szybko i wydajnie” wyda nam się niezmiernie zabawnem — dziś jedna pompa może wypompować 3000 bardziej skomplikowanych lamp dziennie, gdy tymczasem Edison dla wypompowania swoich 2000 lampek dziennie, zmuszony był ustawić 500 pomp ówczesnych — dają to nam jednak doskonałą miarę tych trudności, jakie należało zwalczyć, aby w tak krótkim czasie mieć możność fabrycznej produkcji żarówek. Ponieważ celem niniejszego artykułu było podkreślenie zasług Edisona, jako twórcy przemysłu żarówkowego, więc wspomnę tylko w krótkości, że jest on równocześnie twórcą przemysłu instalacyjnego, gdyż opracował i wprowadził w użycie wszystkie niezbędne części instalacji oświetleniowej, jak gniazdka, bezpieczniki, wyłączniki, skrzynki rozdzielcze, liczniki, które doskonalać się w ciągu lat, tworzą i dziś całość instalacji; nie zapomniał Edison nawet o konieczności kształcenia odpowiedniego personelu dla wykonywania instalacji i założył pierwsze kursy wieczorowe dla monterów - elektryków. Patenty Edisona sprzedane zostały na wszystkie kraje kulturalne i wkrótce po wystawie paryskiej 1881 r. powstały fabryki żarówek węglowych w różnych państwach europejskich, a więc przedewszystkiem w Anglii, Francji i Niemczech; rozwinął się w ten sposób przemysł, zatrudniający tysiące robotników i fabrykujący dziesiątki milionów lamp żarowych. Nie trzeba zapominać, że dopiero system oświetlenia żarowego dzięki taniej i dobrej żarówce umożliwił powstanie i rozwój stacji elektrycznych, wytwarzających i sprzedających prąd; używanie prądu dla siły zostało wprowadzone znacznie później, a elektrownie, które powstały za przykładem pierwszej elektrowni zbudowanej przez Edisona w Nowym Jorku w r. 1880 (Edison

Electric - Illuminating - Company) oparte były jedynie na dostarczaniu prądu świetlnego. Z rys. 1 widzimy, jak rozwijało się zużycie prądu dla siły i światła w Berlinie; dopiero w r. 1903 ilość kilowatów zainstalowanych dla siły przewyższyła ilość kilowatów dla światła. Możemy więc słusznie twierdzić, że olbrzymie dzisiejsze elektrownie zawdzięczają swoje powstanie i umożliwienie przyszłego rozwoju przemysłowi żarówkowemu. W ciągu lat 25 żarówka węglowa niepodzielnie panowała w dziedzinie oświetlenia elektrycznego mieszkań i wogóle wewnątrz, pozostawiając dziedzinę oświetlenia ulicznego starszej swojej siostrzy, lampie łukowej, ponieważ jednostki świetlne, otrzymywane w jednej żarówce węglowej, były stosunkowo nieznaczne; najwyższa ilość świec w żarówce nie przekraczała stu, a i te, używając po 3,5 W/św były o wiele mniej ekonomiczne od lamp łukowych, które przy 350 W mogły już dostarczyć 300 i więcej świec. Jednak wskutek ulepszenia i potaniaenia światła gazowego konkurencja z gazem stawała się dla elektryczności coraz trudniejszą; światło elektryczne było wciąż jeszcze zbyt drogie, aby mogło przeniknąć do szerokich mas i stać się „światłem małego człowieka”. Hamowało to naturalnie zarówno rozwój przemysłu żarówkowego, jak i rozwój zainstalowanych w elektrowniach kilowatów dla światła. Od roku 1902 rozpoczął się okres gorączkowych prac nad ulepszeniem żarówki elektrycznej w tym kierunku, aby otrzymać przy zużyciu tej samej energii większą ilość światła; prace te rozpoczęto od tego punktu, na którym pozostawił je w swoim czasie Edison, porzucając platynę, używaną poprzednio i przez niego na wyrób włókna żarzącego się, na korzyść włókna węglowego. Gdy próby wykazały, że żarówka węglowa nie da się już ulepszyć, a teoria stwierdziła, że żarówka o włóknie metalowem będzie musiała posiadać lepszą wydajność świetlną, jeżeli punkt topliwości danego metalu będzie wyższy, niż węgla, wówczas poddano próbom laboratoryjnym różne metale. Dla ścisłości historycznej wspomnę jeszcze o lampie Nernsta z lat 1897 — 1902, w której zastosowano palnik z tlenków rzadkich ziem, a która, posiadając lepszą wydajność świetlną od żarówki węglowej, jak zdawało się przez pewien czas, popchnie przemysł żarówkowy w innym, niż dotychczas kierunku. Był to jednak tylko krótki okres, po którym, poprzez lampy osmowe i tantalowe, przyszedł ostatni, jak dotychczas, etap rozwoju żarówki elektrycznej, w którym jedynym materiałem na palnik stał się wolfram, stosowany zarówno w żarówce próżniowej, używanej do lamp niskoświecowych, jak i w żarówce gazowanej przy lampach wysokoświecowych.

Dopiero ten wynalazek, dzięki któremu zużycie prądu do światła przy żarówkach stało się trzy do siedmiu razy mniejsze, niż poprzednio, umożliwiło nowy rozkwit oświetlenia elektrycznego i niesłychany rozwój przemysłu żarówkowego a wraz z tem powiększenie produkcji prądu elektrycznego w elektrowniach do celów oświetlenia.

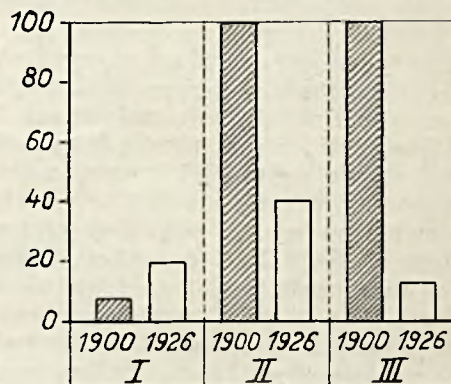
Wydajność świetlna, jak ją określamy obecnie, to jest stosunek całkowitego wypromienianego strumienia świetlnego w lumenach do doprowadzonej mocy w watach, (nie zaś w ilości



Rys. 1.

watów na świecę, jak liczono dawniej), wynosiła dla żarówek węglowych 2,87 Lm/W gdy tymczasem dla lamp wolframowych próżniowych wynosi ona 10,02 Lm/W, a dla gazowych 23,5 Lm/W. Widzimy więc, jak bardzo żarówka ta obniżyła koszt światła elektrycznego i dopiero dzięki temu mogła ona naprawdę dotrzeć pod strzechy — niestety jeszcze nie u nas, ale w bardzo wielu krajach Europy i Ameryki. Wprawdzie w pierwszej chwili po zjawieniu się tych nowych oszczędnościowych żarówek, niektórzy krótkowzroczni kierownicy elektrowni wyrażali obawę, że w tym samym stosunku spadnie zapotrzebowanie na prąd dla światła, co będzie kłeską dla elektrowni, jednak już bardzo prędko rzeczywistość rozproszyła te obawy i wykazała, że przeciwnie zapotrzebowanie prądu świetlnego otrzymało potężny impuls w kierunku powiększenia zbytu. Teraz żarówka nie zadowolnia się już wyłącznym opanowaniem oświetlenia wnętrza, wtargnęła też w dziedzinę oświetlenia ulicznego, gdzie chodziło o jednostki większej mocy; dziś już wyrób lamp żarowych o mocy kilku tysięcy watów, nie stanowi trudności fabrykacyjnych, a dzięki swej prostocie, zbudności obsługi i równej ekonomiczności w zestawieniu z lampą łukową, gdyż odpada koszt zamiany węgla i obsługi, żarówka taka stosowana jest coraz bardziej zamiast lamp łukowych. Do jakich wyników doszły fabryki żarówek w tym kierunku, widzimy na przykładzie wykonanej w fabryce firmy Osram żarówce 50 kilowatowej: daje ona tyle światła, ile 1 600 żarówek 60-watowych, a strumień świetlny wynosi 1,1 milj. lumenów przy natężeniu światła 125 000 św. Hefnera. Spiralki z drutu wolframowego, stanowiące palnik tego olbrzyma ważą 610 gramów; z tej wagi drutu możnaby wyrobić 110 000 żarówek 220 V, 40 W. Waga całej lampy wynosi 7,25 kg, a wysokość jej 90 ctm. Ciepło wydzielane jest tak wielkie, że nie można zbliżyć się do lampy bliżej niż na 2 metry. Widzimy z tego, że praktycznie nie ma już granicy, do której może dojść ilość jednostek świetlnych w jednej lampie — jakże daleko jesteśmy od tych czasów, gdy otrzymanie 50 świec w żarówce węglowej było nieosiągalnym, zdawało się, marzeniem. Gdy oświetlanie ulic i placów wymagało coraz większych jednostek świetlnych, to znów przeciwnie rozwój ruchu automobilowego, zastosowanie lampek żarowych do sygnalizacji telefonicznej, do celów reklamowych, postawiły inne zadanie: lampek małych dla niskich napięć o różnym natężeniu światła; wymaga się więc np. lamp małych rozmiarami, a jednak dających duże stosunkowo ilości światła. Jeżeli weźmiemy pod uwagę różnorodność napięć, ilości świec, kształtu lampy formy oprawki, to nie zdziwi nas, że w krótkim czasie powstało około 6 000 typów żarówek, co niezmiernie utrudniało i podrażało produkcję. Dążność do racjonalizacji i normalizacji produkcji, charakteryzująca ostatnie lata rozwoju przemysłowego, dotarła naturalnie i do przemysłu żarówkowego i gospodarki elektrycznej; znormalizowano przedewszystkiem napięcia: w roku 1913 było w Ameryce przeszło 50% instalacji na rozmaite napięcia, które dziś są uważane jako anormalne, obecnie zaś mamy przeszło 90% instalacji na 3 napięcia, uznane za normalne. Postęp ten mniej szybko idzie w Europie, gdyż niektóre państwa, jak

np. Niemcy mają 5 napięć normalnych, jednak i tu wiele już zrobiono w tym kierunku. Dla przemysłu żarówkowego i ściśle z nim związanego dobrobytu elektrowni ważnym niezmiernie żądaniem było jaknajwiększe potanień kosztu światła elektrycznego, na który wpływają 3 czynniki: koszt lampy, zużycie watów na jednostkę świetlną i koszt jednostki pracy elektrycznej; pierwsze dwa czynniki zależą od sprawności przemysłu żarówkowego, ostatni — od postępów w budowie i eksploatacji elektrowni. Jak wielką pracą ducha włożono w te wysiłki i jakie osiągnięto wyniki, wskazuje rys. 2.



Rys. 2.

Figura I daje współczynnik cieplny elektrowni cieplnych; wynosił on w r. 1900 7%, w 1926 — 20%; figura II daje koszt wytwarzania prądu; jeśli przyjmimy go w r. 1900 za 100, to w r. 1926 wynosi on 40; figura III daje koszt 1 000 lumenów w ciągu godziny; ze 100 w roku 1900 spadł on na 12 w roku 1926. Ta ostatnia liczba wyraża więc wspólny wysiłek przemysłu żarówkowego i elektrownianego, dokonany w celu udostępnienia światła elektrycznego najszerszym masom.

