

# PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN STOWARZYSZENIA ELEKTROTECHNIKÓW POLSKICH.

WYCHODZI 1-go i 15-go KAŻDEGO MIESIĄCA.

PRZEDPŁATA:  
kwartalnie . . . . . zł. 6.—  
Cena zeszytu 1 zł.

Biuro Redakcji i Administracji: Warszawa, Czackiego № 5 m. 24, I piętro  
(Gmach Stowarzyszenia Techników), telefon № 90-23.

Administracja otwarta codziennie od g. 12 do g. 4 po poł.

- Redaktor przyjmuje we wtorki od godziny 7-ej do 8-ej wieczorem. -

Konto № 363 Pocztovej Kasy Oszczędności.

## CENNIK OGŁOSZEŃ:

Ogłoszenia jednoraz. na 1/1 str. - 1. 120  
" " na 1/2 " " 75  
" " na 1/4 " " 40  
" " na 1/8 " " 20  
Strona tytułowa (I) 50 proc. drożej,  
" okładki zewn. (II) 20% " "  
" " wewn. (II) i (III) 20% droż.  
Ogłoszenia strony tytułowej przyjmowane  
są tylko całostronicowe.  
Podwyżka cennika ogłoszeń obowiązuje  
wszystkie już zlecone ogłoszenia od dnia  
zmiany cen bez uprzedniego zawiadom.

Rok VII.

Warszawa, 8 stycznia 1925 r.

Zeszyt 2.



Mościcki



K. Pollak



Aleks. Rothert

Dnia 11 stycznia 1925 roku odbędzie się w Politechnice Warszawskiej podniosła uroczystość wręczenia dyplomów doktorskich trzem wybitnym elektrotechnikom polskim: IGNACEMU MOŚCICKIEMU, KAROŁOWI POLLAKOWI i ALEKSANDROWI ROTHERTOWI.

Z dumą i radością dowiedział się ogół elektrotechników polskich, że politechnika stołeczna ozdobiła tytułem doktora elektrotechniki te trzy dostojne nazwiska. To też dzień 11 stycznia będzie nie tylko dniem święta akademickiego. W dniu tym zjednoczą się wszystkie polskie organizacje elektrotechniczne, by uczcić naszych pierwszych doktorów elektrotechniki i w uznaniu ich zasług złożyć hołd za to, że blaskiem talentu twórczego i wiedzy rozległej rozjaśnili rzeczy nieznanne i wytknęli drogi nowe, że dorobkiem swego umysłu wzbogacili światową skarbnicę wiedzy technicznej, że pokazali nam, w jaki sposób systematyczna i planowa praca badawcza rozwiązuje najtrudniejsze zagadnienia, że przez swe pomysły, inicjatywę i energję stworzyli nowe warsztaty pracy i rozwinęli niejedną gałąź przemysłu krajowego, że stali się dla młodych pokoleń pięknym przykładem zapału i wytrwałości, wzorem prawdziwych budowniczych odrodzonej Polski, że pozyskawszy przez swe prace rozgłos wśród obcych, wstawili imię polskie poza granicami ziemi ojczystej.

## Wentyle Giles'a.

Prof. dr. I. Mościcki.

Przed kilkunastu laty (około 1907 r.) fryburska fabryka<sup>1)</sup> kondensatorów elektrycznych zaczęła wytwarzać nowe aparaty, przeznaczone do zabezpieczania sieci elektrycznych od szkodliwych następstw, wywołanych przepięciami. Aparaty te są znane obecnie pod nazwą wentyli Giles'a, opracowanie zaś podstaw dla ich budowy, zarówno teoretycznych jak i eksperymentalnych, pochodzi ode mnie.

Sprawozdania z tych badań do tej pory nie publikowałem; czynię to obecnie w przekonaniu, że temat ten nie wiele stracił jeszcze na swej aktualności.

\* \* \*

Przy opracowywaniu kondensatorów elektrycznych na wysokie napięcie (r. 1903) zwróciłem uwagę na zjawisko silnego iskrzenia na powierzchniach dielektryków, poczynające się na brzegach okładek kondensatorów. Do badań tego zjawiska stosowałem rurki szklane w formie długich epruwetek, napełnionych rtęcią i w pozycji pionowej zanurzonych częściowo w rtęci. W ten sposób otrzymywało się kondensatory, których okładziny stanowiła rtęć, a dielektryk—szkło.

Po włączeniu tak zbudowanego kondensatora w obwód elektryczny prądu zmiennego o wysokim napięciu, następowało wyładowanie powierzchniowe wzdłuż ścianki rurki rtęciowej.

Ówczesne badania stwierdziły następujące fakty:

- 1) Odległość od brzegu okładziny, do której dochodzi wyładowanie powierzchniowe, jest proporcjonalne do stosowanego napięcia elektrycznego.
- 2) Zmniejszenie grubości dielektryka wpływa na zwiększenie odległości wyładowania.
- 3) Dielektryki o wyższej stałej dielektrycznej powodują również zwiększenie odległości w wyładowaniu.

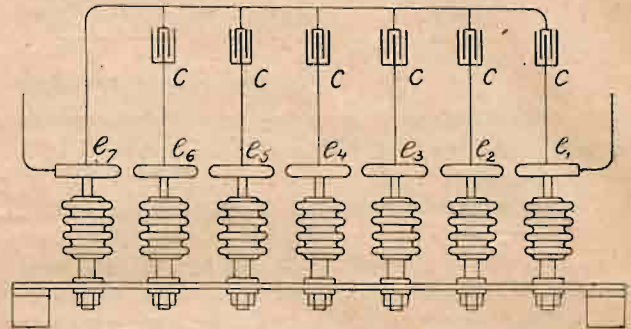
Bliższe wniknięcie w warunki wyładowań elektrycznych na powierzchniach dielektryków pozwoliło mi na zbudowanie modelu, odtwarzającego w sposób bardziej przejrzysty mechanizm omawianego zjawiska.

Rys. 1 przedstawia zasadę zbudowanego wówczas modelu.  $e_1, e_2, e_3, \dots$  oznaczają elektrody iskierników, włączonych w szereg. Literą C oznaczono małe kondensatorki, włączone pomiędzy elektrody e wielokrotnego iskiernika i jedną z końcowych elektrod.

Po włączeniu tego modelu w obwód prądu zmiennego i powolnym podnoszeniu napięcia, następuje wyładowanie iskrowe pomiędzy elektrodami  $e_1—e_2$ , a w miarę dalszego podnoszenia napięcia, rozszerza się iskrzenie na następne iskierniki aż do ostatecznego przebicia wszystkich iskierników, włączonych w szereg. Wystarczy spojrzeć na rysunek 1, żeby zdać sobie sprawę z całego mechanizmu omawianego zjawiska. Przebijanie iskierników musi tu następować po kolei.

Oprócz kondensatorów C same elektrody iskierników, obok siebie stojące, posiadają pewną małą pojemność kondensatorową. Dzięki jednak temu, że pojemność C jest znacznie większa od pojemności,

wytworzonej pomiędzy elektrodami  $e_1—e_2$ , prawie całe napięcie stoi do dyspozycji dla przebicia iskiernika  $e_1—e_2$ . Po przebiciu iskiernika  $e_1—e_2$  powtórza się w następstwie to samo zjawisko z iskiernikiem  $e_2—e_3$  z tą różnicą, że napięcie, które przebijają



Rys. 1.

iskiernik  $e_2—e_3$  jest już zmniejszone o spadek napięcia na iskrze w iskierniku  $e_1—e_2$ .

Przy dalszym kolejnym przebijaniu iskierników napięcie, stojące do dyspozycji dla przebicia każdego następnego iskiernika, jest zmniejszone o sumę spadku napięcia na iskrach już wytworzonych w poprzednich iskiernikach.

Jeżeli oznaczymy przez  $V_1$  napięcie, potrzebne do przebicia jednego iskiernika, i niech  $V_2$  oznacza spadek napięcia na wytworzonej iskrze iskiernika, to możemy napisać równanie  $V = V_1 + nV_2$ , w którym n oznacza ilość iskierników, przebitych napięciem V.

Zmniejszając odległość elektrod, jesteśmy w stanie tak zmniejszyć  $V_1$  w stosunku do  $nV_2$ , że wreszcie będzie zachodzić proporcjonalność napięcia V do ilości przebitych iskierników n. Taka sama proporcjonalność została stwierdzona przy wyładowaniu powierzchniowym.

Dalsze dwa wyżej wspomniane wyniki doświadczeń z wyładowaniem powierzchniowym można również wyjaśnić zapomocą tego samego modelu.

Zmniejszanie grubości dielektryka, jak również zastosowanie dielektryka o wyższej stałej dielektrycznej zwiększają pojemność kondensatorów. Jeżeli więc w naszym modelu pojemność kondensatorów C zwiększymy, to spowodujemy tym zwiększenie natężenia prądu w iskrach. Zwiększenie zaś natężenia prądu w wyładowaniu iskrowym spowoduje za sobą zmniejszenie spadku napięcia  $V_2$ , a to z kolei umożliwia napięciu V przebicie odpowiednio większej ilości iskierników.

Po kilku latach (1907), interesując się rozwojem fryburskiej fabryki kondensatorów mego systemu, powziąłem myśl wykorzystania omówionych badań do budowy aparatów dla zabezpieczenia sieci elektrycznych od szkodliwych następstw, wywołanych przepięciami.

Na samym wstępie nasunęło się pytanie, jak szybko następuje po sobie kolejne przebijanie iskierników? Czy to zjawisko kolejnego przebijania dostatecznie szybko przechodzi, żeby mogło skutecznie zabezpieczyć urządzenia elektryczne od przepięć w sieci?

W tym celu przeprowadziłem doświadczenia, uwidocznione na rys. 2.

T oznacza cewkę Ruhmkorffa, za pomocą której ładowano przez prostownik P baterję kondensa-

<sup>1)</sup> Fabryka pod firmą „Société Générale des Condensateurs Electriques à Fribourg (Suisse)”.

torów C. Równolegle do baterji kondensatorów C jest włączony wielokrotny iskiernik z elektrodami  $e_1, e_2, e_3,$  i kondensatorami c. Obwód ten jednak przerwany jest iskiernikiem  $I_1$ , nastawionym na maksymalne napięcie, na które baterja kondensatorów C była ładowana.

W boczniku wielokrotnego iskiernika znajdował się iskiernik  $I_2$  ze śrubą mikrometryczną, pozwalającą na dokładne nastawienie i odczytanie skoku iskier, oraz duży bezindukcyjny opór R.

Po puszczeniu w ruch cewki Ruhmkorffa, baterja kondensatorów C ładowała się i w chwili podniesienia się odpowiednio napięcia, następowało przebicie iskiernika  $I_1$ , a następnie przebicie kolejno po sobie iskierników  $e_1, e_2, e_2-e_3,$  ....

Doświadczenie polegało na tem że nastawiało się iskiernik  $I_2$  na skok iskry, wyrażający dokładnie maksymalny spadek napięcia na całym wielokrotnym iskierniku.

Te doświadczenia powtarzano wielokrotnie, załączając różne ilości iskierników, bacząc jednak na to, żeby wszystkie iskierniki, tak co do kształtu elektrod i ich odległości, jakoteż i pojemności kondensatorów c, były identyczne.

Rezultaty powyższych doświadczeń potwierdziły dokładnie poprzednio już omówione równanie  $V = V_1 + nV_2$ , a tem samem stwierdziły również, że i szybkość kolejnego przebijania iskierników jest dostatecznie duża.

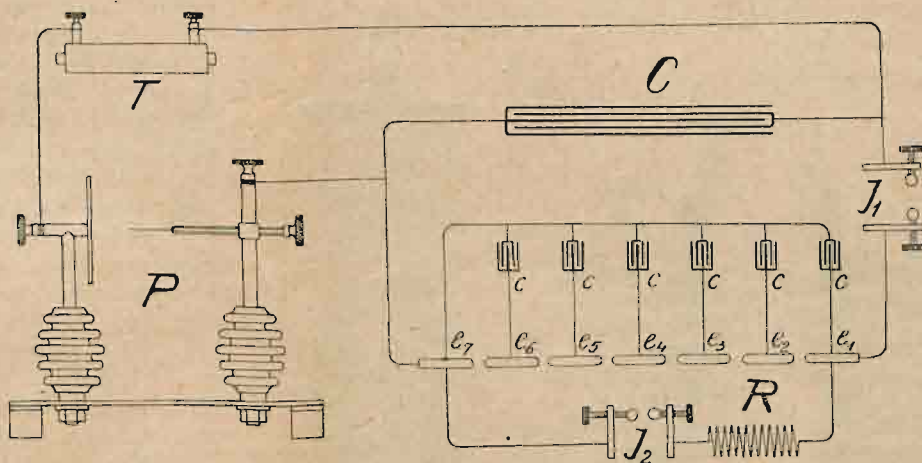
Na podstawie powyższych doświadczeń fryburska fabryka kondensatorów zbudowała techniczny model ochronnika, którego działanie przedstawia schematycznie rys. 3.

Iskierki  $i_1, i_2, i_3,$  .... wraz z kondensatorami c stanowią urządzenie wielokrotnego iskiernika poprzednio omawianego, pozatem w ten sam szereg włączony jest iskiernik I i opór R. Opór ma za zadanie ograniczenie natężenia prądu w chwili przebicia wszystkich iskierników. W iskierniku I nastawia się elektrody na taką odległość, żeby normalne napięcie nie było go w stanie przebić, natomiast powinno go przebić napięcie podwyższone np. o 10 lub 20%.

Gdyby iskiernika I nie stosowano a jedynie iskiernikami  $i_1, i_2, i_3,$  ... chciano zabezpieczyć dane miejsce sieci elektrycznej, to i przy normalnym spadku napięcia pomiędzy przewodem prądu a ziemią następowałyby w części iskierników ciągłe wyładowania, powodujące szkodliwe rozgrzewanie elektrod.

Dla dobrego funkcjonowania ochronnika, zbudowanego według omawianych zasad, muszą być zachowane następujące warunki.

