

# PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH

pod naczelnym kierunkiem prof. M. POŻARYSKIEGO.

Rok XIV.

1 Czerwca 1932 r.

Zeszyt 11.

Redaktor inż. WACŁAW PAWŁOWSKI

Warszawa, Czackiego 5, tel. 690-23.

## NOWSZE POGLĄDY W DZIEDZINIE POMIARU WYSOKIEGO NAPIĘCIA ISKIERNIKIEM KULOWYM

(1927 — 1932)

Inż. J. L. Jakubowski.

St. asystent Lab. Wysokich Napięć Pol. Warsz.

(Dokończenie).

### 3. Pomiar napięcia o wielkiej częstotliwości.

W dziedzinie pomiaru amplitudy napięć krótkotrwałych (w szczególności fal uskokowych o stromych czołach przednim i tylnym) lata ostatnie nie przyniosły żadnej zmiany zasadniczej [35]. Wobec tego odpowiednie zalecenia przepisów L. W. N. mogą być wcielone do „Wskazówek”. Największą amplitudę krótkotrwałej fali uskokowej, mierzona przy pomocy danych kul, najostrożniej byłoby przyjąć za równą tylu kV, ile mm ma średnica kuli  $D$  (odpowiada to przepisom VDE:

$$U = 0,75 \cdot D \sqrt{2} \cong D.$$

Jeśli chodzi o pomiar napięcia o dużej częstotliwości i niezaniżającej amplitudzie, „Wskazówki” muszą stanąć na zupełnie innym stanowisku, niż przepisy L. W. N. i V. D. E., nie przewidując pomiaru iskiernikiem takich napięć. Podstawę do tego dają badania Reukemy<sup>10)</sup> J. Kampschultego [30] i najnowsze F. Miserégo [31]. Wyniki tych badań można streścić w następujących wnioskach:

α) Napięcie przeskoku  $U_0$  dla częstotliwości większych od technicznych jest funkcją częstotliwości. Mianowicie przy dużych częstotliwościach, dla większych odległości kul  $U_0$  jest *mniejsze*, niż przy częstotliwości technicznej ( $50 \frac{\text{okr}}{\text{sek}}$ ).

β) Dla małych odległości napięcia  $U_0$  przy dużej częstotliwości i technicznej są jednakowe dla odległości od 0 do odległości krytycznej. Dla kul odległość ta wynosi:

dla 110 000 $\frac{\text{okr}}{\text{sek}}$	0,45 cm	(Kampschulte)
428 000 „	0,17 „	(Miseré)
995 000 „	0,09 „	(Miseré)

Zatem w granicach, stosowanych przy pomiarze wysokiego napięcia,  $U_0$  przy częstotliwości dużej jest zawsze *mniejsze*, niż przy technicznej.

γ) Naświetlanie promieniami nadfioletkowymi *zniejsza* napięcie przeskoku (Reukema, Kampschulte), czyli zwiększa różnicę między  $U_0$  przy częstotliwości technicznej i wysokiej.

Reukema badał kule  $D = 6,25$  cm w układzie symetrycznym dla odstępów kul do 25 mm, przy stosowaniu napięcia o  $60 - 425 000 \frac{\text{okr}}{\text{sek}}$ . Stwierdza on, że  $U_0$  maleje ze wzrostem  $f$ , ale począwszy od  $60 000 \frac{\text{okr}}{\text{sek}}$  nie zależy od częstotliwości.