Wracając do przemysłu żarówkowego, musimy stwierdzić nadzwyczajny wzrost jego od chwili wynalezienia żarówki wolframowej. Powstało w pierwszym okresie mnóstwo mniejszych i większych fabryk, korzystających z rozmaitych patentów, o które przeważnie toczyły się przewlekłe procesy, gdyż różne wynalazki i sposoby wytwarzania włókna wolframowego następowały jedno po drugim w krótkim czasie i nie było możliwe ustalenie pierwszeństwa lub wyłączności pewnego systemu. Dopiero wynalezienie sposobu ciągnięcia drutu wolframowego i ustalenie prawa patentu na sposób nawijania drutu w lampie oddały niejako monopol fabrykacji żarówek wolframowych w ręce kilku wielkich firm, które zawarły między sobą międzynarodowy kartel żarówkowy. Miało to wpływ bardzo korzystny na jednolitość gatunku lamp, na postęp w fabrykacji i na potanień żarówki, gdyż skoncentrowanie fabrykacji w wielkich zakładach pozwoliło na zmniejszenie do minimum kosztów własnych, a więc nawet przy większych zyskach, na obniżenie ceny sprzedażnej dla osiągnięcia głównego celu — stałego udostępnienia oświetlenia żarowego coraz to szerszym warstwom przez obniżenie kosztu. Rysunek 2 wskazuje nam, jak wysiłki te zostały uwierzczone powodzeniem. Międzynarodowy kartel żarówko-

wy należy do najdawniejszych i najsprawniej funkcjonujących karteli, zapewniając niewątpliwie korzyści swoim członkom, czego dowodzi przedłużenie go na następne lat 20 do roku 1952; trzeba jednak przyznać, że korzyści dla konsumenta i dla rozwoju światła elektrycznego są również widoczne, gdyż nigdy małe fabryki nie mogłyby dostarczyć dobrego towaru po niskiej cenie i nie zdołałyby przeprowadzić tej olbrzymiej propagandy oświetlenia elektrycznego, co rozporządzający wielkimi środkami kartel, a również dokonać tych wszystkich ulepszeń, które zawdzięczamy pracom we wspaniale urządzonych laboratoriach wielkich fabryk. Dzisiejsza produkcja żarówek na całym świecie szacowana jest na 900 milionów sztuk rocznie, z czego na Amerykę przypada około 320 mil. dużych żarówek i ok. 210 mil. małych, na Europę zaś ok. 300 mil. dużych i ok. 60 mil. małych. Liczby te odnoszą się do roku 1927, roczny wzrost zaś można oceniać na przeciętnie 10%. Ameryka produkuje głównie na własne potrzeby, gdyż wywóz stanowi tam zaledwie 2,5% produkcji, Europa zaś eksportuje dużą część swojej produkcji do innych części świata. Nawiększe kwoty eksportowe przypadają na głównych europejskich członków kartelu, a więc na koncerny Osram, Philips, angielskie General Electric Co, Compagnie des Lampes Paris i Vereinigte Glühlampenfabriken Ujpest (Tungsram). Wartość pieniężna światowej produkcji żarówkowej ocenia się na ok. 2 miljardy złotych. Jak poważne placówki stanowią fabryki żarówek w ogólnym dorobku przemysłowym, widać z kilku poniższych danych. Fabryka Philipsa w Holandji, która powstała w roku 1891, zatrudniając początkowo 40 robotników i urzędników, zatrudnia dziś 40 000 ludzi w dziale lampkowym i radjowym; fabryki koncernu Osrama w Berlinie i Tungsrama w Budapeszcie obliczają swoją zdolność produkcyjną na setki tysięcy lamp żarowych dziennie, zatrudniając w samym dziale lampkowym dziesiątki tysięcy pracowników.

Największe te firmy żarówkowe posiadają również swoje fabryki w Polsce; są to mianowicie: Zjednoczona Fabryka Żarówek (Tungsram), Polskie Zakłady Philips i Polska Żarówka Osram. Oprócz tego mamy jeszcze Małopolską Fabrykę Żarówek, do niedawna opartą o wyłączenie polskie kapitały. Fabryki te posiadają zdolność produkcyjną, przekraczającą zapotrzebowanie krajowe, które obliczane jest mniej więcej na 8 000 000 sztuk rocznie; ponieważ zaś eksport wskutek umów międzynarodowych jest dla Polski wyłączony, muszą one opierać się jedynie na zbycie w kraju i wskutek tego nie mogą całkowicie wyzyskać swej możliwości produkcyjnej. Produkowane są wszelkie normalne typy żarówek wolframowych zarówno próżniowych, jak i gazowanych; natomiast produkcja lamp nie-normalnych, a więc bardzo małych lub bardzo wielkich nie opłaca się wskutek zbyt małego zapotrzebowania i są one sprowadzane z fabryk, które posiadają specjalne oddziały dla wyrobu tego rodzaju żarówek. W każdym razie możemy być pewni, że tak niezbędny dla całości naszego życia gospodarczego, a zahamowany chwilowo dalszy rozwój elektryfikacji kraju zostanie nasze fabryki żarówek zupełnie przygotowane do znacznego powiększenia swojej produkcji.

Z przykrością musimy stwierdzić, że obecny kryzys gospodarczy nie tylko powstrzymał te nikłe prace elektryfikacyjne, które byliśmy w stanie prowadzić własnymi kapitałami w oczekiwaniu przystąpienia do wykonania wielkiego planu elektryfikacyjnego, ale nawet skłonił rząd w poszukiwaniu nowych źródeł dochodu do obłożenia podatkiem prądu świetlnego; nie zwraca się przytem uwagi, że drobny stosunkowo dochód z tego źródła w żadnej mierze nie może skompensować strat gospodarczych i kulturalnych, które za sobą pociąga.

Rzućmy jeszcze okiem na przyszość oświetlenia i przemysłu żarówkowego. Wydaje się, że od dłuższego czasu żarówka wolframowa znajduje się w tej sytuacji, w której była żarówka węglowa w chwili, gdy rozpoczęły się prace nad żarówką metalową; dalszy postęp w kierunku uzyskania większej ekonomii, a nawet i potaniaenia kosztu dotychczasowej żarówki nie wydaje się możliwy; dla uzyskania tych celów trzeba szukać jakiejś zmiany zasadniczej. Przepowiadał to znany elektrotechnik i fizyk Steinmetz już na kongresie w Filadelfji w roku 1916. „Wszystkie wysiłki polepszenia wydajności źródła światła” — mówi on — „muszą krążyć dookoła ciała żarzącego się, które przetwarza otrzymaną energię elektryczną na światło. Tu, jak i w całej fizyce możliwą jest wydajność bardzo wysoka, jeżeli transformowanie energii odbywa się z formy wyższej na niższą lub podobną. Przeciwnie, jeżeli transformowanie odbywa się z formy niższej, jak ciepło na formę wyższą, jak energia mechaniczna, trzeba zawsze oczekiwać złego wyzyskania. Wydaje się niewątpliwie, że maksymalna wydajność lamp żarowych wolframowych została prawie osiągnięta i nie można oczekiwać postępu na tej drodze. Najbardziej korzystnym sposobem bezpośredniego przetwarzania energii elektrycznej w energię świetlną wydaje się obecnie być łuk świecący, dzięki któremu zbliżamy się do możliwej produkcji teoretycznej światła — 300 do 400 lumenów na wat: w laboratoriach osiągnano już wydajność 100 lumenów/wat (mniej więcej 8 św/wat czyli 0,12 W/św). Ostatecznie, wydajności, zbliżające się do granicy teoretycznej 300—400 lum/wat, mogą być oczekiwane w niezbadaanej dziedzinie elektroluminiscencji; fizyk posiada tu przetwarzanie energii o największej wydajności, jeśli mierzyć będziemy energię pochłanianą i otrzymane światło; pozostaje wynaleźć metodę, umożliwiającą zastosowanie energii wydawanej przez ciało luminiscentujące”. A sam wynalazca pierwszej praktycznej żarówki węglowej, Edison, z cechującą go przenikliwością i zmysłem praktycznym niebawem po jej wynalezieniu wypowiedział słowa, które słusznie zastosować można i do dzisiejszej żarówki wolframowej: „Zaden wynalazek nie jest kompletny, a dzisiejsza żarówka nie jest żadnym wyjątkiem; jest ona narazie najbardziej racjonalną z dotychczasowych, przyjdzie jednak dzień, kiedy stanie się ona jeszcze bardziej racjonalną i zimniejszą. Ideałem jest robaczek świętojański; pewnego dnia podejmiemy dość blisko do robaczka świętojańskiego, nie przejmując niemilego koloru jego światła. Zadanie to wymaga jeszcze wiele łamania głowy i prób”. Widzimy, że obaj cytowani: uczyony i praktyk zgódnie

przewidywali przyszłość oświetlenia elektrycznego w dziedzinie luminiscencji, a rzeczywistość zdaje się potwierdzać ich przewidywania, czego dowodzą najnowsze postępy światła neonowego.

Jeżeli mówiliśmy wyżej, że rozwój żarówki wolframowej jak gdyby osiągnął już swój punkt najwyższy, to nie znaczy to wcale, aby dalszy rozwój przemysłu żarówkowego miał być zahamowany, zanim nie zjawi się nowa praktyczna lampa do oświetlenia wnętrz. Tylko teraz punkt ciężkości sprawy potaniaenia światła żarowego musi być przeniesiony z fabrykacji żarówek na elektrownie; nie mogąc narazie osiągnąć większej wydajności żarówki, musimy, chcąc udostępnić światło elektryczne, osiągnąć niżenie ceny prądu świetlnego. Jest to zastanawiające, że elektrownie, które powstały i zawdzięczają swój kolosalny rozwój światłu elektrycznemu, z chwilą wykorzystania energii elektrycznej do wytwarzania siły mechanicznej, zwróciły całą swoją działalność w kierunku zdobywania odbiorców na prąd dla siły, zaniebując dziedzinę światła i wogóle prądu do użytku domowego. Zapewne, że tłumaczy się to możliwością sprzedaży wielkich ilości prądu małej ilości dużych odbiorców, obawą otrzymania wielkiego obciążenia szczytowego i chęcią najlepszego wyzyskania maszyn elektrowni w okresie

dziennym; jednakże na sprawę pewnego zaniedbania tego poważnego i korzystnego źródła zbytu, jakim jest prąd świetlny, została już zwrócona baczna uwaga, naturalnie przedewszystkiem w Ameryce, ale przeniknęło już i do Europy zrozumienie, że oświetlenie elektryczne ma jeszcze przed sobą ogromne możliwości i może stać się dla elektrowni źródłem wielkiego zbytu, jeśli tylko będą stosowane odpowiednie systemy propagandy, a co najważniejsza, taryfy, zapewniające korzyści dla odbiorców światła. W Ameryce obecnie stan rzeczy jest taki, że około 27% rocznej produkcji prądu oddane zostaje na światło, około 58% na siłę i około 16% na trakcję; natomiast dochód brutto elektrowni wynosił 67% ze sprzedaży prądu świetlnego, około 23% ze sprzedaży prądu do siły i około 10% za prąd do trakcji. Widzimy więc, że prąd świetlny dostarcza elektrowniom największego dochodu, gdyż odbiorca najbardziej jest skłonny płacić wyższą cenę za światło elektryczne, dzięki jego nieporównanym zaletom. W krajach europejskich prąd świetlny wynosi zaledwie 8% do 15% całego sprzedawanego prądu, a więc jesteśmy jeszcze bardzo daleko w tyle za Ameryką i elektrownie mają przed sobą bardzo wdzięczne pole do wyzyskania, a wówczas zbyt żarówek może się jeszcze wielokrotnie powiększyć.