Pojemności kondensatorów, które tworzą z sobą same elektrody iskierników  $i_1, i_2, i_3,$  ...., powinny być bardzo małe w stosunku do pojemności kondensatorów c. Jedynie w tym przypadku można włączyć dla danego napięcia odpowiednią ilość iskierników, — gwarantujących, że natychmiast po przemi-



Rys. 2.

nięciu przepięcia wyładowanie iskierników będzie przerwane. Bo niech np. pojemność samego iskiernika  $i_1$  na rys. 3 będzie m razy większa od pojemności kondensatora c, to napięcie, które pozostało po kolejnym przebicciu poprzednich wszystkich iskierników, nie będzie pozostawało całkowicie do dyspozycji dla przebicia iskiernika  $i_1$ , ale tylko, jak to widać z rysunku, jego  $m + 1$  razy mniejszą część.

Dalszy warunek stanowi wielkość omowego oporu R, dostosowana do napięcia sieci oraz pojemności kondensatorowej ochronnika. Opór R powinien tak ograniczyć natężenie prądu przy całkowitym przebicciu iskierników, żeby normalne napięcie nie było w stanie podtrzymać wyładowania, po za czas trwania przepięcia. W tym celu nietylko odpowiednia ilość iskierników powinna być dla danego napięcia włączoną, ale i natężenie prądu nie powinno przekraczać odpowiedniej granicy. Oprócz tego wielkość oporu R nie powinna pozwolić na oscylacyjne wyładowania iskiernika.

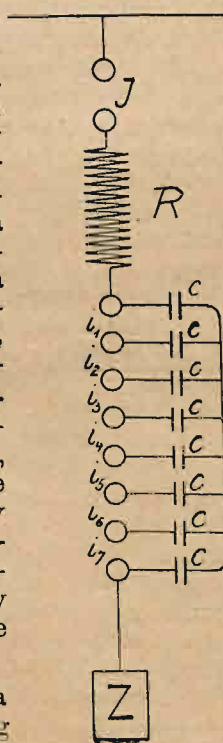
Utrzymanie wymienionych warunków jest nadzwyczajnie ważne dla budowy technicznych aparatów.

Jedynie ograniczenie czasu każdorazowego wyładowania w ochronniku do czasu trwania półokresu prądu zmiennego, t. j. normalnie do  $1/100$  części sekundy, pozwala na racjonalną i ekonomiczną budowę aparatu.

W tym przypadku opór R może mieć bardzo małe wymiary a tem samem może być tani, również i elektrody iskierników mogą posiadać małe wymiary i małą pojemność cieplną.

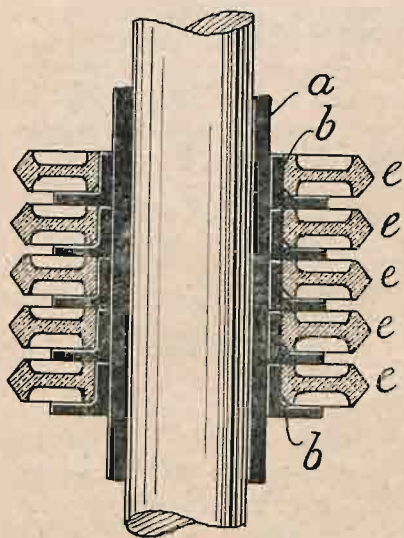
Rys. 4 przedstawia przekrój szeregu iskierników modelu technicznego ochronnika, opracowanego przez fabrykę i znanego pod nazwą wentyla Giles'a. Elektrody, oznaczone literą e, stanowią krążki cynkowe, izolowane od rdzenia żelaznego, przeprowadzonego przez środek krążków w mikanitowej izolacji a i b. Izolacja b izoluje jednocześnie elektrody pomiędzy sobą.

W tym przykładzie kondensatorki c tworzą krążki cynkowe ze wspólnym rdzeniem żelaznym.

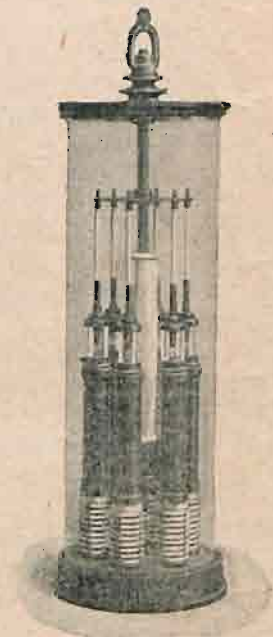


Rys. 3.

Rys. 5 przedstawia model fabryczny całego ochronnika, składającego się z 6 wentyli Giles'a. Na dole widzimy kolumny iskierników cynkowych, wyżej — opory omowe o jednej warstwie nawinięcia z bardzo cienkiego drutu manganinowego, jeszcze wyżej — iskierniki, analogiczne do oznaczonych na ry-



Rys. 4.



Rys. 5.

sunku 3 literą T. Oprócz tego każdy element jest zaopatrzony w bezpiecznik na wysokie napięcie, który składa się z cieniutkiego srebrnego druczka, umieszczonego w osi rurki szklanej, wypełnionej suchym proszkiem azbestowym.

Spotykałem się ze zdaniem, że wentyle Giles'a nie przedstawiają nic nowego w porównaniu z ochronnikami krążkowymi Würtz'a, które również składają się z wielu iskierników, włączonych w szereg. Mniemanie to jest niewłaściwe. Iskierniki Würtz'a nie posiadają charakterystycznych dla wentyli Giles'a kondensatorków, oznaczonych na powyższych schematach literą c. Wprawdzie można tu mówić o pojemności poszczególnych elektrod iskierników względem ziemi, lecz należy jednocześnie stwierdzić, że te pojemności są nadzwyczajnie małe w stosunku do tych, jakie tworzą same elektrody między sobą. Panują tu zatem warunki zupełnie odwrotne do tych, które, — jak to już zostało wyjaśnione, są potrzebne do dobrego działania ochronników.

Dopiero po dłuższym już stosowaniu w praktyce wentyli Giles'a różne firmy starały się w iskiernikach Würtz'a zwiększać pojemności elektrod względem ziemi przez ustawianie w bliskości iskierników uziemionych płytek metalowych. Na podstawie jednak różnych notatek w literaturze doznaję wrażenia, że jeszcze do tej pory ulepszenia iskierników Würtz'a nie doszły do takiej doskonałości, iżby każdorazowy czas ich działania można było ograniczyć do czasu trwania jednej zmiany prądu zmiennego. Wystarczy tu przytoczyć różne przykłady instalacji, w których załączone są w szereg z iskiernikami Würtz'a różki Siemens'a, służące do każdorazowego przerywania wyładowania do ziemi. Powolne działanie różków Siemens'a, trwające całe sekundy, jest powszechnie znane.

\* \* \*

Temat powyższy już od szeregu lat jest omawiany w literaturze fachowej. Są to jednak tylko wzmianki, którym brak jest najważniejszych nawet dat, potrzebnych do racjonalnej budowy ochronników tego systemu. Dzięki temu czeka na rozwiązanie wdzięczne zadanie, wymagające metodycznej pracy eksperymentalnej elektrotechnika.

Jedynie na drodze doświadczalnej można wyśrodkować korzystną wielkość kondensatorów C, oznaczyć ilość iskierników, włączonych w szereg dla danego napięcia V, pojemności C i odległości elektrod, — wskazać wielkość oporu R, ograniczającego natężenie prądu w zależności od innych danych, wreszcie — znaleźć napięcie, na które iskiernik I powinien być nastawiony w stosunku do normalnego napięcia sieci, co jest jednoznaczne ze stwierdzeniem procentowym bezpieczeństwa przy użyciu danego aparatu. Wszystkie te daty należy rozpatrywać z punktu widzenia najważniejszego warunku działania ochronnika, t. j. zapewnienia mu takiego funkcjonowania, żeby natychmiast po przeminieciu przepięcia wyładowanie do ziemi zostało przerwane.

Kończę tych parę słów o wentylach Giles'a w nadziei, że zachęcą one polskich elektr. techników do podjęcia na nowo tego niedostatecznie jeszcze wyzyskanego zagadnienia.

## Prostowniki (zwrotniki) mechaniczne i elektrolityczne.

Dr. K. Pollak.

W wydawnictwie „Saper i Inżynier Wojskowy” r. II, Nr. 9 i 10, str. 384 w artykule kap. Noworolskiego p. t. „Prostownik elektrolityczny” wynalazek, przedstawiony jako francuski i niemiecki (Nodon, Graetz), jest w rzeczywistości wynalazkiem polskim i przez polaka opracowanym <sup>1)</sup>.

W myśli, że wiadomości historyczne, konstrukcja, a także praktyczne zastosowanie prostowników zainteresują szersze koła elektryków, podajemy co następuje.

Około roku 1891 rozgorzała polemika między bracią w elektrze. Podzielono się na dwa obozy — prądu stałego i zmiennego (zwrotnego). Chcąc wykazać, że oba obozy mają po połowie racji i że łącząc te dwie połówki zyskać można harmonijną całość, starał się autor zrobić łącznik, budując przyrząd, pozwalający z prądu zmiennego zrobić tętniący, (idący w jednym kierunku), a z niego — wykrawiać części potrzebne.

Dnia 21 marca 1893 rzuciła gazeta frankfurcka (Frankfurter Zeitung) w świat wiadomość, iż udało się po raz pierwszy ładować akumulatory prądem zmiennym.

Biorąc pod uwagę, że w każdej dynamomaszynie powstaje prąd zwrotny, który dopiero przez komutator jest przelączany na prąd jednokierunkowy, umyśliłem przedłużyć niejako oś generatora (wytwornicy), a komutator umieścić na końcu tej długiej osi, co w zastosowaniu praktycznym przedstawiło

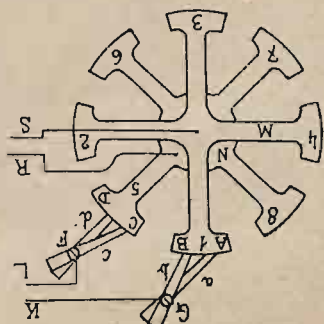
<sup>1)</sup> Pollak w 1895 r.  
Graetz w 1897 r.  
Nodon w 1902 r.

się w ten sposób, że prąd zmienny, przełany na wielką odległość, wprawiał w ruch mały motorek synchroniczny. Na osi motorka znajdował się komutator, do którego była doprowadzona większa część prądu. Otrzymywało się w ten sposób prąd w jednym kierunku, t. zn. tętniący. Natężenie jego, jak już sama nazwa wskazuje, jest zmienne. Od 0 podnosi się ono do maximum, aby następnie spaść napowrót do 0 i t. d. Prądem tego rodzaju akumulatorów ładować nie można, gdyż wyładowałyby się one w czasie, kiedy ich napięcie przewyższałoby chwilowo napięcie prądu. Trzeba więc wyłączać akumulatory w chwilach, kiedy napięcie ich równa się chwilowemu napięciu prądu tętniącego. W tych chwilach prąd nie płynie w żadnym kierunku, wyłączenie więc odbywa się bez iskier. Wyłączenia te odbywają się automatycznie przez szczotki komutatora.

Konstrukcję takiego komutatora-prostownika czy też zwrotnika mechanicznego pokazuje w schemacie rys. 1 (wzięty z artykułu „La Lumière Electrique” z 14 października 1893). Na przedłużonej osi motorka synchronicznego znajduje się komutator, który ma tyle wycinków, ile biegunów ma motorek.

Wycinki te zajmują tylko po  $\frac{1}{16}$  obwodu komutatora—pomiędzy nimi są pozostawione przedziały.

Wycinki 1, 2, 3 i 4 są ugrupowane na koronie  $M$ , umocowanej na osi. Korona  $M$  jest izolowana od osi, a połączona z jednym z drutów, prowadzących prąd; drugi drut  $R$  jest połączony z koroną  $N$  i wycinkami 5, 6, 7, 8, umocowaną na tej samej osi. Wycinki 5, 6, 7, 8 są umieszczone naprzemian z wycinkami korony  $M$ .



Rys. 1.

Dwie szczotki  $F$  i  $G$  są połączone z przewodami  $K$  i  $L$ , prowadzącymi prąd użytkowy.

Jak z tego urządzenia widać, 4 wycinki są połączone z chwilowym biegunem dodatnim prądu zmiennego, a 4—z biegunem ujemnym. Biegunowość ta zmienia się z każdą  $\frac{1}{8}$  obrotu komutatora.

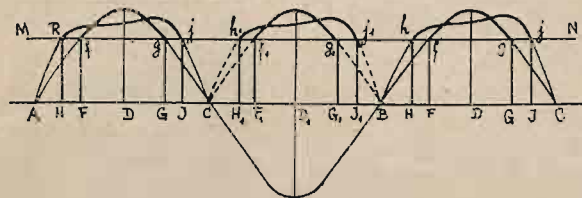
Jeżeli w pewnej chwili wycinki 1, 2, 3, 4 są dodatnie, to kiedy motorek synchroniczny—a z nim komutator—zrobi  $\frac{1}{8}$  obrotu, wówczas wycinki 5, 6, 7, 8 staną się dodatnie, ale w tej chwili komutator się poruszył, wskutek czego szczotka  $G$ , która pierwotnie dotykała wycinka 1, będzie dotykała wycinka 5 i biegunowość jej nie zmieni się; to samo będzie ze szczotką  $F$ , czyli że szczotki  $F$  i  $G$  będą otrzymywały prądy zawsze w jednym kierunku.

Rzędy szczotek  $F$  i  $G$  składają się z kilku szczotek rozsuwalnych  $a, b, c, d$ , a to żeby móc uregulować czas odbierania prądu, przez większe lub mniejsze ich rozstawienie. Oba układy szczotek są też przesuwalne w kierunku obrotu, aby umożliwić doregulowanie do przesunięcia fazy przy obciążaniu transformatora.

Aby lepiej wykorzystać komutator, używa się przy 8-miu biegunach nie 2, lecz 4 układy szczotek.