Kampschulte badał kule  $D = 5, 10, 15$  cm w układzie niesymetrycznym przy częstotliwościach  $50$  i  $73 200 - 107 500 \frac{\text{okr}}{\text{sek}}$ . Stwierdził on, że w granicach  $73,2 \cdot 10^3 - 107,5 \cdot 10^3 \frac{\text{okr}}{\text{sek}}$   $U_0$  nie zależy od częstotliwości, ale jest *mniejsze* dla odległości  $> 0,45$  cm, niż przy  $50 \frac{\text{okr}}{\text{sek}}$ . Dla orientacji podaję niektóre jego dane liczbowe: dla kul  $D = 15$  i  $10$  cm,  $a = 30$  mm zmniejszenie  $U_0$  w stosunku do  $50 \frac{\text{okr}}{\text{sek}}$  wynosi odpowiednio 16,3% i 13,8%, a dla kul  $D = 5$  cm,  $a = 20$  mm — 8,8% ([30], rys. 15 i 16).

Miseré bada kule  $D = 15, 10, 4,91, 2,26, 1,64$  cm w układzie symetrycznym i dochodzi do odległości kul 28 cm. Częstotliwość  $50 \frac{\text{okr}}{\text{sek}}$  i  $428 \cdot 10^3 - 1000 \cdot 10^3 \frac{\text{okr}}{\text{sek}}$ . W obszarze stosowanych wysokich częstotliwości różnice między  $U_0$  dla  $428 \cdot 10^3 \frac{\text{okr}}{\text{sek}}$  i  $U_0$  dla  $1000 \cdot 10^3 \frac{\text{okr}}{\text{sek}}$  dochodziły do 1,8%. Zmniejszenie się  $U_0$  w stosunku do  $U_0$  przy  $50 \frac{\text{okr}}{\text{sek}}$  Miseré znajduje max. ok. 20%.

Ponieważ naświetlanie promieniami nadfioletkowymi nie możemy sprowadzić wartości  $U_0$  przy dużej częstotliwości do  $U_0$  przy częstotliwości technicznej, chcąc znormalizować pomiar wysokiego napięcia wielkiej częstotliwości, nale-

<sup>10)</sup> Journ. of A. I. E. E., 1927, str. 38.

żałoby podać we „Wskazówkach” wartości  $U_0$  dla różnych częstotliwości. Mimo dużego zakresu omawianych wyżej prac, nie mamy jeszcze do tego materiału, wobec czego pomiaru napięcia wysokiej częstotliwości we „Wskazówkach” nie powinniśmy przewidywać.

#### 4. Odległość obiektów obcych od iskiernika.

##### a) Układ niesymetryczny.

Jedne z najważniejszych wyników pracy Whiteheada i Castellaina [32] dotyczą przestrzeni wolnej dla iskierników  $D = 6,25$  cm i  $D = 2,0$  cm, umieszczonych pionowo z dolną kulą uziemioną. Przedewszystkiem autorzy zwracają uwagę na wielkość podstawy iskiernika — płyty uziemionej, nad którą znajduje się dolna kula. Płyta ta dla kul  $D = 6,25$  cm nie powinna być ich zdaniem mniejsza, niż  $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ . Następnie w obszarze 1 m od przerwy iskrowej nie powinien znajdować się ponad płytą żaden przedmiot uziemiony<sup>11)</sup>, przyczem niższa kula ma być odległa od płyty o 5 średnic. W obszarze 2 średnic od przerwy iskrowej nie mogą się znajdować jakiegokolwiek przedmioty, a przedmioty z ostremi kantami winny być odsunięte dalej, niż o 2 średnice. Bardzo ważnym jest wymaganie, aby żadna część obwodu wysokiego napięcia, z wyjątkiem doprowadzeń do kul, nie przechodziła bliżej, niż 1 m od kul.

Jak już wspomniano, wyniki te są słuszne tylko dla kul  $D = 2,0$  cm i  $D = 6,25$  cm i dzięki temu nie mają znaczenia ogólnego nawet w odniesieniu do iskierników, umieszczonych pionowo z jednym biegunem uziemionym. Muszą one jednak być wzięte pod uwagę przy wyznaczaniu warunków pracy iskiernika  $D = 62,5$  mm.