## Z HISTORJI ZJAWISKA EDISONA.

Prof. Dr. J. Groszkowski.

Istotną część lampy katodowej — znajdującej tak szerokie zastosowanie w radiotechnice społecznej oraz w szeregu innych dziedzin techniki i badań naukowych — stanowi żarząca się katoda. Działanie takiej katody opiera się na zjawisku, zauważonem poraz pierwszy w r. 1883 przez T. A. Edisona, nazwanem zjawiskiem Edisona.

W ciągu pół wieku ten drobny napozór fakt, nie zdradzający wówczas jeszcze brzemienności w doniosłe następstwa, został wyzyskany i wszechstronnie oświetlony przez bardzo licznych badaczy. Przy sposobności zestawienia dorobku naukowo-technicznego T. A. Edisona, podajemy wzmiankę historyczną, dotyczącą tego odkrycia.

Pierwsza wiadomość o zjawisku Edisona ukażała się 12 grudnia 1884 r. w tygodniku „Engineering” (str. 553) pod tytułem: „Zjawisko w lampie Edisona”. Oto jej brzmienie dosłowne.

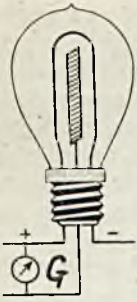
„Na Wystawie Filadelfijskiej na stoisku Edisona demonstrowane było ciekawe zjawisko. Wewnątrz lampy żarowej Edisona, pośrodku, między końcami włókna, była umieszczona izolowana elektroda w postaci paska platynowego w ten sposób, iż jej brzeg znajdował się w odległości około pół cala poniżej wierzchołka pętli włókna. Gdy galwanometr został włączony między elektrodę, a jedną z końcówek włókna, to przy zapalanej lampie zaobserwowano prąd, którego kierunek zmieniał się zależnie od tego, czy do przyrządu był przyłączony zacisk + czy — włókna lampy. Wskazuje to na istnienie wyładowania, czy też

prądu przez próżnię lampy. Prąd stawał się wielokrotnie silniejszy, gdy galwanometr był łączony z biegunem dodatnim włókna węglowego. Również prąd wzrastał, gdy zwiększano prąd we włóknie lampy. Po pewnym czasie użytkowania lampy prąd w galwanometrze stawał się słabszy, może wskutek pewnego efektu polaryzacji, tak jak to zauważył Edlund w swych doświadczeniach z wyładowaniami w próżni. Gdy lampa pozostaje przez pewien czas w spoczynku, prąd ten odzyskuje swą wartość. Również otrzymano prąd poprzez szkło lampy, przykładając elektrodę platynową na zewnątrz ścianki bańki. Zdawałoby się, że w lampach tych cząsteczki powietrza (lub węgla) w stanie naładowanym zostają wydzielane i wyrzucane po liniach prostych przez włókno”.

Następnie, w tydzień później, dnia 19 grudnia \*) w sprawozdaniu z „Elektrycznej Wystawy Filadelfijskiej” C. J. H. Woodbury z Bostonu pisze między innymi o tem zjawisku:

„Pan Edison pokazał piszącemu te słowa nowe doświadczenie, które zdaje się wskazywać na przechodzenie elektryczności przez próżnię w bańce lampy żarowej od jednego końca włókna węglowego do drugiego; w związku z tem występują pewne zjawiska, dla których nie znaleziono jeszcze wyjaśnienia. W lampie (rys. 1) umieszczony jest pasek platynowy  $1\frac{1}{2} \times \frac{1}{4}$  cala, umocowany

\*) Engineering 1884, Dec. 19, p. 571.



Rys. 1.

do przewodnika, znajdującego się pośrodku pomiędzy gałęziami włókna węglowego. Pomiedzy dodatni przewód lampy, a przewód prowadzący do tego listka platynowego włączono galwanometr.

Niewielkie wychylenie (w prawo) wskazówki tego galwanometru, jakie występuje przy słabym prądzie w lampie, rośnie wraz ze wzrostem tego prądu aż do pewnego punktu, poczem zaczyna się zmniejszać.

Nie wyrażając żadnego pozytywnego zdania o przyczynie tego krytycznego punktu przy przechodzeniu prądu w galwanometr, p. Edison wysunął myśl, iż możliwe jest, że w tak wysokiej temperaturze, w jakiej się to odbywa, węgiel zamienia się z substancji elektrododatniej na elektroujemną.

Zamiast galwanometru włączano również przekaźnik telegraficzny; jego kotwica była trzymana trwale pod wpływem prądu przez elektromagnes.

Opór galwanometru wynosił 20 omów, jego wychylenie maksymalne 80 działek; spadało ono do około 40 działek, gdy prąd we włóknie lampy zwiększono do jego wartości maksymalnej.

Należałoby naturalnie sądzić, że galwanometr, umieszczony między drutem środkowym, a ujemnym, powinien wskazać prąd o kierunku przeciwnym; jednak wychylenie — jeśli można o takim tu mówić — wyniosło tylko około 1 podziałki, bowiem wstrząsą budynku, pochodzące od maszyn,

powodowały pewne vibracje wskazówki, które przeszkadzały dokładnym pomiarom. Wydaje się, jakoby te wyniki wskazywały na istnienie materji promienistej, analogicznej do tej, jaka poraz pierwszy została zbadana przez p. Crookes'a; w każdym razie są one warte dokładnego zbadania".

Tyle dała Ameryka. Dalsze badania zjawiska Edisona przypadły w udziale Europie.

Mianowicie w końcu r. 1884. W. Preece otrzymał od Edisona pewną ilość lamp żarowych ze specjalnie umieszczonemi elektrodami dodatkowemi. Po przeprowadzeniu szeregu doświadczeń Preece w marcu 1885 r. zreferował wyniki w Royal Society of London. Dalszemi badaniami nad tem zjawiskiem zajmowali się J. Fleming oraz W. Hittorf. Wyniki swych badań przedstawił J. Fleming w następnych latach (1889—1890) w tem samem Royal Society oraz w Royal Institution; ustalił on niezbitcie, iż mamy tu do czynienia z wydzielaniem przez włókno węglowe ujemnych ładunków elektrycznych oraz że podobne własności również wykazują inne ciała rozżarzone np. platyna.

Jednak dopiero J. Thomson w 1899 r. — jak wiadomo — zbałał istotę wydzielanego w ten sposób ładunku ujemnego, stwierdzając istnienie „atomu" elektryczności, t. zw. elektronu.

Dalsze badania zjawiska Edisona, które doprowadziły do praktycznego wyzyskania jego przy budowie lamp katodowych, zawdzięczamy przede wszystkim Richardsonowi, Fleming'owi i Wehnelt'owi.

## AKUMULATORY EDISONOWSKIE.

Inż. Gustaw Hornziel.

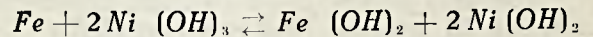
Poszukiwania w kierunku wynalezienia akumulatora elektrycznego o odmiennych cechach od istniejącego akumulatora ołowianego zainteresowały T. A. Edisona głównie ze względu na trąckę elektryczną i w tym celu poświęcił on wiele czasu na dokonanie doświadczeń w dziedzinie zachowania się różnych związków metali w roztworach zasadowych.

Przed Edisonem podobne badania, prowadzone były przez wielu eksperymentatorów, jednakże wyników dodatnich one nie przyniosły. Ogniwo elektryczne „żelazo - ług potasowy - tlenek niklu" wynalezione zostało po raz pierwszy przez Darrius'a w 1893 roku, praktycznej jednak postaci nie przybrało. Podobnie patent Jungnera z r. 1899 na ogniwo z elektrodami ze srebra i miedzi w roztworze alkalicznym również pozostał tylko w dziedzinie prób.

Pierwsze doświadczenia Edisona zmierzały do przekształcenia na akumulator ogniwa galwanicznego Lalande'a, co rzeczywiście mu się udało po dokonaniu zamiany elektrody cynkowej w powyższem ogniwie na kadmową. Kombinacja ta, „kadm-wodorotlenek potasu - tlenek miedzi", została opatentowana przez Edisona w r. 1900, jednak przemysłowego zastosowania także jeszcze nie znalazła. Dopiero w rok później Edison zatrzymał się

na układzie „żelazo - wodorotlenek potasu - tlenek niklu", doprowadzając konstrukcyjne ukształtowanie do postaci już całkiem konkretnej, przydatnej dla praktyki i opatentował nowy akumulator w r. 1901, wkrótce potem wprowadził dalsze ulepszenia konstrukcyjne, opatentowane jeszcze w tym samym roku 1901.

Zasadnicze reakcje chemiczne w akumulatorze żelazo - niklowym można przedstawić jak następuje:



← ładowanie; → wyładowanie.

W reakcji tej nie jest brany pod uwagę wyższy wodorotlenek  $Ni(OH)_4$ , przechodzący po pewnym czasie samoczynnie w wodorotlenek niklowy  $Ni(OH)_3$ .

Zgodnie z powyższemi przemianami masa czynna zawiera (wyrażając stan chemiczny w tlenkach bezwodnych) nietrwały nadtlenek  $NiO_2$ , oraz tlenek niklowy  $Ni_2O_3$ , zaś płyta ujemna — czyste żelazo  $Fe$ .

W stanie wyładowanym masa czynna płyt dodatniej przechodzi w tlenek niklawy  $NiO$ , zaś masa czynna płyty ujemnej w tlenek żelazawy  $FeO$ . Przy bardzo głębokiem wyładowaniu utle-

nianie się żelaza postępuje jeszcze dalej, aż do tlenku żelazowego  $Fe_2O_3$ , jednakże w praktyce ta część wyładowania nie bywa wykorzystywana, ponieważ wywiera to wpływ niekorzystny na aktywność masy, a siła elektromotoryczna zmniejsza się o ok. 20%. Praktycznie ograniczenie wyładowania osiąga się zastosowaniem płyt dodatnich o niższej pojemności (z masą niklową) w ten sposób, żeby przy całkowitem wyładowaniu płyty dodatniej, głębokie wyładowanie płyty ujemnej nie mogło jeszcze mieć miejsca.