Do ładowania baterji o sile przeciwelektromotorycznej  $E$  wystarczy przy prądzie zmiennym sinusoidalnym siła elektromotoryczna skuteczna

mniejsza, np. dla baterji, złożonej z 38 ogniów, których siła przeciwelektromotoryczna początkowa jest około 76 wolt, wystarczy przeciwstawić 70 wolt skutecznym, ponieważ  $E_{max} = E_{eff} \sqrt{2} = 100$  wolt. Czas ładowania równa się czasowi włączenia, jak to widać z krzywej rys. 2 —  $F G$ .



Rvs. 2.

Energję zamagazynowaną w baterji przedstawi pole  $Ff g G$ , stanowiące  $\frac{3}{4}$  pola całkowitego  $Af g C$ , odpowiadającego całej energii prądu zmiennego. Z tego nie wynika wcale, ażeby komutator miał wydajność tylko 75%; 25% energii prądu zmiennego nie zostały zużyte, gdyż wtedy prąd nie płynął<sup>1)</sup>.

Teoretycznie niema żadnych przyczyn oczekiwać strat przez komutator. Ilość energii, potrzebna do obracania komutatora i przewyciężenia tarcia szczotek, jest tak mała, że przy większych zwrotnikach nie przekracza 1%.

Dla ładowania akumulatorów prądem zmiennym przy użyciu komutatora (zwrotnika) jest lepiej używać zamiast prądu zmiennego sinusoidalnego prąd o wykresie spłaszczonym (rys. 2), który łatwo otrzymać z transformatora z żelazem, bliskim nasycenia magnetycznego.

Rys. 3 przedstawia układ 4 zwrotników z ich rozdzielnicami, pracujących przy 65 woltach i 400 amperach każdy. Przez 4 lata były one w ciągłym użyciu dzień i noc we Frankfurcie w fabryce akumulatorów. Wydajność ich dochodziła praktycznie do 97%.

Rys. 4 przedstawia układ połączeń dla zwrotnika.

- $L$  — lampy,
- $M$  — motory,
- $AK$  — akumulator,
- $E$  — poiwójna ładownica,
- $A$  — amperomierze,
- $V$  — woltomierze,
- $WS$  — wskaźnik kierunku prądu,
- $Aut$  — samoczynny wyłącznik,
- $L_1 L_2 L_3$  — lampy próbne,
- $O$  — opór płynny do włączania ładowania,
- $MS$  — motorek synchroniczny,
- $K$  — komutator,
- $T$  — transformator,
- $MT$  — transformator dla motorku,
- $SSS$  — bezpieczniki topliwe.

Z początku, kiedy w sieci elektrowni miejskiej nie było większych silników, zwrotniki pracowały bardzo dobrze. Później, przy raptownych przesunięciach fazy, komutatory nie mogły nadążyć z regulacją, a to dla bezwładności większych mas metalu, z których zrobione były motorek i komutator<sup>2)</sup>.

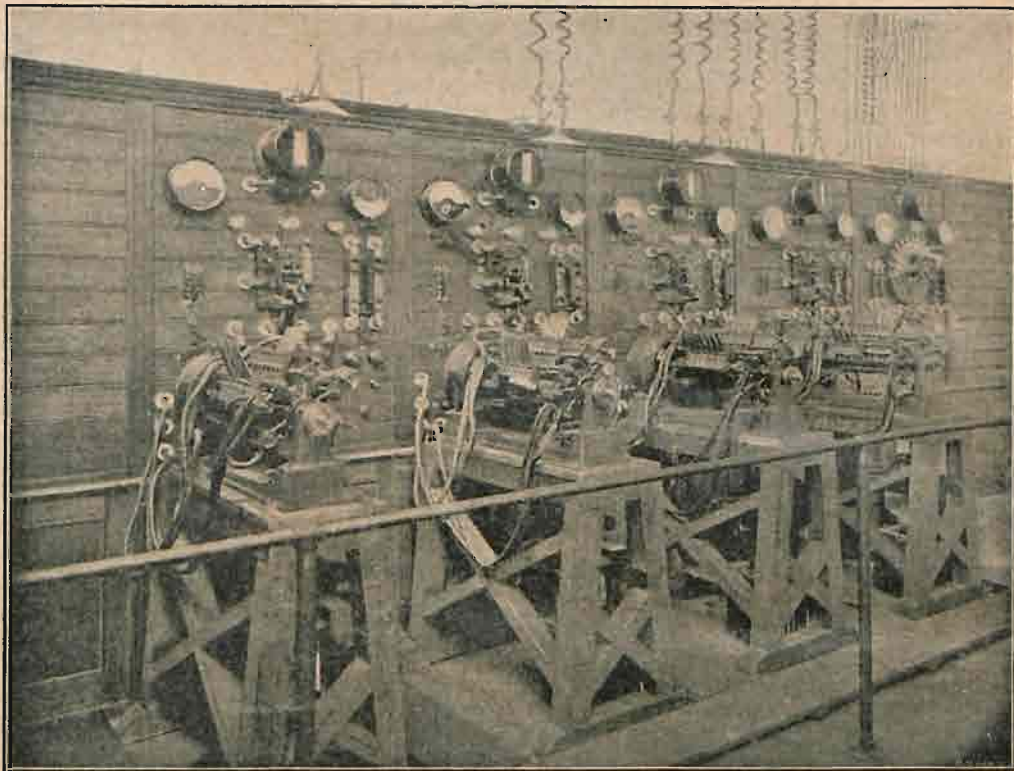
<sup>1)</sup> Rzecz, przedstawiona Akademji Umiejętności w Paryżu 26/VI 1893.

<sup>2)</sup> Elektrotechnischer Anzeiger, Berlin 28/V 1895 Nr. 41 str. 737—740.

Szukałem więc aparatu, mającego jaknajmniejszą bezwładność.

Dla małych natężeń prądu i napięć, nie przewyższających o wiele 30 woltów, można było używać drgawki (trembleur). Konstrukcję takiego aparatu, łatwą do wykonania w laboratorium, podaję niżej.

Fig. 3-a. Do deszczółki  $D_1$ , przymocowane są za pomocą paska mosiężnego  $W$  magnes stalowy  $A$  (rozłamany magnes induktora) i deszczółka  $D_2$ . Do deszczółki  $D_2$  przysrubowany jest języczek  $J$  z cienkiej blachy żelaznej z platynową płytką  $P$  na drugim końcu;  $J$  przechodzi przez obszerny otwór cewki  $B$ , nawiniętej cienkim izolowanym drutem a przymocowanej do deszczółki  $D$  paskiem mosiężnym  $W$ . Blaszka  $J$ , wsparta jednym końcem na wygięciu magnesu  $A$ , tworzy jego zworę, a ruch jej w dół jest ograniczony zworą  $K$ , na której wnitowano kawałek mosiądzu, aby uniknąć t. zw. przylepiania do przyciągającej ją zwory  $K$ . Śruba  $S_1$ , zakończona drucikiem platynowym, tworzy z płytką platynową kontakt. Śruba  $S_2$  służy do regulowania naprężenia sprężyny  $J$ .



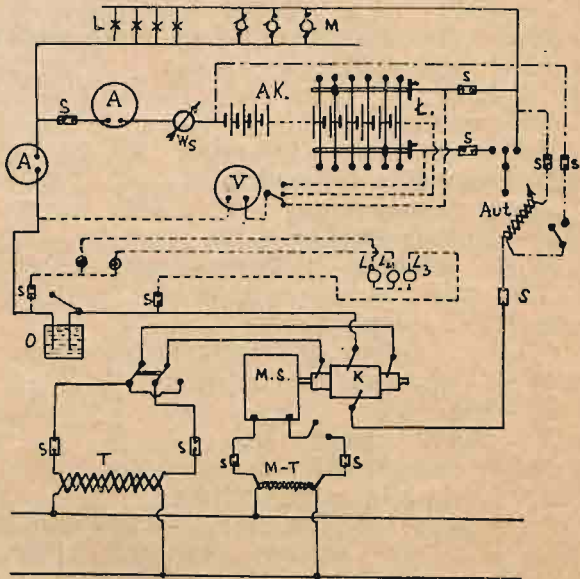
Rys. 3.

satorek, który powoduje przyspieszenie ruchu blaszki, umożliwiając w ten sposób dobre funkcjonowanie aparatu.

Aparat ten pojedynczy pozwala używać tylko jednej półtali, może być jednak z niewielkimi zmianami zrobiony i dla użycia 2-ch półówek fal.

Widząc ujemne strony zwrotników mechanicznych, szukałem aparatu, nie mającego bezwładności i nie potrzebującego kłopotliwej obsługi.

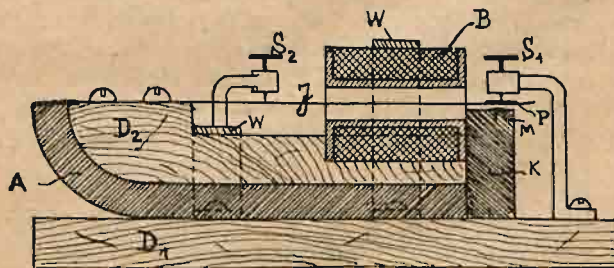
W roku 1895 wynalazłem zwrotnik (prostownik) elektrolityczny, a to na podstawie tego, że w pewnych elektrolitach 2 płytki z czystego glinu (alumi-



Rys. 4.

Z jednym biegunem prądu zmiennego (zwrotnego) łączymy zwoje cewki, kondensatorek i blaszkę  $J$ , z drugim zaś—koniec zwojów cewki, kondensatorek i jeden biegun akumulatorów, podczas gdy drugi ich biegun łączymy ze śrubą  $S_1$ .

Blaszka  $J$  wprowadzona jest przez prąd zmienny w synchroniczne drganie, jej ruchy są regulowane

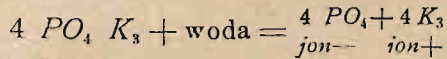


Rys. 3-a.

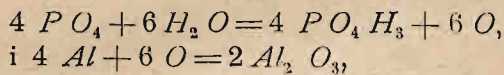
nium) nie przepuszczają prądu zmiennego w żadnym kierunku i mogą służyć jako kondensator o stosunkowo wielkiej pojemności, jeżeli zaś użyje się jednej elektrody z innego metalu, n. p. ołowiu, wówczas prąd zmienny będzie przechodził tylko w jednym kierunku, t. j. w chwilach, kiedy płyta glinowa jest katodą, czyli prąd płynie przez roztwór ku płycie aluminiowej.

Jako prostownik, aparat składa się z jednej lub więcej płyt glinowych, umieszczonych pomiędzy płytami ołowianymi, a zanurzonych w elektrolicie, który najlepsze daje wyniki, gdy jest roztworem wodnym fosfatów alkalicznych.

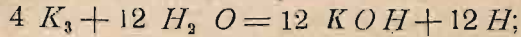
Reakcje, jakie tu mają miejsce, są następujące. Fosforan potasu, rozpuszczony w wodzie, jest w części rozłożony:



A. Płytką (+) jest glinowa:



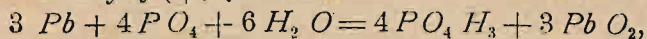
Płytką ołowiana jest ujemna



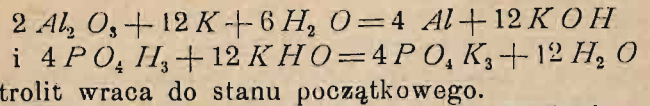
wodór uwolniony uchodzi, jeżeli płytka miała powierzchnię metaliczną, redukuje zaś tlenki lub sole ołowiane, jeżeli niemi była pokryta powierzchnia płytki.

Na płytce glinowej powstaje nadzwyczaj cienka powłoka tlenku glinu, która działa odosobniająco (izolująco) aż do 200 wolt napięcia, prąd więc jest wstrzymany w tym kierunku.

B. Płytką (-) jest ołów:



tworzy się dwutlenek ołowiu, a na powierzchni płyty glinowej będzie:



elektrolit wraca do stanu początkowego.

Wodór in statu nascendi, poparty działaniem alkali elektrolitu, redukuje powłokę izolującą, prąd może łatwo przepływać a znajduje do przewyciężenia tylko opór elektrolitu i siłę przeciwelektromotoryczną ołowiu, na powierzchni którego tworzy się dwutlenek.

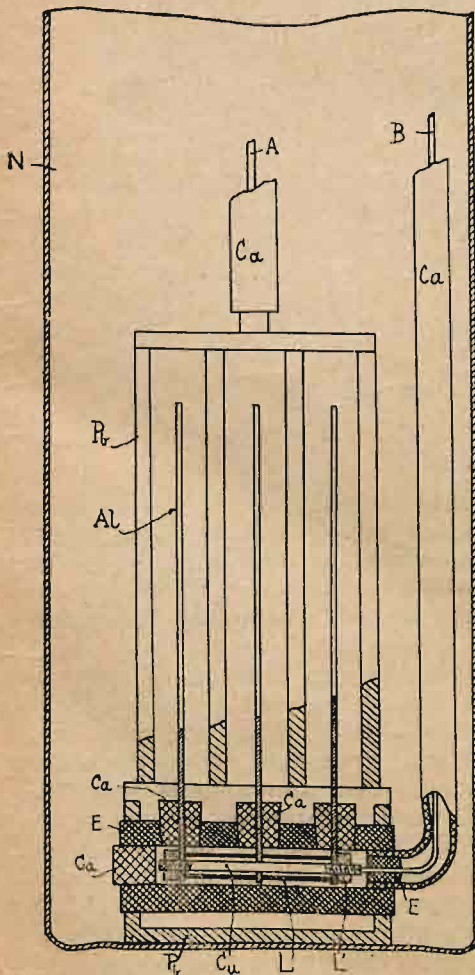
Ażeby te procesy chemiczne odbywały się do brze i aparat wytrzymał do 800 godzin pracy, dając technicznie wystarczającą sprawność, potrzeba, aby elektrody glinowe były z walcowanej blachy, więc o gładkiej powierzchni, z chemicznie czystego metalu. Płytki muszą być wycięte razem z noskami z jednego kawałka. Płytki, oczyszczone mechanicznie, należy włożyć do lekkiego roztworu sody żrącej na parę minut, opłukać w kilku wodach destylowanych, wstać między 2 płyty ołowiane w roztynie n. p. fosfatu potasu i formować prądem stałym, biorąc płytę glinową jako anodę i wprowadzając ją w obwód prądu o napięciu 150 do 200 wolt przez wielki opór, n. p. żarówki, która chwilę zabłyśnie, światło jej jednak szybciej ustanie i zupełnie ustanie. Żaden prąd przechodzić więcej nie będzie, a na biegunach aparatu, t. j. między płytami ołowianymi a glinowymi, zmierzyć będzie można napięcie prądu, użytego do formowania, np. aż do 200 woltów.