Również M. Toepler [28] stwierdza, że szczególnie dla układu niesymetrycznego przestrzeń wolna jest zamałą, ma on jednak raczej na myśli przestrzeń wolną od przedmiotów świecących się (o czym dalej), gdyż ostatecznie swój sąd formułuje w ten sposób: *przeźrzeń wolna, przewidziana przez przepisy VDE, wystarcza tylko dla ciał nieświecących się*. Przestrzeń wolna od jakiegokolwiek przedmiotów w przepisach V. D. E. wynosi  $2,5 D$  od kul. Tymczasem według badaczy angielskich [32] nad powierzchnią płyty — podstawy (a więc i na poziomie kul) nie mogą się znajdować przedmioty uziemione w odległości 1 m ( $16 D$ ) od iskiernika ( $D = 6,25$  cm).

W sprawie przestrzeni wolnej pewnych wskazówek udzielić mogą również pomiary M. Schuepa, B. van Cauwenberghe i M. I. Kopelivitcha [27]. Z wykresu, wykonanego na podstawie ich pomiarów, wynika, że przy stosowaniu odstępów kul mniejszych od  $1/2$  (1) średnicy uchyb 1% powstanie w najgorszym przypadku wtedy, jeśli pionowa uziemiona płyta (ekran) będzie w odstępnie 7,5 (10) średnic. Powierzchnia płyty w tym najgorszym przypadku jest taka, jak koła o średnicy 23,75 średnic kul.

<sup>11)</sup> Wobec tego, że kula ma być 5 średnic ponad ziemią (ok. 30 cm), jest praktycznie równoznaczne przyjęcie, że w odległości  $\leq 1$  m od osi iskiernika nie mogą się znajdować przedmioty uziemione.

Wyniki jednak, przedstawione na tym wykresie, należy uważać za czysto *orientacyjne*. Wykres ten jest rezultatem porównania niezupełnie zgodnych rezultatów trzech serji pomiarów (przy oszacowaniu „na oko” wpływu kształtu płyty przez dodanie 25% do średnicy koła o tem samym polu, co ekran, gdy ekran nie jest prostokątem, ale kwadratem). Ponadto wpływ ziemi (podłogi) nie zawsze był wyeliminowany.

Innych danych co do przestrzeni wolnej nie posiadamy. Ponieważ przyszłe „Wskazówki” powinny łączyć nowe zdobycze z zaleceniami przepisów L. W. N., więc w przypadku pomiaru napięcia względem ziemi, zarówno gdy kule iskiernika są pionowe, jak i poziome (przez analogję) powinno się przyjąć, że *w obszarze zakreślonego w myśli walca o osi wspólnej z osią kul, o promieniu 5 średnic kul (minimum 1 m), nie może znajdować się żaden przewód uziemiony, ani część obwodu wysokiego napięcia. Podstawy tego walca należy sobie wyobrazić w odległości 5 średnic kul<sup>12)</sup> od przerwy iskrowej*. W stosunku do przepisów L. W. N.<sup>13)</sup> różnica polega na tem, że w odstępnie 5 średnic od osi nie dopuszczamy teraz żadnego przedmiotu uziemionego lub pod *wysokim napięciem*, podczas gdy tam nie dopuszczaliśmy w odległości 5 średnic od *przerwy iskrowej* większej *powierzchni uziemionej*. Przyjęcie 1 metra jako minimum odległości przedmiotów uziemionych lub będących pod wysokim napięciem oraz zamiana obszaru wolnego od takich przedmiotów z kuli (przepisy LWN) na walec („Wskazówki”) czyni zadość wnioskowi Whiteheada i Castellaina [32]. Danym, referowanym na Konf. Wielkich Sieci, nie wzięto pod uwagę ze wzmiankowanych wyżej względów.

Rozwiązanie powyższe ma, jak widzimy charakter kompromisowy. Należy je uważać raczej za tymczasowe i zmienić po zjawieniu się nowych materiałów .