Stosownie do pierwszego patentu Edisona z r. 1901 płyty akumulatora miały być wykonane z ramek stalowych niklowanych, do których byłyby przynitowane zzewnątrz arkusiki dziurkowanej blachy niklowej lub stali poniklowanej, grubości 0,125 mm. Stosownie do drugiego patentu powyższy sposób wykonania płyt został zarzucony i nowa płyta złożona została z oddzielnych prostokątnych pudełeczek, zwanych kieszonkami, zaciśniętych w ramce stalowej. Konstrukcja ta znalazła zastosowanie w równej mierze dla płyt ujemnych, jak i dodatnich.

Fabrykacja masy czynnej także uległa pewnym zmianom w porównaniu z pierwszym pomysłem; sposób fabrykacji masy czynnej płyt ujemnych Edison ustalił ostatecznie dopiero w r. 1903.

Produkcja ujemnej masy czynnej polega na odpowiednim przygotowaniu żelaza. Drobne odłamki czystego żelaza zostają rozpuszczone w kwasie siarkowym, następnie wykryształizowuje się siarczan żelaza  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ , który po oddzieleniu od roztworu suszy się przy temperaturze 200° C i traci 6 cząsteczek wody. Siarczan  $FeSO_4 \cdot H_2O$  spala się potem przy swobodnym dostępie tlenu, dając tlenek  $Fe_2O_3$ . Po usunięciu resztek siarczanu przez płókanie, tlenek ten zostaje bardzo dokładnie sproszkowany, poczem poddaje się go odtlenianiu w atmosferze wodoru, nagrzewając przytem do temperatury 480° C. Z kolei otrzymane żelazo ochładza się i suszy się bez dostępu powietrza, poczem zmieszawszy je z 6% żółtego tlenku rtęci, zwiększającego przewodność wewnętrzną, otrzymujemy masę czynną, gotową do napełniania kieszonek płyt.

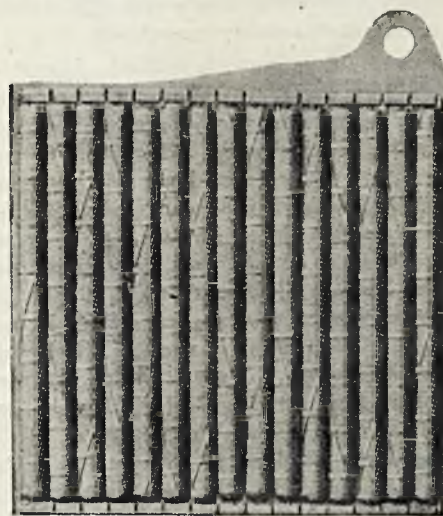
Fabrykacja masy czynnej płyt dodatnich została ustalona w sposób ostateczny już w 1901 r. stosownie do drugiego patentu Edisona. Polega ona na odpowiednim przygotowaniu tlenków niklu. Przygotowuje się roztwór siarczanu niklu (w stanie krystalicznym  $NiSO_4 \cdot 7H_2O$ ), który w reakcji z ługiem sodowym daje wodorotlenek niklu, i po szeregu płókań w celu usunięcia zbędnych siarczanów i węglanów, wodorotlenek niklu suszy się i proszkuje, a w wypadku stosowania go do płyt o konstrukcji kieszonkowej dodaje się do niego jeszcze odpowiednią ilość grafitu, w celu zwiększenia przewodności wewnętrznej masy czynnej.

Jednocześnie z Edisonem, a nawet nieco wcześniej Jungner opatentował swój akumulator kadmowo-niklowy, jednak przez długi czas nie mógł wyciągnąć praktycznych korzyści ze swego wynalazku i dopiero w r. 1910 nadał taką postać akumulatorom kadmowo-niklowym, w której odtąd zaczęto je fabrykować w szwedzkiej fabryce „Nife”. Masa czynna płyt ujemnych powyższych akumulatorów nie składa się jednak z samego kadmu,

lecz zawiera jeszcze znaczną domieszkę żelaza, które Jungner musiał wreszcie zastosować, aby osiągnąć wyniki praktyczne.

Edison nie poprzestał na pierwszym typie swego akumulatora, udoskonalając w dalszym ciągu jego budowę. Zdawał sobie sprawę z tego, że przewaga akumulatora żelazo-niklowego nad ołowianym leżała głównie w mocniejszej budowie konstrukcyjnej i odporności na wstrząśnienia, stąd więc — największe widoki zastosowania w trakcji elektrycznej. Akumulator z płytami dodatnimi kieszonkowymi w praktyce wykazywał pewne braki w ciężkich warunkach pracy trakcyjnej. Zarówno skład masy czynnej z przewodnikiem — grafitem, jak i wytrzymałość mechaniczna kieszonek na naprężenia wewnętrzne dały się udoskonalić.

Przekonawszy się o tem, Edison wstrzymał w r. 1904 fabrykację, poszukując rozwiązania lepszego. Wreszcie w r. 1908 został zbudowany akumulator żelazo-niklowy taki, jaki wykonywamy dzisiaj. W akumulatorze tym płyty dodatnie kieszonkowe zastąpione zostały przez płyty składające się z rurek (tubek) stalowych dziurkowanych, wzmacnianych na obwodzie stalowymi pierścieniami. W tubkach tych masa czynna jest ubijana warstwowo naprzemian z płatkami czystego elektrolitycznego niklu, służącego za przewodnik prądu. Warstewek takich przypada ogółem 630 na tubkę o długości 114 mm, czyli każda warstewka musi posiadać grubość mniejszą, niż 0,2 mm — daje to pewne wyobrażenie o precyzyjności fabrykacji. Sam wyrób płatek niklu także przedstawia sporo trudności ze względu na wymiary poszczególnego płatka 2,5 mm × 2,5 mm ×



Płyta tubkowa Edisona dodatnia.

grub. 0,001 mm. Fabrykacja dokonywa się w ten sposób, że miedziane walce obrotowe pogrążane są naprzemian w kąpeli niklowej i miedziowej, co pozwala utworzyć 125 warstw każdego z tych metali na danym walcu. Przed każdym zanurzeniem walce muszą być spłókanie wodą, a łączna czynność trwa około 5 godzin. Utworzona w ten sposób taśma krajana jest na kwadraciki o boku 2,5 mm, a następnie po rozpuszczeniu chemicznymi sposobami miedzi, znajdującej się pomiędzy warstewkami niklu, po odpowiednim wymyciu i wysuszeniu otrzymujemy ostatecznie płatki niklowe.

Obecnie oprócz fabryki firmy Edison Storage Battery Co. Orange N. 4. w Ameryce oraz niemieckiej D.E.A.C. (Deutsche Edison Accumulatoren Co.), akumulatory analogicznej, tubkowej konstrukcji Edisonowskiej wykonywane są przez fabrykę S.A.F.T. (Société des Accumulateurs Fixes et de Traction) w Romainville pod Paryżem.

Wiadomo dziś dobrze, iż z akumulatorów zasadowych do celów trakcji nadają się specjalnie tylko akumulatory z płytami tubkowymi typu Edisonowskiego z 1908 r., które znajdują poważną

konkurencję tylko w najnowszych konstrukcjach akumulatora ołowianego typu „Ironland” o płytach pancernych z rurkami ebonitowymi, zawierającymi masę czynną (wyrabianych już w kraju przez Zakł. Akum. syst. „Tudor” S. A.).

Do innych zastosowań poza trakcją nadają się z akumulatorów zasadowych głównie akumulatory kadmowo - nikłowe.

Fabrykacja akumulatorów tego typu obecnie zapoczątkowana została w Polsce przez Zakłady Akumulatorowe syst. „Tudor” S-ka Akc. w jej fabryce w Piastowie.

## Z ŻYCIA ORGANIZACYJ.

### STOWARZYSZENIE ELEKTRYKÓW POLSKICH.

#### KOMUNIKAT ZARZĄDU GŁÓWNEGO SEP.

W dn. 5 września, 10 października i 7 listopada b. r. odbyły się posiedzenia Zarządu Głównego SEP. Na posiedzeniach tych omawiano sprawy finansowe Stowarzyszenia, w związku z trudnościami, wywołanymi cofnięciem wpłat Ministerstwa Robót Publicznych na prace przepisowe oraz znacznym wydatkiem na dopłatę do udziałów Stowarzyszenia w Spółce z ogr. odp. „Wydawnictwo Czasopisma Przegląd Elektrotechniczny”. Poza tym ogólna, ciężka sytuacja finansowa w przemyśle i wśród członków SEP wpłynęła ujemnie na stan finansowy Stowarzyszenia. Zgodnie z propozycjami Sekretarza Generalnego uchwalono cały szereg ograniczeń w wydatkach, które pozwolą na zmniejszenie deficytu. Uznano zaś za niezmiernie ważną i pilną sprawę pozyskiwania dalszych członków zbiorowych SEP, celem oparcia budżetu na zasadach samowystarczalności.

Zaznajomiono się ze sprawozdaniami delegatów Stowarzyszenia na Zjazdy międzynarodowe, a mianowicie p. T. Czaplickiego, który brał udział w Kongresie Oświeceniowym oraz w uroczystym obchodzie ku czci Faradaya w Anglii, p. J. Skowrońskiego, który zaznajomił się z organizacją, urzędzeniem i funkcjonowaniem biur Znaków Przepisowego we Francji, Szwajcarii i Czechosłowacji, p. J. Podoskiego, który nawiązał kontakt z szeregiem organizacji elektrotechnicznych w Stanach Zjednoczonych A. P. Ponadto Stowarzyszenie było reprezentowane przez delegację Polskiego Komitetu Wielkich Sieci Elektrycznych na VI-iej Sesji Konferencji Międzynarodowej w Paryżu, gdzie przewodniczył delegacji prof. K. Drewnowski. Prof. Krukowski zwiedzał urządzenie i laboratorium Znaków Przepisowego w Holandji, a inż. J. Obrąpalski — w Szwecji. Wreszcie p. T. Czaplicki brał udział w posiedzeniu Komitetu nomenklatury CEI w zastępstwie prof. K. Drewnowskiego. Sprawozdania z odbytych zjazdów i posiedzeń złożone zostały właściwym organom Stowarzyszenia.

Stowarzyszenie wzięło czynny udział w organizacji uroczystego obchodu ku czci M. Faradaya wspólnie z Polskim Towarzystwem Fizycznym i Polskim Towarzystwem Chemicznym, delegując pp.: prof. M. Pożaryskiego i inż. T. Czaplickiego do Komitetu organizacyjnego obchodu oraz delegując p. T. Czaplickiego do wygłoszenia referatu z ramienia Stowarzyszenia Elektryków Polskich na powyższym obchodzie.

W związku ze śmiercią Thomasa Alvy Edisona wysłana została depecha kondolencyjna do Institute of Electrical Engineers w New Yorku oraz postanowiono zorganizować wieczór odczytowy ku czci Edisona wspólnie ze Stowarzysze-

niem Techników w Warszawie i Organizacją Gospodarki Światłowej.