Płyta aluminiowa, wyjęta i wysuszona, ma powierzchnię, pięknie iryzującą tęczowymi kolorami. Płytki takie suche mogą być przechowane długo. Z płytkami formowanymi należy obchodzić się tak, jak z płytkami szklanymi do fotografii.

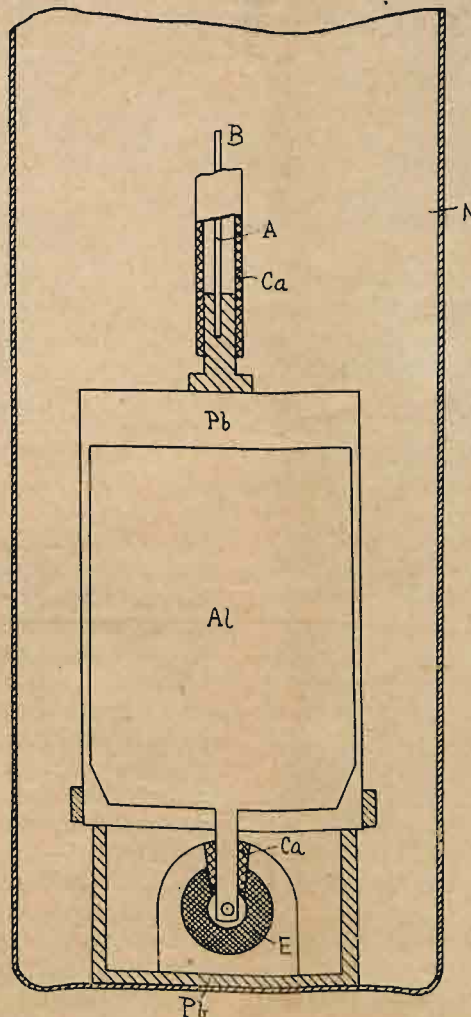
Płytki formowane mogą być zaraz użyte jako kondensatory albo prostowniki (zwrotniki), należy jednak zachować przytem pewne ostrożności. Noski płytek trzeba chronić od przegrzania na powierzchni płynu, nie dopuścić zetknięcia płyty w płynie z jakimkolwiek ciałem i nie pozwolić, aby temperatura doszła do krytycznej wysokości 40° C.

Odpowiednio do tych warunków aparaty były konstruowane w sposób, uwidoczniiony w rys. 5 i 6. Na podstawie ołowianej jest umocowana w otworach ścianek poprzecznych rurka kauczukowa grubościenna E z trzema otworami.

Płytki glinowe AL, których noski są na końcu przewiercone, przechodzą przez zatyczki (korki) gumowe i dostają się do wnętrza rury E. Przez otwory płyt przechodzi pręt mosiężny z dwoma nasrubkami L<sub>1</sub> i rurkami L, służącymi do ześrubowania i metalicznego połączenia płyt glinowych z prętem mosiężnym, od którego idzie drut B, izolowany rurką gumową



Rys. 5.



Rys. 6

na zewnątrz naczynia. Rurka  $E$  jest z obu stron szczelnie zamknięta, styki metaliczne pozostają zupełnie suche. Na podstawie  $Pb$  stoją 4 płyty ołowiane  $Pb$ , od których drut  $A$ , izolowany gumową rurką, prowadzi na zewnątrz. Całość tą wstawia się w naczynie  $N$ , najmniej trzy razy wyższe, aniżeli sam aparat. Naczynia napelnia się fosfatem potasu, sodu lub amonu, który powinien być bardzo lekko kwaśny.

Jeżeli chcemy używać jednej półfali prądu, wystarczy jeden aparat, dla obu -- potrzeba czterech aparatów.

Bateria, złożona z 4 takich aparatów, była używana w laboratorium Sorbonny w Paryżu do ładowania baterji akumulatorów, złożonej z 70 ogniw, prądem zmiennym o napięciu 110 woltów i 42 okresach. Natężenie prądu było 1 amper na 1 dm<sup>2</sup> jednostronnej powierzchni płyt aluminiowych, sprawność zaś -- około 75%.

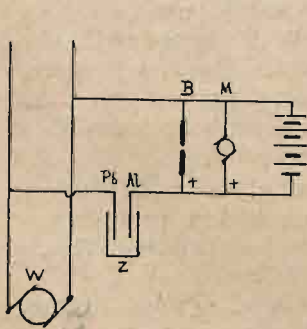
Formowanie płyt glinowych, jak wyżej podano, utrzymuje się w stanie suchym bardzo długo, w elektrolicie jednak przy spoczynku aparatu zanika, tak że aparat po dłuższej nieczynności załączony w prąd, w pierwszej chwili przepuszcza jego część także w odwrotnym kierunku, formuje się jednak automatycznie na nowo, ale płyta zużywa się i jej wydajność zmniejsza się, gdyż powłoka tlenku pogrubia się, tworzy połączenia, które nie redukują się łatwo i odpadają w postaci białego proszku, a płytki glinu robią się coraz cieńsze i powierzchnia ich staje się chropowata. Należy więc zaraz po ukończeniu pracy aparat opróżnić z płynu albo płyty wyciągnąć.

Aparatów nie można łączyć kilka w szereg, t. j. jeden za drugim, gdyż najmniejsza różnica między nimi spowoduje, że jeden będzie pracował więcej, niż drugi, coraz większe napięcie przypadnie na słabszy i zacznie on przepuszczać prąd w odwrotnym kierunku, nie mogąc sam znieść zbyt wysokiego napięcia.

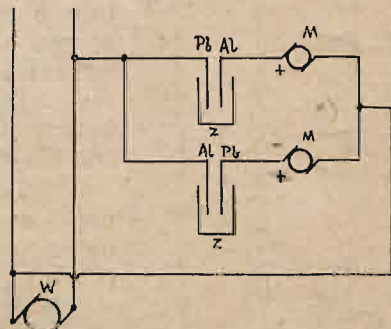
Aparaty przy pracy rozgrzewają się a krytyczna temperatura dla nich leży około 40° C. Należy więc konstruować aparaty z ochładzaniem, -- najłatwiej, używając naczyń wysokich o wielkiej ilości elektrolitu i wielkiej powierzchni promieniującej.

Przy użyciu jednego aparatu używa się tylko jednej połówki fali, jak wykazuje układ rys. 7.

Mając 2 ogniwa, można używać obu połówek fal wedł. układu rys. 8.



Rys. 7.

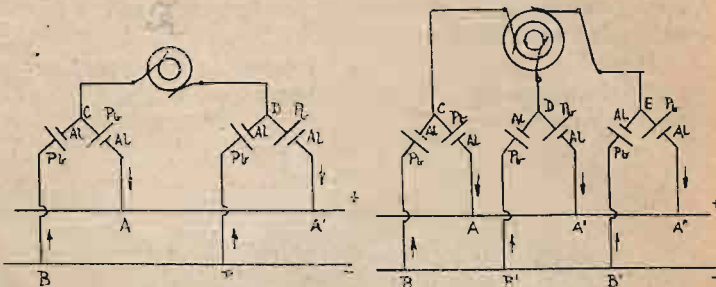


Rys. 8.

Używając 4 aparatów, można ładować jedną baterję obu połówkami fali wedł. układu rys. 9.

Dla prądu trójfazowego mamy układ połączeń na rys. 10.

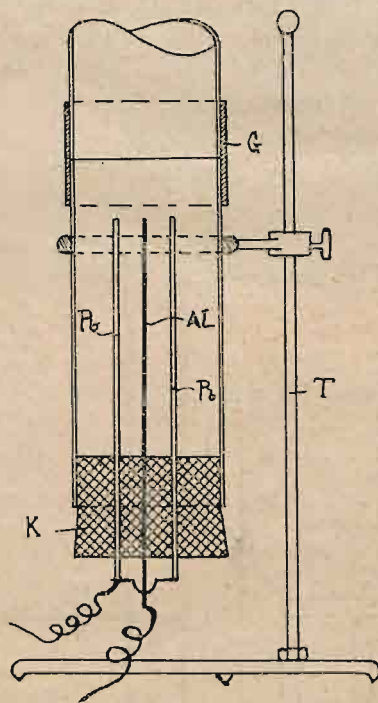
Aby ułatwić mniejszym nawet laboratorjom używanie prostownika elektrolitycznego, podaję opis aparatu, bardzo łatwego do wykonania. Składa się



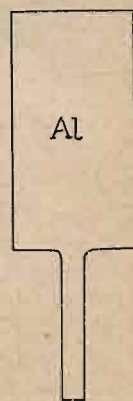
Rys. 9.

Rys. 10.

on (rys. 11 i 12) z szerokiej rury szklanej, np. cylindra lampy gazowej  $F$ , zatkniętego u dołu (najlepiej gumowym) korkiem  $K$ , przez który przechodzą ogonki 2 płytek ołowianych  $Pb$  i aluminiowej  $A$ , oczyszczonej, wysuszonej i owiniętej czystym suchym papierem dla ochrony od dotykania palcami przy składaniu.



Rys. 11.



Rys. 12.

Z płytki glinowej, znajdującej się już na miejscu, zdejmuje się dopiero szczypczkami papier i rurkę  $G$  przedłuża się, ustawiając na niej drugą, połączoną rurką kauczukową odpowiednich wymiarów (kawałkiem kieszki powietrznej od motocykla lub samochodu).

Aparat, przymocowany do statywu  $T$ , napelnia się elektrolitem: na 1 litr płynu 44 gr kwasu fosforowego c. g. 1, 5; 0.4 -- 0.6 l wody destylowanej, zneutralizować potasem gryzącym, albo węglanem potasowym, choćby sodowym albo amoniakiem i zakwasić 10 -- 15 gr kwasu fosforowego i rozcieńczyć wodą destylowaną do uzupełnienia 1 litra.

Aparat napelniony łączy się ze źródłem prądu o napięciu 100 woltów, przez opór z żarówek (biegun dodatni z płytką glinową, ujemny -- z ołowianą); po paru minutach formowanie będzie skończone i aparat gotowy do użycia.

3 litry



Przy braku prądu stałego można formować i prądem zmiennym, formowanie wypadnie jednak mniej dobrze. Natężenie prądu nie powinno przenosić 2 A na decymetr kwadratowy powierzchni płytki glinowej.

Aparaty takie posiadają bardzo wielką pojemność, około 1 farada na centymetr powierzchni płytki glinowej. Do użycia jako kondensator dla prądu zmiennego ma on obie elektrody glinowe, a jako elektrolit najlepszy jest kwas winowy rozcieńczony, zamiast fosfatów.

Maximum—200 woltów napięcia prądu—wytrzymuje ogniwo aluminiowe tylko przy prądzie stałym. prostownika elektrolitycznego, więc nie można go używać w sieciach prądu zmiennego o napięciu 220, lecz tylko 110 woltów.

#### Literatura.

##### Prostownik mechaniczny.

Patentowe pisma: Francuskie 18/XI 1892 Nr. 225 265, Niemieckie 11/V 1892 Nr. 8 112, Frankfurter Zeitung 21/III i 24/VII i 29/IX 1893, Abendblatt, Comptes rendus des seances de l'Academie des sciences Paris 26/VI 1893, The electrical Engineer 13/IX 1893, Elektrotechnischer Anzeiger 8/X 1893 i 23/V 1895, La lumiere électrique 14/X 1893, Industries and Iron 29/XII 1893.

##### Prostownik elektrolityczny.

Patentowe pisma: Angielskie 19/XII 1895 Nr. 24398 15/1 Nr. 1069, Niemieckie 14/I 1896 Nr. 92564 z dodatkiem i 15/X 1897 —99101, Comptes rendus des seances de l'Academie des sciences, Paris, 21/VI 1897, 10/VI 1901, 8/VII i 01, Zeitschrift für Electrochemie (Graetz) 1897 str. 67—71, L'éclairage électrique 12/II 1892 Bulletin de la Société Française de Physique (Nodon) 1902 Nr. 183 i 183 M. R. Dongier, Sur les redresseurs électrolytiques des courants alternatifs, Tours, 103 Bulletin des seances de la Société Française de Physique, 1902 3e fascicule 1902.

## Nowy typ dynamomaszyn prądu stałego.

Dr. Inż. Aleksander Rothert.

W r. 1916, gdy posadzony o szpiegostwo rok cały spędziłem w więzieniu rosyjskim i miałem dużo czasu wolnego, przyszło mi na myśl, że dawny schuckertowski typ dynamomaszyn prądu stałego, czyli typ o płaskim pierścieniu, jeżeli go zbudować z uzwojeniem, umieszczonym w żłobkach, powinien przedstawiać poważne korzyści pod względem wentylacji, posiadając większe powierzchnie chłodzące, bardziej dostępne dla naturalnej cyrkulacji powietrza. Dotyczy to zarówno twornika, jak i cewek wzbudzących; sztuczna wentylacja, stosowana dziś ogólnie, stałaby się zupełnie zbyteczna. Cewki wzbudzące nie byłyby „chłodzone” powietrzem ogrzanem już przez twornik, jak się obecnie zwykle dzieje, lecz otrzymywałyby powietrze chłodne. Twornik z natury rzeczy jako naturalny wentylator byłby nadzwyczajnie dostępny dla powietrza chłodzącego.