##### β) Układ symetryczny.

Jeśli chodzi o układ symetryczny iskiernika, niema żadnych danych co do zmiany przepisów L. W. N. Przestrzeń, w której nie mogą znajdować się jakiegokolwiek przedmioty, zarówno przewodniki jak i izolatory, określona przez przepisy LWN, jest zgodna z wynikiem pracy [32]; stosuje się ona zarówno w układzie symetrycznym, jak niesymetrycznym. We „Wskazówkach” należy tylko zgodnie z opinią [32] zaznaczyć, że przedmioty kanciaste muszą być odsunięte dalej.

<sup>12)</sup> Zwiększenie dokładności ma znaczenie praktyczne tylko wtedy, gdy nie stoi na przeszkodzie stosowaniu iskiernika. Dla kul  $D = 75$  i 100 cm wymiar pionowy pomieszczenia, w którym znajduje się iskiernik, wypadalby zbyt wielki. To też dla tych kul lepiej zrezygnować nieco z dokładności i dać odległość podstaw wyobraźalnego walca równą  $4D$  od przerwy iskrowej.

<sup>13)</sup> jak również amerykańskich [6]. Szwajcarskie [14], [24] są bardzo zbliżone do powyższego sformułowania

## 5. Odległość obiektów świetlających od iskiernika.

a). *Obiekty świetlające*. M. Toepler [28] pierwszy zwrócił uwagę na to, że silne świetlenia w pobliżu iskiernika podnoszą napięcie przeskoku. Jako przykład podaje on wzrost napięcia przeskoku nie mniejszy, niż o 10 — 12% przy poprowadzeniu równoległe do osi iskiernika, w odległości 60 cm od niej drutu świetlającego, o grubości 0,8 mm (średnica kul 25 cm, częstotliwość 50  $\frac{\text{okr}}{\text{sek}}$  układ niesymetryczny). Przewodnik o grubości 0,8 cm, poprowadzony prostopadle do osi, w odległości 1 m od przerwy iskrowej podnosi napięcie przeskoku o 2 — 3%.

Zjawisko to Toepler tłumaczy wysyłaniem przez ciała świetlające obłoków jonów, które zmieniają rozkład pola elektrycznego. W opisywanym zjawisku przeskok między kulami następował bez wyładowań niezupełnych. Toepler przypuszcza jednak, że świetlające doprowadzenia, ostrza i t. p., będące nawet w dużej odległości od iskiernika, sprzyjają powstaniu wyładowań świetlających między kulami wtedy, gdy normalnie pierwszym wyładowaniem jest przeskok. Wyładowanie świetlające powstaje wtedy przy napięciu krytycznym, podanym przez tablice, a napięcie przeskoku jest wyższe. Zjawisko to ma miejsce dla większych stosunków  $\frac{a}{D}$ .

Sprawą wpływu świetleń zajmowało się także Lab. Wys. Nap. Politechn. Warsz. Pomiar, przeprowadzone tam przez autora, wykazały również wzrost napięcia przeskoku wskutek świetleń. Aby zorientować się co do wielkości wpływu świetleń na napięcie przeskoku iskiernika o średnicy dla kul  $D = 12,5$  cm, określono napięcie przeskoku dla  $a = 10$  cm:  $\alpha$ ) gdy obiekty świetlające były możliwie daleko oddalone (więcej niż o 1,7 m)  $\beta$ ) gdy poprowadzono pogięty drut świetlający się o grubości 4 mm w odległości 0,5 m od przerwy iskrowej (4 średnice),  $\gamma$ ) gdy przeprowadzono takiż drut w odległości 1 m (8 średnic).

Druty były przeprowadzone równoległe do osi iskiernika i silnie świetliły (były pod napięciem mierzonem). Iskiernik mierzył napięcie względem ziemi. Drut w przypadku  $\gamma$ ), jak widać, był poza granicą strefy wolnej według przepisów wszystkich krajów. Odpowiednie napięcia przeskoku, określone przy pomocy metody prostownikowej, wynosiły: 191, 213 i 200 kV<sub>max</sub>, czyli 100, 111, 105%<sup>14)</sup>.