Ponadto omawiano szereg spraw bieżących i ustalono t. zw. „sztywny kalendarz” stałych funkcji Stowarzyszenia i kalendarz na rok przyszły.

#### ODDZIAŁ LWOWSKI.

Protokół z zebrania odczytowego, odbytego dnia 6 listopada 1931 r. w sali Polskiego Towarzystwa Politechnicznego przy ul. Zimorowicza 9.

Zebrań zagajają prezes Oddziału Inż. Knaus o godz. 18, zapraszając kol. Inż. Łukasza Dorosza do wygłoszenia odczytu p. t.:

„O falach elektromagnetycznych”.

Inż. Łukasz Dorosz omówił na wstępie teorię budowy atomów, podkreślając rolę elektronów, jaką one odgrywają w zjawiskach elektrycznych. Najprostszym z atomów jest atom wodoru, złożony z jądra t. zw. protonu i z jednego elektronu. Atomy wszystkich innych ciał materialnych złożone są z protonów i elektronów. Najważniejszą cechą chemicznego pierwiastka nie jest dziś ciężar atomów, lecz liczba elektronów, zawartych w atomie pierwiastka; ona też określa główne wartości fizyczne i chemiczne danego pierwiastka.

Tę luźną sieć materji, utkaną z protonów i elektronów, spaja potężne pole elektromagnetyczne, które, wypełniając przestrzeń, zastępuje niejako eter kosmiczny. Eter kosmiczny, który zawsze był tylko środkiem pomocniczym, a wreszcie nawet kłopotliwym, znikł prawie zupełnie z widowni, szczególnie pod wpływem teorii względności.

Zamiast fal eteru mamy z punktu widzenia tej teorii fale pola elektromagnetycznego, które same przez się posiadają byt realny w przestrzeni, nie potrzebując do rozprzestrzeniania się w niej żadnego ośrodka, żadnego podłoża substancjonalnego.

Na zakończenie prelegent opisał widmo fal elektromagnetycznych, podkreślając, że wszystkie znane nam do dziś fale elektromagnetyczne, a więc radiowe, ciepłe, świetlne, Röntgenowskie, promieniowanie „gamma” ciał radioaktywnych oraz promieniowanie kosmiczne „ultra-gamma”, stanowią ciąg nieprzerwany od najdłuższych do najkrótszych, że wszystkie one są między sobą identyczne, a różnią się jedne od drugich tylko długością swych fal. Wszystkie one odbijają się, załamują, interferują, uginają według praw jednakowych, wszystkie biegną w próżni z tą samą ogromną prędkością. Fale elektromagnetyczne są zatem jednolitem, fundamentalnym w naturze zjawiskiem.

Zebrań odbyło się przy licznych współudziale członków i gości zaproszonych.



Po krótkiej dyskusji przewodniczący zamknął posiedzenie, dziękując prelegentowi za wygłoszenie interesującego odczytu.

Sekretarz: Inż. Bronisław Lis wł. r.

Prezes: Inż. Konrad Knaus wł. r.

**Protokół z zebrania odczytowego, odbytego dnia 10 listopada 1931 r. w sali Polskiego Towarzystwa Politechnicznego przy ul. Zimorowicza 9.**

Zebranie zağaja prezes Oddziału Inż. Knaus o godz. 18, zapraszając Inż. Jana M. Grzybowskię z Pittsburgh'a do wygłoszenia odczytu p. t.:

„Rozwój, stan obecny i badania naukowe w wielkim przemyśle elektrotechnicznym Stanów Zjednocz. A. P.”.

Prelegent zaznaczył na wstępie, że mówić będzie jedynie o przemyśle wytwórczym, a nie o eksploatacyjnym i podzielił swój odczyt na pięć części: historię rozwoju przemysłu elektrotechnicznego, badania naukowe w wielkich laboratorjach przemysłowych, wyniki, osiągnięte na tem polu w Stanach Zjednoczonych i w Niemczech, stan obecny wytwórczego przemysłu elektrotechnicznego w Ameryce, oraz widoki na przyszłość z amerykańskiego punktu widzenia.

Treść odczytu podano w protokóle zebrania Oddziału Warszawskiego SEP, umieszczonego na str. 660 Przeglądu Elektrotechnicznego Nr. 21, z 1 b. m., gdyż odczyt pod tym tytułem wygłosił poprzednio prelegent w Oddziale Warszawskim SEP.

Odczyt był ilustrowany licznymi przezroczami.

Bardzo licznie zebrani członkowie i goście, wysłuchali obszernego i doskonale opracowanego odczytu z niesłabnącem zainteresowaniem, nagradzając prelegenta rzesistemi oklaskami.

Po krótkiej dyskusji, w której zabierali głos prof. Dr. Krukowski i prof. Dr. Malarski, przewodniczący zamknął posiedzenie, dziękując prelegentowi za wygłoszenie nader zajmującego odczytu.

Sekretarz: Inż. Lis Bronisław wł. r.

Prezes: Inż. Knaus Konrad wł. r.

Program zebrań odczytowych na grudzień 1931 r.

Oddział Warszawski.

**Wtorek dn. 15 grudnia**

1. Inż. I. S c h w a r z m a n. „Elin” — Wiedeń (odczyt po niemiecku): „O selektywnem zabezpieczeniu urządzeń elektrycznych” (Ueber den Selektiven Fehlerschutz elektrischer Anlagen).

Treść: Wymagania stawiane selektywnym zabezpieczeniom. Zasada oporowa, zasada różnicowa. Sposób działania i wykonanie przełączników impedancyjnych i reaktancyjnych, połączenia w układach prądu trójfazowego. Nowoczesny system zabezpieczenia różnicowego. Zasady projektowania selektywnego zabezpieczenia, przykłady i doświadczenia”.

2. Inż. Henryk Tarnawski. „Selektywne zabezpieczenie sieci wysokiego napięcia Elektrowni Okręgu Warszawskiego”.

**Niedziela dn. 20 grudnia**

Wycieczka do podstacji w Szczęśliwicach Elektrowni Okręgu Warszawskiego. Zwiedzenie nowoczesnie urządzonej podstacji. Objasnień na miejscu udzielać będzie p. inż. Henryk Tarnawski.

**Wtorek dn. 22 grudnia**

Inż. I. S c h w a r z m a n (odczyt po niemiecku). „Rozwój szklanych prostowników rtęciowych w ostatnich latach” (Ueber die neuste Entwicklung des Quecksilberdampf - Glasgleichrichters).

Treść: Fizyczne zasady nowych metod pomiarowych przy badaniu zjawisk fizycznych. Zapalanie, wzbudzenie, chłodzenie, porównanie cech prostowników rtęciowych szklanych, żelaznych oraz przetwornic. Praktyczne zastosowanie prostowników szklanych. Możliwości rozwoju w przyszłości. Film.

#### ODDZIAŁ KRAKOWSKI.

Zgłoszenia na członków zbiorowych:

Elektrownia Miejska w Krakowie — Dajwór Nr. 27.

Na Walnem Zgromadzeniu reprezentować będą — Dyr. inż. Henryk Dubeltowicz i prof. inż. L. Zgliński.

Zgłoszenie na członka zwyczajnego:

Pawlik Jan — Łobzowska 9, m. 5, Kraków.  
Sergej Roman — Wieliczka.

#### ODDZIAŁ ŁÓDZKI.

Zgłoszenie na członka zwyczajnego:

Gromadzki Jerzy — Pabjanice, ul. Puławskiego Nr. 8.

#### ODDZIAŁ WARSZAWSKI.

Zgłoszenia na członków zwyczajnych:

Gumiński Jan Władysław — ul. Mianowskiego Nr. 15, m. 20. Warszawa.

Kotelewski Włodzimierz — Piastów, ul. Mazurska Nr. 3, m. 1.

## ZWIĄZEK ELEKTROWNI POLSKICH.

### Zjazd regionalny kierowników elektrowni pomorskich.

W dniach 14 i 15 listopada b. r. odbył się w Żurze zjazd kierowników elektrowni pomorskich, poświęcony zagadnieniom rozpowszechnienia zastosowań elektryczności w gospodarstwach domowych.

Na Zjeździe wygłoszono następujące referaty: p. dyr. inż. Hoffmann: „Uwagi o taryfie ogranicznikowej i blokowej”, p. inż. Kopecki (z Pomorskiej Elektrowni Krajowej Gródek): „Racjonalna taryfikacja w gospodarstwie domowym” oraz p. inż. Gołębiowski (z biura Związku Elektrowni Polskich): „Organizacja propagandy”.

Zjazd dał następujące rezultaty: Uczestnicy przyjęli jako zasadę, że elektrownie winny obok zwykłej taryfy licznikowej mieć dla odbiorców domowych taryfę lub taryfę specjalną o charakterze zachęcającym. Typ taryfy

nie da się ustalić jako szablon dla wszystkich, lecz winien być wynikiem szczegółowych rozważań na tle stosunków lokalnych oraz dokładnej statystyki. Dla celów zorientowania się co do zużycia energii poza światłem i oparcia taryfikacji na otrzymanych cyfrach może dać dobre wyniki taryfa z podlicznikiem, którą należy jednak uważać za stadium przejściowe przed wprowadzeniem taryfy blokowej, opartej na pomiarze jednym licznikiem.

Równoległe z opracowaniem nowych taryf winna iść popularyzacja zasady kupieckiego postępowania elektrowni wśród miarodajnych czynników miejskich (dotyczy to elektrowni miejskich) a następnie akcja wśród odbiorców. Równocześnie i jak najintensywniej winno się propagować używanie energii w gospodarstwach domowych i ułatwiać sprzedaż odpowiednich aparatów.

## S Z K O L N I C T W O .

**Wydział Elektryczny Państwowej Wyższej Szkoły Budowy Maszyn i Elektrotechniki inż. H. Wawelberga i S. Rotwanda w bieżącym roku szkolnym.**

Ilość słuchaczy, przyjętych w bieżącym roku szkolnym na I-szy (ogólny) kurs Państwowej Wyższej Szkoły Budowy Maszyn i Elektrotechniki imienia H. Wawelberga i S. Rotwanda w Warszawie, wynosiła 100 osób; należy zaznaczyć, że kurs ten jest wspólny dla obu wydziałów Szkoły — elektrycznego i mechanicznego i że specjalizacja następuje dopiero na drugim roku studjów. Na wydziale elektrycznym liczba słuchaczy w bieżącym roku szkolnym (w zimowym semestrze) jest następująca: na kursie II-im — 58 (w ubiegłym roku szkolnym 58), na III-im — 45 (39) i wreszcie na kursie IV-ym — 42 (34). Jak widać z powyższych cyfr, ilość słuchaczy w bieżącym roku szkolnym naogół wzrosła, — za wyjątkiem kursu II, gdzie utrzymuje się ona na zeszłorocznym poziomie. W roku szkolnym 1930—31 ukończyły wydział elektryczny z dyplomem technologa - elektryka 33 osoby. Sądząc z ilości słuchaczy na kursie IV, cyfra ta w bieżącym roku szkolnym wyniesie przypuszczalnie około 20% więcej.