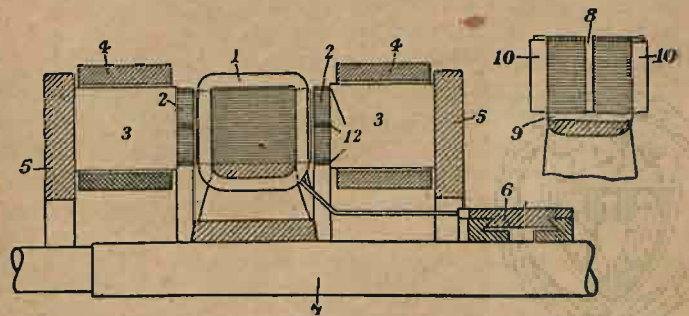
Z drugiej strony typ ten dla maszyn szybkobieżnych, jak turbogeneratory prądu stałego, posiada w porównaniu z maszynami z twornikiem bębnowym tę wielką zaletę, że ilość działek kolektora, przy tej samej ilości „drutów indukowanych” w tworniku, może być dwa razy większa, co w teorii pozwala budować maszyny, obracające się dwa razy szybciej dla danego, zwłaszcza niskiego, napięcia albo umożliwia zbudowanie dla danej ilości obrotów maszyny o napięciu dwa razy mniejszem. Pochodzi to stąd,

że w tworniku pierścieniowym cewka twornika, zawarta między dwiema działkami kolektora, ma jako minimum tylko jeden przewodnik aktywny, czyli indukowany, podczas gdy uzwojenie bębnowe posiada conajmniej dwa takie przewodniki. Względ ten gra też poważną rolę z powodu ograniczenia do pewnego maximum napięcia w cewce, zwartej przez szczotkę, co jest ważne dla uniknięcia iskier, tworzących „ogień” wokół kolektora.

Zainteresowawszy się tą sprawą, ułatwiłem sobie znacznie tak długi pobyt w więzieniu, przez zajęcie się obliczeniem szeregu maszyn tego typu. Obliczenia te w zupełności potwierdziły moje przypuszczenia, iż maszyny te będą o wiele ekonomiczniejsze pod względem t. zw. materiału aktywnego, t. j. miedzi dla twornika i cewek wzbudzących, oraz żelaza dla obwodu magnetycznego.

Typ maszyn tych opisałem dotąd tylko w angielskim piśmie „Electrician”, podając główne dane turbogeneratorsa o mocy 1 000 kW przy 3 000 obrotach dla napięcia 230 V<sup>1)</sup>. Z uzwojeniem bębnowym maszyna takiej mocy i ilości obrotów nie byłaby wogóle możliwa dla napięcia 230 V, bo ilość działek kolektora wypadłaby zmała. O tym artykule podał krótkie sprawozdanie M. Breslauer w niemieckim piśmie „ETZ”.

Rys. 1 pokazuje w przekroju górną połowę



Rys. 1.

Rys. 2.

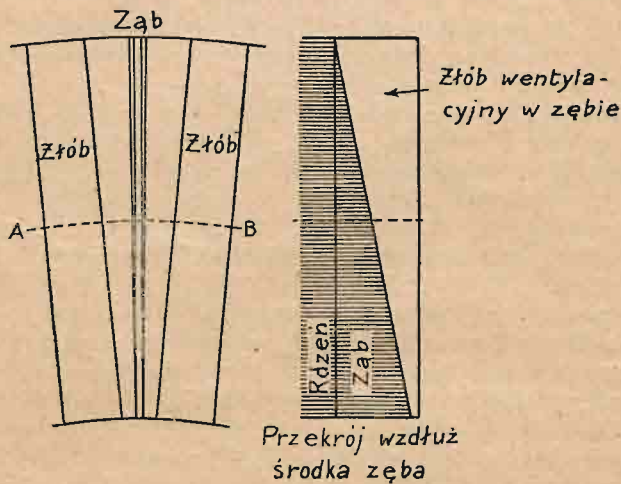
takiej maszyny wraz z wałem. W rysunku tym cyfra 1 oznacza cewkę twornika, otaczającą mniej więcej kwadratowy w przekroju rdzeń, złożony z ciągłej wstążki żelaznej, nawiniętej na żeliwny pierścień. Zwoje wstążki są albo lakierowane albo izolowane między sobą za pomocą wkładki papierowej. Żłobki dla uzwojenia są wyfrezowane w rdzeniu, nawiniętym początkowo bez izolacji, poczem wstążka zostaje odwinięta i nanowo nawinięta, przyczem podlega lakierowaniu albo izoluje się za pomocą wstawiania wstążki papierowej między zwoje. Wskutek tej metody izolowania zwojów żelaznych rdzenia, żłobki otrzymują kierunek nieco skośny do kierunku promienia, co jest bardzo pożądane dla wielu względów, jak np. zmniejszenia drgań magnetycznych i hałasu przez nie powodowanego.

Cyfra 2 oznacza nasady biegunowe, wykonane również z ciągłej wstążki żelaznej. Tak nawinięty pierścień, po znitowaniu w odpowiednich miejscach, kraje się potem na segmenty, stanowiące poszczególne nasady biegunowe, przymocowane do pieńków biegunowych za pomocą śrub. Rys. 1 pokazuje, jak nasady te mogą być usztywnione za pomocą grubszych wstążek, np. mosiężnych, niemagnetycznych, oznaczo-

<sup>1)</sup> Electrician, 17. Listopada 1922. „A New Type of Direct Current Machine.”

nych cyfrą 12 na rys. 1 i rys. 6. Wobec takiego usztywnienia wystarczy przymocować każdą nasadę do bieguna zapomocą jednej tylko śruby, co daje bardzo prostą konstrukcję.

Cyfra 3 oznacza rdzeń bieguna; bieguny najlepiej wykonywać z żelaza okrągłego, walcowanego, co pozwala stosować też okrągłe cewki wzbudzające (4 na rys. 1), najbardziej ekonomiczne pod względem



Rys. 3.

Rys. 4-a.

ilości miedzi. Cewki okrągłe dają bowiem największy przekrój rdzenia dla danej długości zwoju, (oszczędność miedzi około 25% w porównaniu do cewek kwadratowych albo czworokątnych), a w dodatku łatwiejsze i szybsze znacznie nawijanie.

Cyfra 5 oznacza jarzmo jedno i drugie, 6 — kolektor, 7—wał.



Rys. 4.

Wracając do twornika, jedną z korzyści takiego rdzenia jest to, że niema odpadków blachy żelaznej, spowodowanych wewnętrznym otworem rdzenia i tylko wycięcie żłobków powoduje nieznaczne stosunkowo odpadki. Unikamy też wydatku na sztancowanie żłobków, a frezowanie ich wypada oczywiście znacznie taniej. Podobnie automatyczne zdejmowanie zadziórów z wstążki, wykonywane podczas odwijania jej, wypada taniej, niż ta sama robota po sztancowaniu, wykonywana ręcznie. Rdzeń stanowi ciało, doskonale odporne na siły odśrodkowe i dopuszcza znaczne szybkości obrotowe; to samo dotyczy uzwojenia.

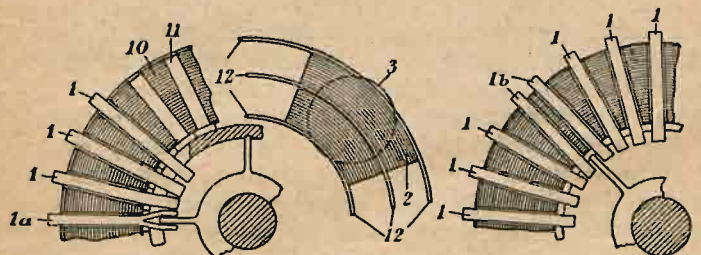
Rdzeń może być łatwo zaopatrzony w tarcze wentylacyjne (8 i 9 na rys. 1), stanowiące doskonały wentylator naturalny. Żęby twornika są wewnątrz węższe, niż zewnątrz, (10 na rys. 1 i 5), wobec tego że zewnątrz przekrój ich jest za duży dla danej średniej indukcji; mogą również posiadać nadzwyczaj skuteczną wentylację, chłodzącą twornik właśnie tam, gdzie najwięcej ciepła się tworzy, t. j. gdzie są najbardziej skupione straty energii, to jest właśnie w zębach i w miedzi uzwojenia w żłobku. Rys. 3, 4 i 4a pokazują, jak wykonana być może ta wentylacja w zębach, — zapomocą rozszerzającego i pogłębiającego się nazewnątrz żłobka po środku zęba. Możliwość tej wentylacji uważam za jedną z najważniejszych zalet tego typu maszyn, bo pozwala ona znacznie zredukować przekrój miedzi w tworniku, czyli powiększyć gęstość prądu. Daje to dużą

oszczędność na miedzi. Wentylacja ta nie oplaca się jednak dla małych maszyn, względnie nie jest potrzebna dla nich.

Przechodząc do uzwojenie twornika, należy przede wszystkim zaznaczyć, że uzwojenie wypada daleko taniej, niż u zwykłych maszyn bębnowych, bo druty izolowane, dla maszyn średniej wielkości czworokątne, mogą być łatwo nawijane ręcznie, po kilka drutów jednocześnie, gdzie obok siebie leżą druty, należące do kilku cewek, umieszczonych w jednym żłobku. Dla mniejszych maszyn stosowanoby drut okrągły, też łatwo dający się nawinąć ręcznie (po kilka drutów jednocześnie). Wykonanie ręcznego uzwojenia takiego twornika będzie kosztowało nie więcej, niż przygotowanie cewek szablonowych dla uzwojenia bębnowego, a odpada koszt umieszczania tych cewek na tworniku.

Najważniejszą jednak cechą dodatnią tego uzwojenia i wogóle maszyn tego typu jest ta okoliczność, że każda cewka twornika w razie uszkodzenia itp. może być, niezależnie od innych cewek zdejmowana albo naprawiana, podczas gdy przy uzwojeniu bębnowym trzeba zawsze wyjąć ze żłobów przynajmniej tyle cewek, ile odpowiada jednemu biegunowi! Każdy, kto miał do czynienia z uzwojeniami dla prądów stałych, potrafi ocenić znacznie praktyczne tej cechy tych maszyn.

Dla większych maszyn uzwojenie twornika będzie „sztabowe“, z płaskich prętów miedzianych, wygiętych w stanie gołym w postaci litery U (patrz rys. 9). Pręty te, umieszczone w żłobku „na sztorc“, po kilka obok siebie, — ile cewek jest w jednym żłobku, są łączone ze sobą z zewnętrznej strony twornika (patrz rys. 9), zapomocą również płaskich prętów, stanowiących doskonałą wentylację, zwłaszcza w połączeniu z tarczą wentylacyjną. Przez nadanie tym prętom przekroju wysokiego można ich powierzchnię chłodzącą znacznie powiększyć, wzmacniając jednocześnie wentylację. Jeżeli zważymy, że miedź jest dobrym przewodnikiem ciepła, to łatwo spostrzec, że tą drogą można odprowadzić z twornika ogromne ilości ciepła.



Rys. 5.

Rys. 6.

Rys. 7.

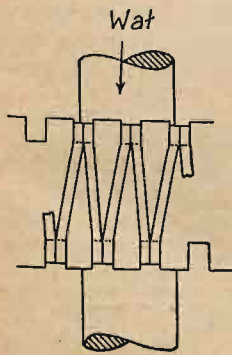
Pręty uzwojenia, w kształcie litery U, leżą w żłobkach w jednej warstwie tylko (w odróżnieniu od uzwojenia bębnowego), i muszą być wsuwane na miejsce od środka twornika, — cała paczka, stanowiąca zawartość żłobka, jednocześnie, w stanie już izolowanym. Lutowanie końców tych prętów z zewnątrz — przętami, łączącymi je, może się odbywać drogą automatyczną przez powolne obracanie twornika, którego zewnętrzne przęty zanurzone są w płynnej cynie. Izolować tych zewnętrznych prętów łączących nie potrzeba, natomiast trzeba je natłuścić, by nie pokrywały się cyną, gdzie nie potrzeba. Dla turbogeneratorów trzeba by połączenia te spawać elektrycznie albo przynajmniej przed lutowaniem nitować.

Wentylację takiego uzwojenia można wzmóc jeszcze przez wykonanie twornika według rys. 10. Tą drogą wzmocniony też wentylację cewek wzbudzących, a zwłaszcza w sposób bardzo skuteczny — żłobków wentylacyjnych w zębach (patrz rys. 3, 4 i 4a). Otwory, w żeliwnym pierścieniu wewnętrznym, stanowiącym środek blaszanego rdzenia, widoczne na rys. 10, pozwalają doprowadzić powietrze chłodzące też do wewnętrznej części prętów U twornika.

Rys. 11 pokazuje, jak dla uzwojenia prętowego powinno być wykonane połączenie z kolektorem. Włutowanie albo spojenie tego pręta łączącego musi być wykonane przed izolowaniem poszczególnych prętów, związanych następnie ze sobą i, po wspólnym odizolowaniu całej zawartości żłobka, wsuniętych do żłobków.

Pewną komplikację pod względem uzwojenia powodują ramiona, łączące twornik z piastą (patrz rys. 5). W tych miejscach, gdzie piasta przeszkadza normalnemu umieszczeniu cewek twornika, od strony wewnętrznej cewka twornika musi być rozszczepiona na dwoje, by dać miejsce dla ramienia. Np. cewka, oznaczona cyfrą 1a na rys. 5. Inna droga dla uniknięcia trudności stąd pochodzących polega na tem, że w okolicy ramion żłobki otrzymują kierunek nieco odmienny, tak by dać po środku miejsce między cewkami dla ramienia, jak to pokazuje rys. 7. Rysunek ten pokazuje twornik, nie wentylowany od strony wewnętrznej.