Tak przedstawiają się znane dotychczas fakty. Wnioski z nich wyciągnął S. Franck, zalecając stosować (według Toeplera<sup>15)</sup> przestrzeń, w któ-

<sup>14)</sup> Ten sam stosunek napięć przeskoku otrzymano przy założeniu stałej przekładni transformatora. Napięcia po stronie pierwotnej wynosiły 204, 225 i 218 V, czyli 100, 110, 106%. Zgodność ta wyklucza istnienie wpływów odkształcenia krzywej napięcia na wskazania metody prostownikowej.

<sup>15)</sup> Franck [35] powołuje się na wspomniany wyżej artykuł w ETZ [28], w którym jednak o wielkości przestrzeni wolnej od świetleń w obszarze  $5D$  niema wzmianki.

rej nie mogą znajdować się przedmioty świetlające, wynoszącą przynajmniej 5 średnic od kul (przerwy iskrowej). Jest to w sposób widoczny niezgodne z wynikami, otrzymanymi w L. W. N.

Pomiary tak Toeplera, jak i autora mają charakter raczej *przykładu*, niż ujęcia ilościowego wpływu świetleń. Niestety, właściwe zbadanie wpływu świetleń nie zostało dotychczas przeprowadzone; stawia to nas w trudnej sytuacji przy ustalaniu warunków we „Wskazówkach”. Sprawę tę powinny „Wskazówki” załatwić, przepisując najmniejszą odległość obiektów świetlających od przerwy iskrowej 5 średnic (jak chce Franck), ale minimum 1,5 m (stosownie do moich badań).

b) *Sztuczna jonizacja*. — Przepis, niedopuszczający świetleń w pobliżu iskiernika, dotyczy również doprowadzeń do kul. Z drugiej strony takie świetlające doprowadzenia są korzystne, bo zmniejszają opóźnienie działania iskiernika. Środek ten, który obecnie powinien być uwzględniony we „Wskazówkach”, dawniej był zalecony przez normy VDE oraz ostatnio przez [32].

Według Whiteheada i Castellaina [32] *silna jonizacja promieniami nadfioletowymi jest szkodliwa*, gdyż nie tylko usuwa opóźnienie, ale prócz tego zmniejsza  $U_0$  ( $U_0$  zależy wtedy od natężenia i długości fali tych promieni).

Oprócz tych 2 sposobów sztucznej jonizacji coraz częściej jest stosowany trzeci: jonizacja przy pomocy preparatów radioaktywnych [34]. „Wskazówki” powinny zalecić specjalnie sposób pierwszy: świetlające przewody doprowadzające w odległości 5 średnic (lecz nie bliżej niż 1,5 m) od przerwy iskrowej. Stosując go, znosimy tylko opóźnienie, a nie wpływamy pozatem na wartość  $U_0$ , co przy stosowaniu dwóch pozostałych sposobów jest możliwe.

Opóźnienie przeskoku występuje nawet przy napięciu stałym<sup>16)</sup>. Przy pomiarze amplitudy krótkotrwałych fal uskokowych, gdzie opóźnienie przeskoku gra dużą rolę, sztuczna jonizacja jest niezbędna. Szczegóły, dotyczące tego przypadku, znaleźć można w monografii Francka [35].

## 6. Uchyby pomiaru.

Uwzględnienie we „Wskazówkach” powyższych rozważań i wniosków z nich wynikających ma na celu zwiększenie dokładności pomiaru wysokiego napięcia iskiernikiem. Różnice wartości napięcia krytycznego ( $U_0$ ), otrzymanych przez różnych badaczy w pozornie tych samych warunkach, określonych przez przepisy danego kraju, spowodowały ruch badawczy, skupiony dokoła C. E. I., mający na celu rewizję i poprawienie odpowiednich przepisów. Objawem tego ruchu są przedewszystkiem wspomniane wyżej prace Toeplera i in. [28] oraz Whiteheada i Castellaina [32]. M. Toepler stwierdza n. p., że pomiary, robione w tem sa-

<sup>16)</sup> K. Masch (w pracy: Durchschlagsspannung und Bestrahlung, Arch. f. El. 1930, str. 561 — 562) znajduje zmniejszenie się napięcia przeskoku o 1 — 3% wskutek naświetlania.