Co się tyczy wykształcenia kandydatów na I-szy kurs w bieżącym roku szkolnym, to przyjętych zostało: 34 osoby z wykształceniem 6-ciu klas szkoły średniej (na podstawie wyniku egzaminu konkursowego), 66 osób posiadało maturę szkoły średniej lub też ukończyło średnią szkołę techniczną (razem 100 osób), 39-ciu wreszcie słuchaczy — stanowią drugorocznici (razem 139).

Gdy porównamy cyfry te z analogicznymi liczbami z ubiegłego roku szkolnego, rzuca się w oczy znaczny wzrost kandydatów, posiadających średnie wykształcenie techniczne i maturę. Wzrósł zatem niewątpliwie poziom przygotowania słuchaczy.

A teraz słów kilka o warunkach, w jakich odbywa się praca naukowa w szkole.

Pomieszczenia szkoły, a więc sale wykładowe, kreslarnie i pracownie są w wysokim stopniu przepełnione. Pomijając już bowiem fakt, że szkoła początkowo posiadała jeden tylko wydział (Budowy Maszyn), obecnie zaś posiada ich dwa, — to pod względem ilości słuchaczy została ona zaprojektowana i zbudowana na około 150 osób, podczas gdy obecnie korzysta z jej pomieszczeń około 400 osób. Szkoła jest zatem przeciążona o około 250%.

Z ciekawszych objawów dotyczących osób, pragnących uczęszczać do szkoły, należałoby wymienić liczne zgłoszenia studentów wydziału elektrycznego Politechniki Warszawskiej, zwłaszcza po półdyplomie, z prośbą o przyjęcie ich na wyższe kursy. Nie brak także zgłoszeń mniej lub więcej zaawansowanych studentów - polaków z politechnik zagranicznych, zwłaszcza francuskich. Należy to niewątpliwie zawdzięczać w dużym stopniu doskonałej opinii, jaką cieszy się Szkoła im. H. Wawelberga i S. Rotwanda w świecie technicznym polskim. Z powodu jednakże zupełnego braku miejsca w kreslarniach i pracowniach Szkoły, o czym pisaliśmy wyżej, podania tego rodzaju zostają zazwyczaj załatwiane odmownie.

(n.)

## B I B L J O G R A F J A .

W ü s t e r E., Dr. - I n g.: **Internationale Sprachnormung in der Technik** besonders in der Elektrotechnik. Berlin, VDI - Verlag, 1931. DINB 5, XV/431 S. mit 4 Taf.

Ponad głowami dyplomatów, którym tak trudno w Genewie znaleźć wspólny język porozumienia, wiążą się indziej o ileż szersze i o ile mniej kosztowne węzły zbliżenia ludów w dziedzinie ducha, w nauce! Bezcłowa wymiana dóbr duchowych, międzynarodowe zjazdy, prace normalizacyjne, próby ustalenia wspólnego języka pomocniczego, barkartelizacja przemysłu nawet — bodaj, że prędzej doprowadzą do celu, niż rozmowy udekorowanych panów, co na janusowem obliczu uśmiech mają oblesny dla Genewy, chciwość zaś, obłudę i pięść — na użytek praktyczny.

Z dumą możemy powiedzieć, że w sprawie międzynarodowej normalizacji na czołowym znaleźli się miejscu elektrotechnicy. Świadcstwo temu daje ciekawa książka, która właśnie ukazała się w Berlinie w nakładzie V. D. I. pod tytułem: „Internationale Sprachnormung in der Technik”. Autorem książki jest elektryk, Dr. Inż. Eugenjusz Wüster.

Zamiłowany to, rzeczy można, namiętny apostoł internacjonalizmu w nauce, ściślej — w technice; człowiek mrówczej pracy, jak widać. Dzieło jego — to typowa książka uczonego Niemca z tysiącami odsyłaczy w tekście, co, jak owa anegdotyczna wielotomowa monografia o słoniu...

Cóż jednak zawiera ta wielostronicowa księga? Mojem zdaniem, to, z czym Francuz załatwiłby się (oczywiście bez bogactwa, częściowo bez balastu dowodów) — na

kilkunastu kartkach. D-rowi Wüsterowi idzie o to, aby wzorem normalizacji różnych rzeczy w technice — znormalizować niejako i język. Że jednak nie da to się wykonać w żaden inny sposób, więc musiał W. poprzestać na wyborze jednego z języków istniejących — i wybrał. Inni ludzie do tego samego wniosku dochodzili drogą krótszą, Dr. Wüster obrał drogę mozolną, ujął sprawę szerzej, postanowił dowić i e ś ć: dał w tym celu studjum porównawczo-językowe dużej miary, sięgając wgląd budowy wyrazów i zdań, przeprowadził paralele morfologiczną i semantyczną pomiędzy sześciu głównymi językami (koleją liczebności w macierzystych krajach: angielski, niemiecki, rosyjski, francuski, włoski, hiszpański), porównał rozpowszechnienie ich w świecie, giętkość, wyrazistość, zdolność słowotwórczą, czyli to, co nazywa on „Sprachgüte”, — słowem, zrobił, jak się wyraża, przekrój poprzeczny i podłużny przez języki i doszedł do wniosku, że z naturalnych języków żywych tylko angielski zaślugałby na umiędzynarodowienie w technice. Inne wszelako względy p o z a j ę z y k o w e prowadzą Dra Wüstera do przeświadczenia, że rolę języka porozumiewawczego w technice odegrać powinien język sztuczny — esperanto.

Poczem następuje wielostronicowa teoria tego języka, zasady gramatyki, porównanie go z innymi sztucznymi językami, statystyka rozwoju, opinie o nim uczonych, — słowem, obszerniejszy od wielu specjalnych, podręcznik esperanta.

Wszystko to są rzeczy ciekawsze dla lingwisty, niż dla technika; ale co innego znajdzie technik w książce i za co innego wdzięczny będzie autorowi. Dzieło jest wprost skarbnicą wszelkich informacji, co, kto i gdzie na szerokim świecie zrobił w dziedzinie sztandaryzacji w technice. Czytelnik, interesujący się tą dziedziną, ma tu skupione w jednej książce rozproszone wiadomości o towarzystwach, ich wydawnictwach, normach, słownikach, zjazdach i t. d., — i to tak międzynarodowych, jak i w znacznej mierze krajowych. O ścisłości tych informacji możemy sądzić mniej więcej z tego, co autor pisze o stosunkach naszych. W zwartej, coprawda, formie — bo język polski światowym językiem nie jest — podaje Dr. Wüster wszystkie wydatniejsze objawy działalności na tem polu naszego Stowarzyszenia, Komitetu Elektrotechnicznego, Centralnej Komisji Słowniczkiej, życzliwie działalność tę traktując; zakres, zapewne, niedostateczny dla nas, ale wystarczający dla czytelnika obcego.

Autor, jak widać z cytata, jest pilnym czytelnikiem naszego Przeglądu, a że metodę podobną stosuje do 29-ciu obszarów językowych, można sobie wyobrazić, co za ogrom pracy włożył w swoje dzieło.

Jedna jeszcze rzecz, tak rzadka u autora niemieckiego, cechuje książkę: ani cienia zachłanności germańskiej na tak kuszącym z natury rzeczy terenie; badawczy obiektywizm wszędzie.

Dla polskiego czytelnika ma wszakże książka, niestety, niemałą wadę zewnętrzną, mianowicie ciężki styl niemiecki. Autor wprost jakgdyby się obawiał być za popularnym: myśli swe ubiera w terminy przesadnie naukowe, o rzeczach prostych mówi tonem profesorskim, zimnym, językiem filozoficznym niemal; czyni to książkę mniej przystępną i szkodzi chwilami nawet jasności wykładu.

Dzieło w każdym razie godne uwagi i przestudjowania.

J. Rz.

## Z RUCHU I WYTWÓRNI

### Wypadki niewłaściwego zabezpieczenia urządzeń mechanicznych, napędzanych przez silniki trójfazowe.

Stosowane w praktyce zabezpieczenia silników trójfazowych, jak: bezpieczniki topikowe, elektromagnetyczne wyłączniki nadmiarowe, a ostatnio wyłączniki nadmiarowo-ciepne są przedewszystkiem przeznaczane do ochrony uzwojenia silnika, a właściwie jego izolacji od powodowanego przez przeciążenie osłabienia, a nawet zupełnego zwęglenia. Co się tyczy pierwszych dwóch postaci zabezpieczenia silników, t. j. bezpieczników i wyłączników nadmiarowych, to praktyka wykazała, że w większości wypadków są one niewystarczające i przeznaczenia swego bynajmniej nie spełniają. Ostatni natomiast rodzaj zabezpieczenia — wyłączniki nadmiarowo - ciepne — czynią to o wiele lepiej, nie dopuszczając do zachwiania równowagi między ciepłem, wydzielonem skutkiem strat w silniku, a odprowadzonem nazewnątrz. Tłumaczy się to większem „dopasowaniem” charakterystyki przekaźników ciepłych w tego rodzaju wyłącznikach do krzywej nagrzewania się silnika.

Czy jednak samo zabezpieczenie silnika w sposób właściwy przez nastawienie przekaźników ciepłych — odpowiednio do jego mocy — wystarczy, by tem samem zabezpieczyć napędzane przez silnik ten urządzenie mechaniczne?

O ile moc silnika dobrana została do pobieranej przez napędzany mechanizm mocy w sposób właściwy — wszystko jest w porządku i wyłącznik automatyczny, zabezpieczający silnik, chroni jednocześnie napędzane przezeń urządzenie. Z chwilą bowiem powstania w mechanizmie urządzenia jakiegokolwiek uszkodzenia, które w miarę powiększania się zagrażać może zniszczeniem napędu, — odbija się to w większości wypadków natychmiast na silniku w postaci jego przeciążenia, i — o ile tylko przekaźniki nadmiarowo - ciepne zostały nastawione właściwie — silnik zostaje wyłączony jeszcze przed nastąpieniem katastrofy. Wyłącznik bowiem nadmiarowo - ciepły nie przepuści mocy, która mogłaby poważnie uszkodzić, a nawet zniszczyć mechanizm, — mocy, którą silnik czerpie z sieci. W tym więc wypadku, zabezpieczając silnik, chronimy naogół tem samem napędzane przezeń urządzenie mechaniczne.