Połączenie mechaniczne twornika z piastą może być dokonane w trojaki sposób: 1) normalnie dla maszyn o niezbyt małych średnicach wewnętrznych twornika, czyli niezbyt szybkoobrotowych, piasta będzie wraz z ramionami stanowiła jeden odlew z pierścieniem żeliwnym, stanowiącym środek rdzenia blaszanego. 2) Dla małych średnic wewnętrznych ramiona, z jednego kawałka z piastą, mogą pasować do specjalnych żłobków wyfrezowanych w pierścieniu żeliwnym i wtedy gotowy uzwojony twornik nasuwano na te ramiona. 3) W najgorszym wypadku, t. j. jeżeli jest szczególnie mało miejsca wewnątrz twornika, ramiona mogą stanowić całość z pierścieniem żeliwnym i wtedy gotowy twornik nasuwano wprost na wał, posiadający potrzebne żłobki. Zamiast tego sposobu jest jednak i inne wyjście, lepsze znacznie, mianowicie, zgodnie z rysunkiem 9, wysunięcie piasty w bok poza twornik. W takim wypadku piasta, ramiona i środek rdzenia twornika mogą znowu stanowić jeden odlew.



Rys. 8.

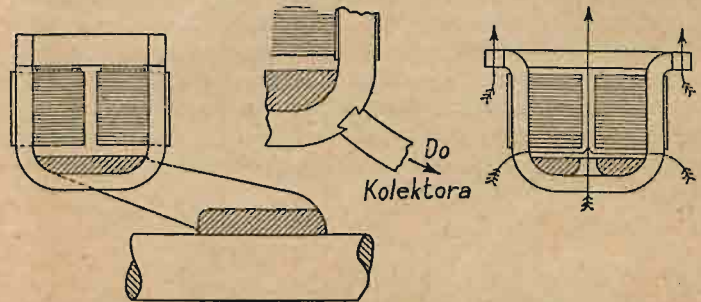
Twornik typu pierścieniowego ze żłobkami posiada jeszcze tę zaletę, że ilość żłobków może być zredukowana ze względu na komutację do połowy, t. j. ilość cewek na żłobek może być podwojona, jeżeli zgodnie z rys. 8 ułożymy cewki twornika w żłobkach tak, iż te cewki, które z jednej strony twornika leżą razem w jednym żłobku, na drugiej stronie twornika będą rozdzielone na dwa żłobki. Tak wykonany np. twornik o 6 cewkach w jednym żłobku (6 działek kolektora na żłobek) będzie komutował tak, jakby miał tylko 3 cewki w jednym żłobku. Przy uzwojeniu bębnowym naogół nie można

łączyć w jednym żłobku więcej, niż 3 lub 4 cewki, — ze względu na komutację.

Obliczenia pokazują, że najlepiej jest rdzeniowi twornika nie dawać przekroju płaskiego, lecz taki, aby cewki twornika były mniej więcej kwadratowe. Dzięki temu, ściśle biorąc, nie będzie to już maszyna o pierścieniu „płaskim”. Cewka o kształcie kwadratu daje w stosunku do przekroju rdzenia najmniejszą długość zwoju, jest więc najekonomiczniejszą pod względem ilości potrzebnej miedzi i strat energii w oporze uzwojenia. Średnia długość przewodnika w tworniku jest krótsza, niż dla uzwojenia bębnowego i np. dla turbogeneratorsa o mocy 1000 kW przy 3000 obrotach wynosi tylko 80 cm.

Ponieważ bieguny znajdują się po obu stronach twornika, więc każdy biegun składa się w sensie magnetycznym niejako z dwóch części i — podobnie też i bieguny pomocnicze. W wielu wypadkach można będzie jednak na biegunach pomocniczych zrobić

Rys. 11.



Rys. 9.

Rys. 10.

oszczędność i zbudować maszynę ze zmniejszoną do połowy ich ilością, umieszczając te bieguny naprzemian to z jednej, to z drugiej strony, jednostronnie tylko, gdyż przez małe stosunkowo wzmocnienie można będzie zapewne pomimo to osiągnąć dostateczny wpływ na komutację. W ten sposób można by osiągnąć dodatkową poważną oszczędność na miedzi i na stratach energii.

Pomimo że średnica gotowego twornika wypadła większa, niż dla maszyn bębnowych, zewnętrzna średnica całej maszyny będzie jednak znacznie mniejsza dzięki temu, że jarzma znajdują się nie na zewnątrz twornika, lecz obok niego. Tą małą średnicą jarzma tłumaczy się też mała waga całej maszyny i dość znaczna oszczędność na żelazie, potrzebnem dla jarzma.

Dzięki małym wymiarom zewnętrznym i małej wadze maszyny te nadają się szczególnie dla celów marynarki, łodzi podwodnych, torpedowców i t. p., a także dla lokomotyw i t. p.

Wogóle na materiale aktywnym (elektromagnetycznym) i na kosztach własnych maszyny te dają w porównaniu do obecnie używanych typów około 25% oszczędności, przyczem nie biorę jeszcze pod uwagę wpływu wzmoczonej w porównaniu z obecnymi maszynami wentylacji i możliwości zastosowania większej gęstości prądu w tworniku dzięki wentylacji samych zębów, oraz możliwości zaoszczędzenia miedzi przez zastosowanie tylko połowy biegunów pomocniczych.

Jak każda rzecz na świecie, tak i maszyny tego typu mają swoje słabe strony, czego bynajmniej nie zamierzam ukrywać.

Najbardziej rzucającą się w oczy słabą stroną jest konieczność ustalenia położenia twornika w kierunku osiowym, aby szczeliny z obu stron twornika były jednokowe i aby twornik się nie ocierał o bieguny. Drugą słabą stroną jest pewna trudność w balansowaniu twornika, bo trudno o miejsce, gdzie można by umieścić przeciwwagi dla balansowania statycznego.

Jednakowoż sama konstrukcja twornika prawie że wyklucza braki zrównoważenia. Trudności te nie są natury poważnej, czego najlepszym dowodem jest to, iż przez długie lata stosowano wszędzie na świecie w ogromnych ilościach podobnego typu maszyny Schuckerta i Brush'a,—od najmniejszych do największych wymiarów, i nie słyhać było o żadnych trudnościach tego rodzaju.

Wskutek nienormalnych stosunków ekonomicznych po wojnie nie udało mi się dotąd przeprowadzić próby takiej maszyny, pomimo iż otrzymałem patent szwajcarski (o inne się nie starałem, nie mając możliwości zastosowania patentu). Może opis ten zainteresuje odnośne sfery fachowe i tą drogą pomysł mój przyczyni się do postępu w budowie maszyn elektrycznych. W jednym z najbliższych numerów Przeglądu Elektrotechnicznego mam zamiar ogłosić szczegółowe dane o szeregu maszyn tego typu według moich obliczeń.

## Prof. dr. Ignacy Mościcki.

Ignacy Mościcki, urodzony 1 grudnia 1867 r. w wsi Mierzanowie ziemi Płockiej, do szkół średnich uczęszczał w Warszawie, poczem od 1887 do 1891 studiował chemię techniczną na politechnice w Rydze. W 1892 zmuszony został do opuszczenia kraju ze względów politycznych i udał się wraz z rodziną do Londynu. Tutaj w ciągu pięcioletniego pobytu musiał ciężko pracować na chleb codzienny, w wolnych tylko chwilach oddając się studjom z zakresu fizykochemji,—w Technical College, Finsburg i w Patent library. W roku 1897 przeniósł się do Szwajcarii, gdzie we Fryburgu pełnił przez 4 lata obowiązki asystenta przy katedrze fizyki u prof. Kowalskiego, czas ten poświęcając na studia fizyko-matematyczne i elektrotechniczne. Wtedy też, należycie już przygotowany, rozpoczął studia nad technicznymi sposobami wiązania azotu z powietrza,—początkowo wspólnie z prof. Kowalskim, później—samodzielnie. W roku 1901 została zawiązana we Fryburgu spółka udziałowa „Société de l'acide nitrique“ celem finansowania i eksploataowania jego prac. Opuszcza więc stanowisko asystenta i obejmuje kierownictwo techniczne tej spółki, pracując jednak nadal w instytucie fizycznym Uniwersytetu Fryburskiego, który, widząc owocność jego prac i zamierzań, udzielił mu do dyspozycji lokalu na laboratorium.

I tu się rozpoczyna okres właściwej jego twórczej pracy na polu chemji i elektrotechniki. Te dwie gałęzie wiedzy technicznej, zdawałoby się tak obce sobie, znalazły jednak wspólną dziedzinę, która je ściśle łączy,—jest nią elektrochemja, wymagająca do realizacji jej problemów dużego zasobu gruntownej wiedzy z obu tych gałęzi. Ten kierunek wiedzy objął właśnie Mościcki, jako najbardziej wtedy odpowiadający jego dążeniom i przemysłeniom. Ze studjów dotychczasowych chemik, mając do pokonania trud-

ności natury elektrotechnicznej, zgłębia ten dział tak, że nie tylko opanowują go praktycznie, ale i wnosi cały szereg pomysłów i rozwiązań twórczych, głównie z dziedziny wysokich napięć.

Pracując nad technicznym utlenianiem azotu powietrza, potrzebuje wysokich temperatur, a te mógł znaleźć jedynie w elektrycznych wyładowaniach iskrowych czy łukowych. Próbnijac wyładowań o wielkiej częstotliwości, nie mógł iść z napięciem tak wysoko, jak to mu wypadło, aby otrzymać większą energię wyładowań, gdyż ówczesne kondensatory techniczne wytrzymały zaledwie kilka tysięcy woltów. Rozpoczyna więc studia nad wytrzymałością dielektryków, aby przekonać się, dlaczego wytrzymałość używanych ówczesnie kondensatorów była mała, aby po zbadaniu tych przyczyn usunąć przeszkody i zbudować kondensatory, wytrzymaące znacznie wyższe napięcie.

Prace nad tą dziedziną stają się podstawą badań następnych. Ogłasza je w pismach polskich, niemieckich i francuskich<sup>1)</sup>. Te prace przypadły na r. 1904 a więc równo 20 lat temu. Badania nad dielektrykami były wówczas jeszcze bardzo skąpe i sprzeczne ze sobą. Trzeba było polegać—na własnych, to też właśnie na gruncie epoki ówczesnej trzeba oceniać pracę i zasługi Mościckiego. Otóż badania te doprowadziły go do nowego typu kondensatorów szklanych, rurowych, w postaci zmienionej butelki lejdejskiej, — wytrzymałych kilkadziesiąt tysięcy woltów. Przetrwały one do dzisiejszego dnia i dotychczas nie znaleziono lepszych wynaleść. Celem eksploatacji tego wynalazku powstała we Fryburgu specjalna fabryka kondensatorów, która wkrótce zdobyła sobie imię dzięki jej wyrobom, noszącym piętno myśli twórczej Mościckiego.

Prace Mościckiego nad dielektrykami i jego poglądy na zjawiska wyładowań powierzchniowych przyczyniły się w niemałym stopniu do powstania przyjętej dzisiaj teorii izolatorów w przepustowych, znanej pod nazwą teorii Kuhlmana (prof. Politechniki w Zurychu). Przedstawienie naprężeń, występujących w dielektryku, za pomocą jednostkowych komórek energii, ograniczonych rurkami indukcji i powierzchniami ekwipotencjalnymi pola elektrycznego, wpływ stałej dielektrycznej izolatora na wyładowania powierzchniowe, które znajdujemy w teorii Kuhlmana, przejął on od Mościckiego.

Badania nad kondensatorami i ich wyładowaniami oraz nad zjawiskami prądów szybkozmiennych w obwodach doprowadziły Mościckiego do studjów nad przepięciami elektrycznymi w sieciach i nad ochroną przed nimi<sup>2)</sup>.

Wystąpił on przeciw powszechnie podówczas stosowanemu ochronnikom różkowym, wykazując, że przy wyższych napięciach zawodzą one, a nawet stają się źródłem nowych przepięć w linjach. Na miejsce ich zalecił stosowanie kondensatorów. Urządzenia ochronne jego systemu

<sup>1)</sup> Badania nad wytrzymałością dielektryków, Roczn. Akad. Umiejęt. Kraków, 1904.

O stratach dielektrycznych w kondensatorach, tamże w 1904. Über Hochspannungskondensatoren, E. T. Z. 1904. Les condensateurs à haute tension, Eclair. électr. 1904.

<sup>2)</sup> Beseitigung der durch atmosphärische Elektrizität in den elektrischen Anlagen verursachten Betriebsstörungen, Schweiz E. T. Z. 1906.

Bemerkungen und Vorschläge betreffend Überspannungssicherungen, Schweiz ETZ 1905.

Sur l'installation des parafoudres, Eclair. Electr. 1905.

zaczęła wykonywać fryburska fabryka kondensatorów. System ten znalazł od razu gorących zwolenników, przekonanych dodatnimi rezultatami, osiągniętymi w praktyce, znalazł jednak również niemniej zapalonych przeciwników, głównie ze strony zainteresowanych firm konkurencyjnych. Rozpoczęła się gorąca polemika w prasie technicznej i na zebraniach dyskusyjnych, która wreszcie doprowadziła do wyświetlenia i ustalenia poglądów na zjawiska przepięciowe i usuwanie ich skutków.

Pewną formą ochronników iskrowych są t. zw. wentyle Giles'a, w których działanie pojemności jest połączone z działaniem oporności, łączonych w szereg z iskiernikiem kulkowym w ten sposób, że w razie przeskoku iskry oporność systemu się zmniejsza do rzędu oporności falowej linii ochraniającej, czego właśnie wymaga obecna teoria. Ochronniki te pochodziły z fabryki fryburskiej i są również pomysłu Mościckiego, jakkolwiek nie noszą jego imienia.

Oto w krótkości działalność Mościckiego w dziedzinie wysokich napięć, będącej naówczas dopiero w kolebce, bo były to lata 1904—1908, kiedy dopiero sięgano do napięć kilkudziesięciu tysięcy voltów, mając tylko skąpe wiadomości teoretyczne i praktyczne. Mościcki zapisał się w niej trwałymi zgłoskami, jako jeden z pierwszych jej pionierów, mający odtąd ustaloną kartę w historii elektrotechniki.