Napięcie stałe podnoszono w sposób ciągły i niezwykle powolny zapomocą specjalnego urządzenia.

mem miejscu, przy pomocy tego samego układu, dają  $U_0$  różniące się często zaledwie o 0,1%, podczas gdy porównanie wyników, otrzymanych przy pomocy różnych układów, wykazuje różnice, dochodzące do kilkunastu %.

Źródła uchybu jest wiele. Najważniejsze są nast.:

a) Niedokładność tablic, podających napięcie krytyczne w funkcji odległości kul.

S. Franck szacuje [28] niedokładność  $U_0$  w swych tablicach na  $0,5 \div 1\%$ . Tymczasem dla odstępów kul większych od ok.  $\frac{D}{2}$  Whitehead i Castellain [32], Jakubowski [33] Stoerk i Holzer<sup>\*)</sup> stwierdzają  $U_0$  dla układu niesymetrycznego różniące się od wartości Francka dużo więcej, niż o 1%.

Prawdopodobnie jednak przy stosowaniu  $a < \frac{D}{2}$  (granice większej dokładności, projektowane we „Wskazówkach”) uchyb danych w tablicach nie przekroczy wartości, podanej przez Francka.

b) Niedokładność poprawek, uwzględniających zależność napięcia przeskoku od gęstości powietrza.

Poprawki ze względu na gęstość powietrza, otrzymane na podstawie tablic Francka, różnią się najwyżej o 1% od poprawek, otrzymanych ze wzoru Peeka (dla gęstości powietrza, spotykanych w praktyce). Które wartości są bliższe rzeczywistych — niewiadomo. Uchyb ten gra większą rolę dla miejscowości wysoko położonych (np. dla Zakopanego), gdyż tam gęstość powietrza znacznie się różni od 1.

c) Odkształcenie pola elektrycznego przez objekty postronne.

Zachowanie przestrzeni wolnej od przedmiotów uziemionych i będących pod wysokim napięciem, jaką proponuję zastosować we „Wskazówkach”, spowoduje błędy, wskutek odkształcenia pola elektrycznego przez te przedmioty, praktycznie do 0 dla kul  $D = 6,25$  cm w układzie niesymetrycznym [32]. Dla innych kul i dla układu symetrycznego brak danych.

d) Odkształcenie pola elektrycznego przez obłoki jonów w powietrzu.

Tutaj, podobnie jak poprzednio, wiemy, że uchyb dla kul  $D = 6,25$  cm i 12,5 cm, przy zachowaniu odpowiedniej przestrzeni wolnej od obiektów świetlających można pominąć. Dla innych kul brak danych.

e) Wpływ kurzu, dymu w powietrzu oraz kropelek wody przy zmianie wilgotności powietrza.

Na wpływ kurzu i kondensowanie się pary wodnej przy zmianie wilgotności powietrza zwrócili ostatnio uwagę Whitehead i Castellain [32]. Kurz i kropelki wody mogą wywołać zmianę napięcia przeskoku, dochodzącą do 5% — (pojedynczy pomiar). Dlatego należy wykonać zawsze przynajmniej 5 pomiarów i na podstawie średniej określić napięcie przeskoku. Błąd maleje wtedy do ok. 0,5%. Podobne zalecenie znajduje się w przepisach VDE. Oczywiście należy je uwzględnić i w polskich „Wskazówkach”.

f) Nieprawidłowe regulowanie napięcia lub nieprawidłowa zmiana odstepu kul.