Inaczej rzecz się przedstawia, gdy moc nominalna silnika nie jest dobrana do pobieranej przez napęd mocy, co w ruchu hutniczym i kopalnianym, a także w dużych elektrowniach niekiedy się zdarza. Bywają wypadki, że przy wymianie silnika, brak nieraz poprostu czasu na szukanie i dobieranie (o ile niema pod ręką zapasowego motoru) najodpowiedniejszego co do mocy, skutkiem czego ustawia się silnik pierwszy lepszy, nadający się przedewszystkiem pod względem wymiarów i ilości obrotów. Poza to większe zakłady przemysłowe i elektrownie często wykonują w swych warsztatach dla własnego użytku różnego rodzaju urządzenia transportowe, jak elewatory, wciągarki, taśmy transportowe i t. d., przy których dokładne obliczenie zapotrzebowania mocy nie zawsze jest proste. Dobiera się wówczas „na oko” silnik, przyczem rzadko kiedy przeprowadza się nawet pomiar prądu, pobieranego przez silnik w różnych warunkach pracy napędu. Dobrany w ten sposób silnik bywa zazwyczaj większy od wymaganego, w wypadku bowiem ustalenia silnika o mocy niedostatecznej, wymienia się go po stwierdzeniu spowodowanego przeciążeniem nagrzewania lub też niedostatecznego momentu rozruchowego — na większy. Skoro więc w jednym z tych wypadków przekaźniki ciepłe wyłącznika nastawione zostaną nie podług mocy, pobieranej przez urządzenie mechaniczne w normalnych warunkach pracy, lecz podług prądu nominalnego silnika, zdarzyć się może wypadek, że w napędzaniu urządzenia, powstaje uszkodzenie; jakkolwiek powoduje to zwykle wzrost mocy w stosunku do normalnie przez napęd pobieranej, to jednak — skutkiem wadliwego nastawienia przekaźników ciepłych — na przeciążenie to zupełnie one nie reagują, dopóki nie zostanie przekroczona wartość prądu nominalnego silnika. W ten sposób całość napędzanego urządzenia zostaje zagrożona i w większości wypadków dość jest krótkiego czasu, by zostało ono poważnie uszkodzone. — Poniżej przytoczę zacytowane z praktyki dwa wypadki tego rodzaju:

1. Do napędzania rusztów łańcuchowych ustawiono w kotłowni szereg silników trójfazowych, pierścieniowych i zwartych, o mocy 3 kW i 5,5 kW, — część bowiem rusztów (starszego typu) pobierała moc około 5 kW, ruszta zaś nowszego typu — około 3 kW. Pewnego razu, z powodu

uszkodzenia przy jednym z kotłów silnika o mocy 3 kW, ustawiony został przy powyższym prowizorycznie silnik o mocy 5,5 kW, przy czym wykonujący ustawienie dyżurny elektrotechnik zmienił nastawienie przekaźników cieplnych wyłącznika stosownie do prądu nominalnego silnika 5,5 kW. Po kilku dniach nienagannej pracy napędu uległo zgnieceniu łożysko kulkowe od wału napędowego rusztu; zdarzało się to zresztą i dawniej, lecz wówczas — wskutek zacierań się wału — następowało zahamowanie silnika i wzrost prądu (około 60%); o ile jednak przekaźniki cieplne były nastawione właściwie, następowało w krótkim czasie wyłączenie silnika. W tym jednakże wypadku — mimo wzrostu prądu — silnik pracował dalej; — jakkolwiek bowiem niewątpliwie i tym razem nastąpił znaczny wzrost prądu w stosunku do normalnego, to jednak pobierana przez napęd rusztu moc była wciąż jeszcze mniejsza od mocy nominalnej silnika, nastawiane zaś na jego nominalny prąd przekaźniki cieplne nie reagowały. Po krótkim czasie obsługa kotła zauważyła uszkodzenie, poczem silnik wyłączono, zresztą w samą porę, gdyż napędowi groziło ukreśnienie wału silnikowego, co spowodowałoby całkowite unieruchomienie kotła na przeciąg dłuższego czasu.

2. Elewator, używany do ładowania na wagonetki usuniętych z pod kotłów popiołu i szlaku, dłuższy czas napędzany był przez trójfazowy silnik asynchroniczny o mocy 6 KM, przy czym przekaźniki nadmiarowo - cieplne nastawione były odpowiednio do prądu nominalnego silnika. — Zdarzało się, że po dłuższej pracy łańcuch elewatora, na którym umocowane były skrzynki transportowe, uległ zluwowaniu, skutkiem czego, chwilami, podczas ruchu skrzynki zahaczały o ścianki z blachy, wewnątrz których się poruszały; silnik ulegał zahamowaniu i wyłącznik zwykle go wyłączał. W razie niemożności ponownego uruchomienia elewatora przystępowano natychmiast do jego rewizji i naprawy.

Po pewnym czasie — z powodu wyrobienia się panelek — silnik ten wymieniony został na inny o mocy 8 KM (z braku rezerwowego), przy czym przekaźniki wyłącznika przedstawiono odpowiednio do mocy tego silnika. Po pewnym czasie powtórzyło się opisane wyżej zahaczanie skrzynek o blachę, jednakże wskutek niereagowania wyłącznika, łańcuch elewatora został zerwany a całe urządzenie na dłuższy czas unieruchomione.

Okazało się, że przy ustawianiu silnika o mocy 6 KM pobierana przez elewator moc nie była dokładnie wiadoma, ani też mierzona (wynosiła ona, jak później zmierzono, około 5,5 KM), i ustawiony silnik przypadkowo nadawał się do napędzania elewatora, wobec czego i nastawienie przekaźników odpowiadało pobieranej przez urządzenie mocy.

Wypadki te, jak i szereg innych dla braku miejsca nieprzytoczonych, dowodzą, jak ważnym jest dokładny pomiar mocy, pobieranej przez mechaniczne urządzenia w różnych warunkach pracy; tylko bowiem mając tę moc, można należycie zabezpieczyć te tak ważne dla utrzymania ruchu urządzenia.

L.

#### Ochrony transformatorów.

W zeszycie 21 „Przeglądu Elektrotechnicznego”, na str. 665-iej, w artykule: „Dwa wypadki z praktyki transformatorowej” — p. W. Ko. podał dwa ciekawe wypadki działania ochrony Buchholz'a.

Wypadek 1-szy, opisany przez p. W. Ko., w zupełności potwierdza doświadczenia, podane przez Maxa Buchholz'a

w „ETZ” z 1928 r. na str. 1959-iej, gdzie to umyślnie zostały wykonane przewody ssące i tłoczące oleju obiegowego o różnych przekrojach i badane były różnice ciśnień oraz ilości gazów, zasysanych zzewnątrz.

W drugim wypadku, podanym przez p. W. Ko., należy uważać również za szczęśliwą okoliczność, że była pod ręką rezerwowa zwojnica, umożliwiająca szybką naprawę transformatora. Nie ulega kwestji, że w wypadkach, podanych przez p. W. Ko., oraz liczniejszych jeszcze, podawanych we wspomnianym wyżej artykule w „ETZ” przez M. Buchholz'a, ochrona ta jest doskonała.

Byłoby, być może, wątpliwe, czy zawsze uszkodzenia transformatorów powstają w sposób powolny, niedostrzegalny, czy niema wypadków takich, w których uszkodzenie następuje nagle i to z taką siłą, że ochrona Buchholz'a staje się wówczas bezużyteczną. Na powyższe pytanie mogłaby odpowiedzieć oczywiście tylko statystyka wypadków transformatorowych. Statystyka taka, prowadzona nadzwyczaj skrupulatnie, z możliwie pewnym i dokładnym określeniem powodu uszkodzenia, oddałaby i pozatem nieocenione usługi. Zapewne, zdanie pracowni, naprawiającej uszkodzone transformatory, powinny być również notowane. Dobre i właściwe określenie powodów uszkodzenia pozwoliłoby na racjonalne zastosowanie środków zaradczych, a złe — wprowadziłoby dalsze zakłęcia.

Otóż jeśliby statystyka wypadków wykazała, że transformatory pewnej wytwórni ulegają uszkodzeniom bez widocznego powodu (przepięcia, przetężenia w sieci), to stosowanie tej ochrony będzie celowe, oczywiście w zależności od ceny ochrony i ceny naprawy na jednostkę średniej mocy transformatora. Podany przez p. W. Ko. wypadek 1-szy należy zaliczyć właściwie do błędów konstrukcyjnych transformatora, który powinien być naprawiony po badaniach, na stacji probierczej, w wytwórni.

Trudno tu cokolwiek powiedzieć, na zasadzie doświadczenia, za lub przeciw. Mało jest ludzi, posiadających dużą praktykę przy naprawie większych transformatorów, gdyż podług słów amerykańskich inżynierów, transformatory należą dziś do przyrządów, posiadających największy stopień pewności pracy, a więc mało psujących się.

Miałem możność obserwowania napraw około 200 — 300-stu transformatorów mniejszych, od 10 do 600 kVA mocy, na napięcia do 30 kV i muszę przyznać, że były wypadki uszkodzeń, tworzących się powoli, w których ochrona Buchholz'a byłaby pożyteczna, lecz większość uszkodzeń bezwzględnie następowała wskutek przepięć, zwarć lub wypadków na sieci, w których ochrona ta niczy nie dała.

Pozatem należy mieć na uwadze, że w ostatnich czasach budowa transformatorów zrobiła ogromne postępy. Dziś w wielkich transformatorach na wysokie napięcia izolacja jest projektowana na zasadzie ostatnich oscylograficznych badań fal przepięciowych i dziś już transformatory nie są budowane pod warunkiem, aby wszelkie zakłęcia napięcia przejmowały różne ochrony.

Np. w wytwórni „Elektrobudowa” w Łodzi, która jeszcze nie wyrabia izolacji transformatorów na zasadach jak zanotowany u transformatora, wykonanego w styczniu 1929 roku. Od tego czasu nie było wiadomości od odbiorców wyżej, ostatni wypadek z transformatorem olejowym był o jakichkolwiek wypadkach, choć te nie zależą wcale częstokroć od dobroci wyrobu. Około 400-stu szt. transformatorów olejowych pracuje więc niemal 3-ci rok bez wszelkich ochron.

W. K.

# PRZEMYSŁ I HANDEL.

## Stan przemysłu elektrotechnicznego we wrześniu 1931 roku.

Czynnych zakładów elektrotechnicznych było w całym Państwie 42 wobec 44 we wrześniu r. ub. Liczba robotników, wynosząca 3 785, zmniejszyła się w porównaniu z rokiem ubiegłym o 28,5%. Przepracowano robotniko-godzin tygodniowo 159 413 — o 27,5% mniej, niż w r. 1930. W stanie zamówień nastąpiła lekka poprawa w porównaniu z sierpniem r. b., a mianowicie 29,2% robotników pracowało w zakładach z dobrym stanem zamówień (we wrześniu 1930 r. — 6,1%, w sierpniu r. b. — 28,5%), 29,9% robotników w zakładach o średnim stanie zamówień (we wrześniu 1930 r. — 45,2%, w sierpniu r. b. — 22,9%), na koniec 40,9% w zakładach ze złym stanem zamówień (we wrześniu 1930 r. 48,7%, w sierpniu 1931 r. — 48,6%). Przyjmując zupełnie dowolnie stosunek stanu dobrego do średniego i złego, jak 3 : 2 : 1, otrzymalibyśmy następujące cyfry porównawcze: dla września 1930 r. — 157,4, dla sierpnia r. 1931 — 179,9 i dla września 1931 r. — 188,3.

Pomimo tego lekkiego polepszenia się stanu zamówień przemysł elektrotechniczny podlega ogólnej depresji ekonomicznej, uginając się pod ciężarem podatków i świadczeń społecznych oraz cierpiąc na brak środków obrotowych.