Prace Mościckiego z elektrotechniki były jednak tylko pewną dygresją w stosunku do jego właściwego powołania—elektrochemji, wywołane koniecznością rozwiązania problemów tam mu się zjawiających. W międzyczasie Mościcki prowadzi dalej prace nad utlenianiem azotu powietrza, przechodząc różne możliwe i stosowane metody, aż zatrzymał się na piecu elektrycznym, w którym utlenia azot, przepuszczając powietrze przez tarczę płomienną, wytworzoną wirowaniem łuku elektrycznego w polu magnetycznym. System ten wytrzymać mógł już konkurencję z innymi sposobami. Powstaje fabryka kwasu azotowego w Chippis w Szwajcarii w roku 1908—1910. Równolegle z robotami w Chippis opracowuje techniczną metodę syntezy cjanowodoru, zastosowaną w fabryce w Neubausen (Szwajc.).

W r. 1912, powołany na katedrę elektrochemji i chemji fizycznej w Szkole Politechnicznej, opuszcza Szwajcarię, przenosząc się do Lwowa, gdzie urządza przedewszystkiem laboratorium elektrotechniczne, przenosząc swe bogate i cenne urządzenia fryburskie, między którymi większość stanowiły maszyny, transformatory i aparaty elektrotechniczne wysokich napięć. Całą swoją pracę i wiedzę oddaje teraz idei rozbudzenia i tworzenia wielkiego przemysłu chemicznego, urabiając i skupiając koło siebie współpracowników, opracowując metody i organizując placówki pracy badawczej i przemysłowej.

Wypadki wojenne na krótki tylko czas przerwały jego działalność na polu przemysłowym. Opracowane projekty wielkiej fabryki kwasu azotowego, żelazocjanku sodowego, azotanu amonu, musiały być zaniechane na jakiś czas. Dopiero w r. 1917, a więc jeszcze przed końcem wielkiej wojny, w związku z potrzebami rolnictwa krajowego rozpoczął budowę fabryki azotanu amonu w Borach dla Spółki akc. „Azot“. Dalsze wypadki wojenne i pierwsze wojny powstałego Państwa Polskiego nie sprzyjały zakładaniu dużych przedsięwzięć. Pokonawszy jednak wszelkie piętzące się przeszkody, uruchamia wreszcie z końcem 1921 r. fabrykę w Borach, imponujący twór myśli i pracy tego niestrudzonego pracownika, jedyny w swoim rodzaju w Polsce.

Jedną z najpiękniejszych kart jego działalności tech-

nicznej w znaczeniu ogólnonarodowym jest utrzymanie w ruchu fabryki związków azotowych w Chorzowie. Przy ustępowaniu z Górnego Śląska Niemcy wywozili do głębi ich kraju różne urządzenia fabryczne, nie chcąc ich zostawić Polakom. Z fabryką Chorzowską, największą swego rodzaju, nie spieszyli się jednak, przypuszczając, że i tak Polacy nie będą mogli dać sobie rady z jej specjalnymi urządzeniami i sposobami fabrykacji, utrzymaniem w tajemnicy, i że będą musieli zatem oddać ją im dla dalszego prowadzenia. Jakżeż się jednak zawiedli, skoro natychmiast po formalnym oddaniu fabryki i wyjeździe wszystkich głównych pracowników, zjawił się tam Mościcki ze strony rządu polskiego i z przygotowanym z wczasu sztabem swoich inżynierów i specjalistów fabrykę od razu uruchomił i poprowadził (do 1923 r.) ze zwiększoną wydajnością!

Znając ważność i potrzebę racjonalnej organizacji pracy badawczej w każdej dziedzinie, stwarza w 1916 roku dla chemji taką placówkę we Lwowie pod nazwą „Metan“. Jest inicjatorem i kierownikiem instytucji, przez którą przechodzą ludzie i pomysły. Wyrabiają się pod jego okiem przyszli pracownicy na niwie nauki i przemysłu chemicznego, przerabia się tam i w czyn wprowadza zagadnienia naukowe i techniczne,—wszystko kierowane ku jednemu celowi, ku wytworzeniu wielkiego przemysłu chemicznego, ku podniesieniu kultury i nauki polskiej. „Metan“ zostaje następnie za jego inicjatywą przemieniony w instytucję o charakterze czysto społecznym, w „Chemiczny Instytut Badawczy“, mający być podwaliną pod przyszły Państwowy Instytut Chemiczny w Warszawie.

Obecnie pracuje Mościcki dalej w Politechnice Lwowskiej, zajmując się głównie technologią wielkiego przemysłu chemicznego, nie zaniedbuje jednak i tej dziedziny, która mu tak bliską się stała podczas pobytu w Szwajcarii, t. j. techniki wysokich napięć, wykładając wybrane działy, ilustrowane znanymi dobrze w kręgach elektrotechników lwowskich doświadczeniami, w których jest prawdziwym mistrzem.

Politechnika Lwowska w uznaniu jego prac, obdarzyła go w 1922 roku tytułem honorowego doktora nauk technicznych. W roku 1924 został odznaczony wielką gwiazdą orderu „Odrodzenia Polski“ za zasługi na polu nauki oraz podniesienia przemysłu. Obecnie Politechnika Warszawska udziela mu tytułu honorowego doktora elektrotechniki, jako pionierowi polskiej elektrotechniki.

*Prof. K. Drewnowski.*

## Dr. Karol Franciszek Pollak.

Dr. Karol Franciszek Pollak urodził się 15 listopada 1859 r., jako syn znanego księgarza i wydawcy oraz matki z domu Zarembianki. Nauki pobierał w Sanoku, Stryju i Lwowie.

Jako dwudziestokilkuletni młodzieniec z amatorstwa studjuje elektrotechnikę i zakłada w roku 1882 pierwszą w kraju instalację telefonową. Udaje się następnie do Londynu i pracuje tam jako kierownik laboratorium w towarzystwie „The Patent Utilisation Co“. Mając wrodzony dar wynalazczy, buduje własnego pomysłu mikrofon, łącznik antomatyczny do elektrycznych lamp Jabłoczkowa, maszynę do druku w kilku kolorach i t. d. Urządzenia te patentuje. W roku 1885 studjuje elektrotechnikę w Charlottenburgu a jednocześnie pracuje nad nową serją wynalazków z dzie-

dziny ogniw galwanicznych (ogniwo samoładujące się, pierwsze ogniwo suche i t. d.). Wkrótce potem prowadzi fabrykę przyrządów elektrycznych w Berlinie (G. Wehr, Berlin, Telegraphen - Bau - Anstalt) i udaje się znów do Londynu w celu eksploataowania patentów angielskich na swoje wynalazki.

Przerzuca się na kolejnictwo elektryczne, buduje model nowego tramwaju, a w roku 1886 zostaje w Paryżu dyrektorem przedsiębiorstwa, mającego na celu eksploataowanie tramwajów elektrycznych jego pomysłu.

Jednocześnie pracuje w laboratorium Sorbony.

Wynalaczy umysł p. Pollaka wpada na nowe pole pracy, które podówczas stało jeszcze ugiorem. Mamy na myśli budowę akumulatorów. W dziedzinie tej nasz wynalazca zrobił bardzo wiele, a jednocześnie zdobył sobie powszechne uznanie i rozgłos wazzechświatowy.

Pierwszy akumulator p. Pollaka (z płytami walcowanymi) był przedstawiony Akademii Umiejętności w Paryżu. Jednocześnie z tym akumulatorem była demonstrowana elektryczna lampa bezpieczeństwa dla górnictwa. Wynalazca zostaje dyrektorem fabryki akumulatorów w Paryżu, a na Wystawie światowej w Paryżu w roku 1889 otrzymuje za swoje pomysły medal srebrny.

Bierze czynny udział na Wystawie międzynarodowej i Kongresie we Frankfurcie nad Menem. Zainteresowanie wynalazkami p. Pollaka dochodzi do szczytu. We Frankfurcie nad Menem powstaje fabryka akumulatorów pod firmą i kierownictwem naszego wynalazcy (Frankfurter Accumulatorenwerke & Co). Przedsiębiorstwo szybko się rozwija, przechodzi na towarzystwo akcyjne, a fabryka powiększa się w czwórnasób. To samo towarzystwo buduje nową fabrykę w Lissing pod Wiedniem, a także daje licencję jednej z fabryk szwajcarskich (w Marly-le-Grand) i francuskiej (Nancy).

Twórca umysł p. Pollaka wpada na nowe pomysły. Pracując stale w laboratorium, buduje prostownik komutatorowy a następnie prostownik aluminiowy do przetwarzania prądu zmiennego na prąd stały. Pomysły swoje z tej dziedziny przedstawia Akademii Umiejętności w Paryżu i na Wystawie światowej w 1893 r. otrzymuje dyplom uznania i medal. Na Kongresie międzynarodowym wygłasza odczyt o prostownikach.

Fabrykę pod Frankfurtem nad Menem łączy z miastem linią tramwajową własnego systemu z szybkim i automatycznym ładowaniem akumulatorów na stacji krańcowej.

Na Wystawie krajowej we Lwowie w roku 1894 otrzymuje dyplom honorowy.

W czasach rozbijałego hakatyizmu p. Pollak prowadzi fabrykę, zbudowaną kosztem kapitałów niemieckich i na ziemi niemieckiej. Ma jednak odwagę cywilną akcentować na każdym kroku swą narodowość, chlubić się nią i otaczać polskimi siłami fachowcami. W roku 1896 jednym z inżynierów fabrycznych był obecny profesor Politechniki lwowskiej p. Edwid Hauswald, a chemikiem — p. dr. Ferd. Edw. Polzenjusz z Krakowa.

W sprawie oceny wynalazków p. Pollaka pozwolił sobie zacytować zdanie prof. Hauswalda:

„Miał dar wynalaczy tudzież wytrwałość w pracy nad rozwijaniem i doskonaleniem pierwszych pomysłów. Jak zwykle część tylko pomysłów dała się praktycznie zrealizować i do celów przemysłowych na większą skalę zużytkować. Do takich należały jego wynalazki:

znanego z literatury rdzenia ołowianego z żeberkami i haczykami do płyt akumulatorowych,

metody formownia nałożonej na takie płyty masy (ciasta) sposobem elektrolitycznym,

sposobu szybkiego wytwarzania wspomnianych rdzeni ołowianych zapomocą walcowania taśm ołowianych na gładkich i profilowanych wałkach,

odlewania porowatych płyt,

różnych konstrukcji zawieszania płyt akumulatorowych i łączenia poszczególnych ogniw ze sobą,

różnych konstrukcji przenośnych akumulatorów i t. p., następnie, oryginalny, choć trudny do utrzymania,

prostownik komutatorowy z motorem synchronicznym do zamiany prądów zmiennych na jednokierunkowe, prostownik aluminiowy z kwaśnym lub zasadowym elektrolitem i wiele innych pomysłów technicznych, rozwiązujących liczne zagadnienia, nasuwające się w pracy przemysłowej”.

W roku 1899 p. Pollak opuszcza placówkę niemiecką i przenosi się na stałe do Francji. Urządza sobie laboratorium i robi dalsze poszukiwania.

Na Wystawie międzynarodowej w Paryżu 1900 r. akumulator jego jest wyróżniony złotym medalem, a więc nagrodą najwyższą. Na wystawie jubileuszowej Towarzystwa Politechnicznego we Lwowie 1902 r. otrzymuje za swoje wynalazki i prace uznanie i medal srebrny.

Zbiegiem okoliczności życie prywatne p. Pollaka kojarzy się z drugim wielkim wynalazcą polskim, matematykiem i elektrykiem ś. p. inż. Abakanowiczem, który również pracował w dziedzinie akumulatorów i tramwajnictwa elektrycznego. P. Pollak bowiem jest żonaty z panią Abakanowiczową, doktorką filozofji.

Szeroki polot umysłowy p. Pollaka nie pozwala mu zasklepić się w jednej tylko specjalności. I oto na wystawie w Nicei nasz wynalazca otrzymuje za model aeroplanu medal, następnie patentuje nowy zabieg medyczny, oparty na całym szeregu doświadczeń własnych, a podczas wielkiej wojny pracuje nad ulepszeniem materiałów wojennych i dzieli się swojemi zdobyczami na tem polu z francuskim Ministerjum wojny.

W sumie p. Pollak uzyskał na swoje wynalazki 98 patentów.

Gdy Polska zdobyła byt niepodległy, wszyscy jej synowie, rozsiani po kuli ziemskiej, zaczęli do niej powracać, by oddać jej swe zdolności, talenty i siły żywotne. Pośpieszył do niej i ten weteran elektrotechniki, dźwigający na sobie już siódmy krzyżyk, a tak młody zapałem, jakby dopiero rozpoczynał pracę zawodową.

Zwija dom i laboratorium na południu Francji, opuszcza spokojną i zaciszną pracę doświadczałą, osiada na ziemi polskiej i rzuca się w wir organizacyjnej pracy przemysłowej. Dziś jest dyrektorem „Polskiego Towarzystwa Akumulatorowego” w Białej, zwalcza wszelkie napotykané trudności, buduje fabrykę od podstaw, uruchamia ją i eksploatuje.

W tej zbożnej pracy życzymy Mu jak największego powodzenia.

Prof. St. Odr. Wysocki.

## Dr. inż. Aleksander Rothert.

Dr. Aleksander Rothert urodził się 13 sierpnia 1870 r. w Pilicy z ojca Adolfa (rodem z ziemi Kaliskiej) i matki z domu Strońskiej.

Od najmłodszych lat zdradza zamiłowanie do techniki.

Już jako uczeń buduje modele żagłówek i statków i usiłuje skonstruować łódkę, poruszaną elektrycznością. To go naprowadza na drogę elektrotechniki. Odtąd w laboratorium domowym stale pracuje nad budową ogniw galwanicznych, dzwonków, maszyny do izolowania drutów i t. d.

W roku 1888 kończy gimnazjum realne w Rydze, praktykuje w Warszawie w fabryce „Gostyńskiego” i tam buduje dla siebie maszynę elektryczną. Wstępuje na wydział mechaniczny Politechniki ryskiej, a choć należy do korporacji „Welecja”, nie bierze w życiu studenckim żywego udziału. Bliższe stosunki utrzymuje tylko ze ś p. Marjanem Lutosławskim, również wybitnym elektrotechnikiem. Podczas praktyki wakacyjnej odlewa wg. własnych modeli nową maszynę elektryczną, już z twornikiem bębnowym. Podczas studjów każdą wolną chwilę spędza przy pracy laboratoryjnej bądź nad zgłębianiem ówczesnej literatury elektrycznej. To też gdy w roku 1893 ukończył politechnikę, miał już spory zasób wiedzy fachowej.

Dla ostatecznego wyspecjalizowania się w elektrotechnice udaje się na Politechnikę darmsztacką, słucha wykładów słynnego prof. E. Kittlera i zdaje egzaminy ostateczne.

Rozpoczyna praktykę inżynierską w roku 1894 w firmie „W. Lahmayer & C.” w Frankfurcie nad Menem; zarządza probiernią fabryczną, a następnie—biurem obliczeń. Projektuje cały szereg nowych maszyn i wykonywa próby z bardzo wysokim podówczas napięciem—10 000 woltów.

Po trzech latach przechodzi na stanowisko inżyniera naczelnego do fabryki „Fabius Henrion” w Nancy, a następnie—do fabryki „C-ie Internationale d'Électricité” w Leodjum. Rodakowi naszemu przypadło w udziale projektowanie pierwszych maszyn na prąd zmienny i trójfazowy, budowanych przez te fabryki.

W roku 1899 p. Rothert wraca z powrotem do firmy „W. Lahmayer & C.”, tym razem już jako dyrektor Oddziału Rosyjskiego w Moskwie. Ówczesny kryzys przemysłowy nie sprzyjał rozwojowi tej firmy. To też w 1901 r. p. Rothert przerzuca się na drugi koniec Europy—do Szkocji. Pracuje, jako inżynier naczelną w nowopowstałej fabryce „The British Electric Plant Co” w Alloa (w pobliżu Glasgowa).

W ciągu całego dziesięciolecia zajmował się wyłącznie projektowaniem maszyn elektrycznych. Bodaj że stworzył więcej typów, niż którykolwiek z jego kolegów-konstruktorów. W hierarchji inżynierskiej szybko posuwa się naprzód. Firmy ubiegają się o niego.

Jednocześnie pracuje naukowo, a prace publikuje w postaci odczytów i w postaci całego szeregu artykułów w języku niemieckim, polskim, francuskim i angielskim. Pierwszy odczyt wygłasza w r. 1895 we Frankfurcie nad Menem na temat teorii silników wielofazowych. Następnie opracowuje nową teorię oddziaływania twornika, polegającą na liczbie amperozwojów (a nie na natężeniu pola magnetycznego lub na napięciu) i wygłasza na ten temat odczyt na zjeździe elektryków niemieckich w Berlinie 1896 r. Wykres prądniczy prądu zmiennego, opublikowany w tym odczycie, stał się najbardziej znanym dorobkiem Rotherta. Na wykresie tym wzorował się Heyland, kolega i przyjaciel Rotherta, gdy opracowywał swój wykres dla silników trójfazowych. Heyland początkowo chciał oprzeć się na napięciach, a dopiero pod wpływem Rotherta przeszedł na amperozwoje. Teoria Rotherta miała początkowo wielu przeciwników, z biegiem jednak czasu, po następnych jego publikacjach, zwyciężyła. Prof. Kittler z dumą cytował na wykładach nazwisko swego niedawnego słuchacza.

Na Wystawie paryskiej w 1900 r. bada szczegółowo konstrukcje wielkich maszyn i ocenia je krytycznie. Stu-

djuje też komutację kolektorów i wypowiada w tej sprawie swoje poglądy.

W roku 1904 Rothert zostaje dyrektorem zarządzającym fabryki maszyn elektrycznych w Moskwie „C-ie Centrale d'Electricité”. Fabrykę tą gruntownie reorganizuje, wprowadzając między innymi najnowsze metody obróbki mechanicznej. Po przejściu fabryki w ręce towarzystwa „Westinghouse”, opuszcza zajmowane stanowisko w roku 1907 i udaje się do Ameryki Północnej, dla zapoznania się z tamecznymi sposobami fabrykacji.

W roku 1908 Politechnika lwowska powołała Rotherta na profesora „budowy maszyn elektrycznych” i „budowy elektrowni”. Małopolska nie interesowała się jeszcze przemysłem elektrycznym, a Politechnika lwowska zaliczyła oba powyższe przedmioty do kategorii wykładów nieobowiązkowych na wydziale mechanicznym. To też nowe pole pracy nie dawało zadowolenia p. Rothertowi. W dodatku praca ta przerywała się dwukrotnie: najpierw wskutek choroby, a później—wskutek wybuchu wielkiej wojny.

Po zajęciu Lwowa przez Rosjan, Rothert przyjmuje w r. 1915 stanowisko dyrektora fabryki „Siemensa i Schuckerta” w Petersburgu. Po roku pracy zostaje przez władze rosyjskie aresztowany, w podejrzaniu o działalność szpiegowską na rzecz Austrii. Cały rok przebywa w więzieniu. Leczy się potem z choroby płuc, którą nabył w kazaarach. Przez pół roku pracuje jako doradca w wielkiej fabryce AEG w Charkowie przy reorganizacji jej w myśl zasad Taylora. W roku 1918 wraca do Lwowa na ostatnie trzy dni panowania austriackiego. W czasie walk z ukraińcami pełni obowiązki obywatelskie w milicji i otrzymuje odznakę „Obrony Lwowa”.

W roku 1919 wchodzi w stosunki z „Polskiem Tow. Przedsiębiorstw Elektrycznych” i w interesach tego towarzystwa wyjeżdża zagranicę. Jednocześnie pomaga w pracy „Polskiemu Biuru Kongresowemu” w Paryżu. Po powrocie usiłuje zainteresować sfery finansowe budową wielkiej fabryki maszyn elektrycznych. Najazd bolszewicki przerywa wszystkie nawiązane nici.

Mając stale styczność z fabrykacją, znakomity nasz elektryk staje się znawcą organizacji pracy. Jest to druga specjalność p. Rotherta. Jeszcze przed objęciem katedry w Politechnice lwowskiej, w roku 1908 zaczyna ogłaszać swe artykuły z tej dziedziny. Na zaproszenie oddziału berlińskiego „Związku Inżynierów Niemieckich” wygłasza odczyt o nowych sposobach organizowania pracy. Odczyt ten wywołał duże zainteresowanie.

Jedną z kwestji, które Rothert zajął się gruntownie, były systemy płac roboczych. W tej dziedzinie stworzył podstawę teorii matematycznej, polegającej między innymi na pojęciu „zachęty” do pracy. Dość gruntownie opracował też sprawę kalkulacji przemysłowej. Również i w sprawie cel ogłosił cały szereg artykułów w pismach codziennych i fachowych.

Obecnie p. Rothert pracuje od kilku lat nad organizowaniem fabryk nieelektrotechnicznych (w przemyśle tkackim w Łodzi, a ostatnio w firmie „L. Zieleniewski” w Krakowie i Ostrowiu Poznańskim).

Ale p. Rothert jest przede wszystkim elektrykiem. Jeszcze dwa lata temu ogłosił w angielskim „Electrician” pracę o nowym typie maszyny prądu stałego<sup>1)</sup>. Autor opracował go w więzieniu rosyjskiem, i opatentował w Szwajcarii.

<sup>1)</sup> Jest to pierścień płaski z uzwojeniem żłobkowym; typ ten w porównaniu z powszechnie przyjętym typem o uzwojeniu bębnowym wykazuje poważne zalety natury technicznej i ekonomicznej.

Mamy niezłomną nadzieję, że Dr. Rothert wróci do elektrotechniki, aby cały zasób swojej wiedzy głębszej oddać na pożytek rodzimego przemysłu elektrotechnicznego.  
Prof. *St. Odr. Wysocki*.

### Ważniejsze prace D-ra Aleksandra Rotherta.

O silnikach jedno i wielofazowych (ETZ 1895 str. 261).  
Przyczynek do teorii silników asynchronicznych (ETZ 1895 str. 705).  
Łączenie szeregowo lamp łukowych i żarowych (ETZ 1895 str. 811).  
Teoria dławików i transformatorów do łączenia w szereg lamp żarowych (ETZ 1896 str. 142).  
Oddziaływanie twornika w prądnicach odczyt w Berlinie (ETZ 1896 str. 575, 740; 1997 str. 20).  
Przebiegi w wirniku silników trójfazowych (ETZ 1896 str. 596).  
Uzwojenie twornikowe w maszynach trójfazowych (ETZ 1896 str. 683).  
Nowa maszyna trójprzewodowa (odczyt w Genewie— „Elektrot. Rundschau 1896/7”).  
Rozproszenie magnetyczne i oddziaływanie twornika (ETZ 1897 str. 56).  
Teoria maszyn trójprzewodowych (ETZ 1897 str. 55, 230, 247, 286, 310, 330).  
Wskazówki praktyczne do projektowania instalacji wielofazowych (Przegl. Techn. 1898).  
Kilka uwag do projektu Lindley'a (Przegl. Techn. 1898).  
Przyczynek do oceny rozproszenia w maszynach elektrycznych (ETZ 1898 str. 321).  
Rozproszenie w maszynach elektrycznych (ETZ 1898 str. 483).  
Obliczenie uprzednie wykresu silników trójfazowych (ETZ 1898 str. 730).  
Badanie wykresu zwarcia prądnic prądu zmiennego (ETZ 1899 str. 619, 637, 657, 893).  
Patent niemiecki i amerykański na zezwój do twornika bębnowego (1899, 1900).  
Wielkie prądnice (ETZ 1901 str. 191, 333, 744; „Éclairage Électr” 1901).  
Uzwojenia nowoczesne tworników prądu stałego (ETZ 1901 str. 313; „Éclairage Électr” 1901).  
Czy prądnice mogą odgrywać rolę kół zamachowych? (Z d. Ver. d. Ing. 1901).  
Postępy w budowie maszyn prądu stałego (Przegl. Techn. 1901).  
Silniki indukcyjne („Electrician” Londyn 1901/2). 1902 str. 56, 185, 354, 487).

Spadek napięcia w prądnicach prądu zmiennego (ETZ) Ile wycinków ma mieć kolektor maszyn prądu stałego? (ETZ 1902 str. 309, 419).  
Komutacja bez iskrzenia (ETZ 1902 str. 510).  
Przyczynek do teorii komutacji (ETZ 1902 str. 865, 884, 1029).  
Położenie przemysłu elektrotechnicznego w Państwie Rosyjskim w zależności od cła w wozowego (Przegl. Techn. 1902).  
Spółczynniki prądnic (ETZ 1903 str. 404).  
Elektrotechnika w Anglii (Przegl. Techn. 1903).  
Własności dynamomaszyn prądu stałego (Przegl. Techn. 1903).  
Maszyna prądu stałego z biegunami zwrotnymi (ETZ 1907 str. 1108).  
Z dziedziny budowy silników nowoczesnych (ETZ 1908 str. 141, 161).  
Przykłady traktowania zamówień w ruchu fabrycznym (Werkst. 1908).  
Przyczynek do studjum nad metodami płac roboczych (Werkst. 1909).  
Z praktyki zarządu składami (Tech. & Wirt. 1909).  
Poglądy nowoczesne na urządzenia i organizację fabryki maszyn (Tech. & Wirt. 1909; Przegl. Techn. 1910).  
O systemach płacy, mających na celu podniesienie wydajności robotnika (Przegl. Techn. 1910).  
O wykonywaniu rysunków warsztatowych w fabrykach maszyn (odczyt we Lwowie; „Czas. Techn.” 1910).  
Przyczynek do sprawy prowadzenia fabryki maszyn (Przegl. Techn. 1911).  
Podstawy kalkulacji przemysłowej (Przegl. Techn. 1912).  
Cło na wyroby elektrotechniczne (Wiad. tyg. Stow. Techn. 1919; Przegl. Elektr. 1919).  
Cło na maszyny elektryczne (Przegl. Elektr. 1919).  
O strajkach (Liga Pracy 1920).  
Próba racjonalnej metody normowania płacy dla robotników (Przegl. Techn. 1920).  
Potrzeba reformy w sposobie opłacania pracy w przemyśle (Przegl. Gosp. 1921).  
Jaki system płacy stosować w dzisiejszych warunkach? (Liga Pracy 1921).  
Nowy typ maszyny (Electrician, London 1922).  
O kalkulacji (Przegl. Techn. 1922).

(tłomaczył i zestawiał pr. St. Odr. Wysocki).

**Warsz. Koło Elektr. Polskich.** Dnia 13 stycznia r. b. o g. 8-ej wieczorem odbędzie się kolejne zebranie odczytowe, na którym prof. Ign. Mościcki wygłosi odczyt p. t. „O płomieniu elektrycznym i jego zastosowaniu”.

Zebranie odbędzie się w audytorjum elektrotechnicznym Politechniki (Gmach Fizyki, Koszykowa 75).

TREŚĆ: Wentyle Giles'a, prof. dr. Ignacy Mościcki. — Prostowniki (zwrotniki) mechaniczne i elektryczne, dr. K. Pollak. — Nowy typ dynamomaszyn prądu stałego, dr. inż. Aleksander Rothert. — Prof. dr. Ignacy Mościcki, prof. K. Drewnowski. — Dr. Karol Franciszek Pollak, prof. St. Odr. Wysocki. — Dr. inż. Aleksander Rothert, prof. St. Odr. Wysocki.

Redaktor: profesor M. Pożaryski.

Wydawca: w z. Sp. z ogr. odp. Inżynier R. Podoski.

Sp. Akc. Zakł. Graf. „Drukarnia Polska”, Warszawa, Szpitalna 12.