Nie można twierdzić, aby niewypłacalność w tej branży pogorszyła się znacznie, lecz odbiorcy wymagają coraz to dłuższych kredytów i przeciągają terminy płacenia, stawiając często dostawców w trudnym położeniu. Rysem charakterystycznym dzisiejszej sytuacji jest unikanie wszelkiego gromadzenia towarów na składzie, jako nieprodukcyjnego ich „zamrożenia”. Dlatego też niektóre przedsiębiorstwa wyprzedają nawet część surowców, aby uzyskać potrzebną, a coraz trudniejszą do znalezienia gotówkę.

## Produkcja i handel metalami w związku z kryzysem światowym.

Rola metali w gospodarce ekonomicznej świata jest tak ważna, że obrót niemi słusznie uważany jest za pewnego rodzaju wykładnik ogólnej konjunktury ekonomicznej. Zestawienia statystyczne, opracowane przez Towarzystwo Metalowe (Metallgesellschaft A. G.) w Frankfurcie n-M. wykazują niezbicie, iż cykl rozwojowy konjunktury handlowej od 1920 r. do 1930 r. związany był ściśle ze zmianami, zachodzącymi na rynku metalowym w tym okresie.

Rok 1921 był ostatnim momentem okresu depresji, po którym rozpoczął się ośmioletni cykl „lat tłustych” dla produkcji i spożycia metali na rynku światowym. Pomyślna konjunktura osiągnęła swoje maksimum w r. 1929, poczem rozpoczął się stopniowy i równomierny spadek spożycia i cen na całej linii. Oczywiście jest rzeczą, że nowe momenty rozwojowe w gospodarce światowej, jak: coraz silniejszy związek pomiędzy poszczególnymi rynkami, polityka celna, kartelowa i t. d. wpłynęły na inne, niż w r. 1920 ukształtowanie się cen metali w r. 1931 (sierpień). Z wyjątkiem aluminium ceny wykazują poziom niższy, niż w r. 1921, a ceny cynku i miedzi osiągają stan wogóle najniższy z kiedykolwiek notowanych. Nawet przemysł skartelizowany pomimo wszystkich wysiłków nie zdołał się uniezależnić od wpływu czynników rozstrzygających gospodarki światowej.

Co się tyczy miedzi, w której elektrotechnika jest najwięcej zainteresowana, to w produkcji jej największy

udział przypada w ostatnim pięcioleciu Ameryce (zgóra ¼ całej produkcji), Europie 9%, Afryce 8% i Azji 5%. Okres powojenny wykazuje we wszystkich częściach świata, prócz Australii silny rozwój produkcji. Spożycie miedzi, wynoszące w Europie przed wojną 60% ogólnego spożycia, obniżyło się w ostatnim pięcioleciu do 47%, jakkolwiek cyfry absolutne wykazują znaczne zwiększenie. W tym samym czasie Ameryka potrafiła zwiększyć swoje spożycie z 36 na 47%, a Azja z 3 na 5%. Produkcja przedwojenna Europy, wystarczająca na pokrycie 1/3 jej zapotrzebowania, nie wystarcza już po wojnie na utrzymanie tego stosunku, tak, iż w ostatnim pięcioleciu nasza część świata zmuszona jest sprowadzać 8% swego spożycia z za morza. Spożycie miedzi w Niemczech jest mniej więcej takie, jak przed wojną, natomiast wzrosło ono znacznie w innych krajach europejskich. W Ameryce zużywają miedź głównie Stany Zjednoczone, inne kraje amerykańskie są eksporterami surowca. Taką samą rolę dostawcy surowca odgrywa i Afryka. Japonia, poważny spożywca miedzi, zaczyna w ostatnim czasie występować w charakterze eksportera miedzi własnej produkcji. (ETZ, 1931).

## Import i eksport Anglii we wrześniu 1931 r.

Według statystyki Board of Trade stosunki handlowe w tej dziedzinie nie wykazują jeszcze w znaczniejszym stopniu wpływu rozporządzenia rządowego o zawieszeniu standartu złota.

Import i eksport materiałów elektrotechnicznych w Anglii we wrześniu 1931 r. kształtował się, jak następuje.

Wyszczególnienie	Ekspert	Import
	funtów sterlingów	
Materiały i przyrządy bliżej nieoznaczone . . . . .	134 858	159 443
Kable i przewodniki . . . . .	98 677	58 178
Żarówki . . . . .	24 448	41 131
Lampy łukowe . . . . .	251	2 578
Baterje i akumulatory . . . . .	62 549	96 679
Liczniki i instrumenty miernicze		
Węgle . . . . .	2 478	33 046
Tablice rozdzielcze . . . . .	1 201	155
Maszyny elektryczne . . . . .	215 317	117 247
Silniki trakcyjne . . . . .	1 600	—
Inne silniki i generatory . . . . .	170 771	—
Przewody telegraficzne i telefoniczne	17 945	1 504
Kable podwodne . . . . .	989	—
Aparaty telegraficzne i telefoniczne	118 111	159 915
Razem . . . . .	868 822	705 608

W ciągu 9 miesięcy r. 1931 wartość eksportu zmniejszyła się o 4 966 038 f. szt. w porównaniu z tym okresem r. 1930. Import w tym samym czasie spadł o 1 440 930 w porównaniu z r. 1930. Pomimo tego import jest większy we wrześniu, niż w sierpniu o 172 537 f. szt., do czego przyczyniły się głównie: materiały i przyrządy bliżej nieokreślone, żarówki, baterje i akumulatory, węgle, maszyny elektryczne, aparaty telegraficzne i telefoniczne. Najwięcej został dotknięty spadkiem eksport do Ameryki Południowej, Australji, Nowej Zelandji i Kanady.

## R Ó Ż N E.

**Muzeum Przemysłu i Techniki.**

Na zebraniach Sekcji Elektrycznej Muzeum Przemysłu i Techniki w dniach 13 i 20 października 1931 r. ustalili się poglądy, że gromadzenie zbiorów Muzeum w dziale maszyn elektrycznych winno pójść w dwóch kierunkach:

- a) zbieranie eksponatów, obrazujących współczesny przemysł krajowy w tym zakresie i
- b) eksponaty, mające znaczenie historyczne, przedstawiające rozwój budowy maszyn elektrycznych w ogóle. Będą tu wyłącznie produkty fabryk zagranicznych wobec tego, że przemysł krajowy istnieje z małymi wyjątkami dopiero od czasów powojennych.

Program prac przy urządzaniu działu przemysłu krajowego możnaby zaproponować w ten sposób, aby wprowadzić podział eksponatów na 3 zasadnicze grupy:

- A) Maszyny prądu stałego,
- B) Maszyny prądu zmiennego,
- C) Transformatory.

Grupa A): 1) przekrój maszyny prądu stałego płaszczyną równoległą do osi;

2) charakterystyczne części maszyny prądu stałego z wskazaniem w miarę możliwości sposobu fabrykacji;

3) fotografie różnych zastosowań maszyn prądu stałego, a mianowicie: prądnica wielkiej mocy, silnik trakcyjny prądnica o wysokim napięciu do celów radiowych i t. d.;

4) zespoły maszyn do celów specjalnych.

Grupa B): 1) celem przedstawienia przebiegu zjawisk prądów zmiennych byłoby wielce pożądane uzyskanie dla Muzeum aparatu inż. S. Śliwińskiego; aparat ten jest budowany na zasadzie aparatu kinematograficznego;

2) przekrój silnika trójfazowego zwartego;

3) części silnika jednofazowego, zgrupowane na tablicy w sposób, dający pojęcie o fabrykacji tego rodzaju silników;

4) fotografie jednostek większych, jak: silnik pierścieniowy wielkiej mocy, generator trójfazowy, silnik z samoczynnym odśrodkowym rozrusznikiem i t. p.

Grupa G): 1) transformator trójfazowy olejowy mocy około 5 kVA, przygotowany w ten sposób, że jeden rdzeń jest całkowicie uzwojony, drugi—środkowy, posiadający tylko jedno uzwojenie, z rozebranymi u góry blachami rdzenia;

2) cewka wysokiego napięcia transformatora całkowicie wykończona, cewka jak wyżej bakelizowana, przecięta celem uwidocznienia izolacji w przestrzeni między zwojami; cylinder izolujący, izolatory wysokiego i niskiego napięcia;

3) fotografie transformatorów wielkiej mocy i stosowanych do celów specjalnych.

W sprawie wykonania eksponatów postanowiono zwrócić się do szeregu firm krajowych.

Organizację działu maszyn elektr. referował na posiedzeniu dyr. K. Pustoła. Na posiedzeniu byli obecni pp. K. Szpotański, T. Żerański, St. Śliwiński, K. Jackowski, P. Januszewski.

—o—

**Osobiste.** P. Inż. Jan Grzybowski, który, bawiąc czasowo w Polsce, wygłosił w Stowarzyszeniu Elektryków Polskich oraz w innych organizacjach szereg odczytów na aktualne tematy techniczne i przemysłowe, dotyczące Stanów Zjednoczonych, powraca wkrótce do Ameryki. Jak się dowiadujemy, p. inż. Grzybowski podejmuje się udzielania porad technicznych, informacji i wskazówek ogólnie przemysłowych dla firm i elektrowni krajowych i wogóle pragnie stać się łącznikiem w tej dziedzinie między Polską a Stanami Zjednoczonymi, w czym będzie mu pomocna zarówno znajomość potrzeb krajowych, jak i orjentowanie się oraz stosunki na gruncie amerykańskim.

—o—

**LIST DO REDAKCJI.**

Od prof. d-ra L. Staniewicza otrzymaliśmy list treści następującej:

Szanowny Panie Redaktorze!

Uprzejmie proszę o umieszczenie tych kilku słów w najbliższym numerze Przeglądu.

Sprawa określenia mocy w obwodach elektrycznych o przebiegach odkształconych prądu i napięcia należy do zagadnień nietylko ciekawych pod względem teoretycznym, lecz mających również ważne znaczenie w praktyce elektrotechnicznej. W tej kwestji na łamach Przeglądu Elektrotechnicznego, z powodu odnośnego artykułu prof. d-ra inż. S. Fryzego, powstała dyskusja, w której, oprócz prof. Fryzego, zabrał głos narazie tylko niżej podpisany; byłoby do życzenia, aby większe grono wykształconych elektryków zainteresowało się tą sprawą. Ponieważ w ostatnim numerze Przeglądu prof. Fryze w replice swę komunikuje, że w omawianej sprawie ukaże się jego artykuł w ETZ, więc, zdaniem mojem, należy się spodziewać, że elektrycy niemieccy również zechcą się wypowiedzieć. Mając to na względzie, wolę zaczekać z ponownem zabraniem głosu w tej sprawie i z odpowiedzią prof. Fryzemu, tembardziej, że, jak mnie poinformował Szanowny Pan Redaktor, Redakcja Przeglądu jest zawałona obecnie materiałem, przygotowanym do druku.

Proszę przyjąć wyrazy wysokiego szacunku i poważania

Prof. L. Staniewicz.