Przy regulacji stopniami nie przekraczającymi 12% mierzonego napięcia, otrzymane wyniki mogą być obciążone błędem do 2%. To sformułowanie wyjęte jest z przepisów L. W. N. Nowe materiały dotyczące tej dziedziny nie są mi znane.

Ten liczny szereg czynników wskazuje, dlaczego przy pomiarze napięcia iskiernikiem trudno jest osiągnąć dużą dokładność. W obecnym stanie naszych wiadomości o iskiernikach jest wprost niemożliwe podać w każdym przypadku górną granicę uchybu. Możemy co najwyżej przewidzieć ją dla różnych nasileni niektórych czynników, wywołujących uchyby.

Powyższy przegląd wielkości uchybów, jak również uwagi w innych miejscach niniejszego artykułu wykazują, że, mimo dużej ilości prac i publikacji o pomiarze wysokiego napięcia iskiernikiem, wiadomości nasze z tej dziedziny wykazują duże braki. Dzięki temu opracowywane polskie „Wskazówki pomiaru wysokiego napięcia” będą nosiły charakter tymczasowy; w miarę publikowania nowych materiałów trzeba będzie wprowadzać w nich odpowiednie zmiany i uzupełnienia<sup>\*)</sup>.

Opublikowanie niniejszych materiałów, porzucanych po różnych czasopismach i książkach technicznych zagranicznych, powinno się przyczynić do rozszerzenia polskich prac badawczych nad iskiernikami, a osobom, stosującym iskierniki do pomiarów przy pracach naukowych, powinno pozwolić wniknąć w uzasadnienie odpowiednich zaleceń projektowanych nowych przepisów. Same bowiem „Wskazówki” nie mogą dać takiego uzasadnienia, a jest ono niejednokrotnie potrzebne, jeśli przy pracach naukowych nie możemy zadośćuczynić niektórym wymaganiom „Wskazówek”, a chcemy wiedzieć, jak wpływa to na dokładność pomiaru.

Praca niniejsza została wykonana w Zakładzie Miernictwa Elektrotechnicznego i Wysokich Napięć Politechniki Warszawskiej przy sposobności studiów nad metodami pomiaru wysokiego napięcia oraz z okazji współpracy autora w Komisji izolatorów SEP. Uwzględniono w niej dostępne materiały do marca 1932 r.

Za liczne wskazówki składam gorące podziękowanie Kierownikowi Zakładu p. prof. K. Drewnowskiemu.

#### LITERATURA.

Podane są tutaj tylko źródła zbadane a rzucające nowe światło na praktyczną stronę metody iskiernikowej. Prac z lat 1927 — 1932 dotyczących iskierników jest dużo więcej. Znajdują się one w ETZ, arch. f. Ektr., Journ. Inst. El. Eng., Revue Gen. d'el i in.

Wiadomości nasze o iskiernikach do r. 1927 oraz dotycząca ich literatura źródłowa znajdują się w niżej podanych pracach o charakterze monograficznym.

<sup>\*)</sup> Projekt „Wskazówek” zostanie umieszczony w jednym z najbliższych zeszytów Przeglądu El-go.

1. Prace o charakterze monograficznym.
  - [1] F. W. Peek, a) Dielectric Phenomena in High-Voltage Engineering, 1929,  
b) Phénomènes diélectriques dans la technique des hautes tensions, 1924.
  - [2] A. Roth, Hochspannungstechnik, 1927.
  - [3] J. L. Jakubowski, Podstawy fizyczne zastosowania iskierników do pomiaru wysokiego napięcia (Przegl. El. Nr. 19, 21, 23 i 24 z r. 1930); Publ. Zakł. Miern. El. i Wys. Nap. P. W. Nr. 10.
2. Przepisy różnych krajów i prace dotyczące układania przepisów
  - a) polskie
    - [4] K. Drewnowski i J. Skowroński: Pomiar wysokiego napięcia iskiernikiem kulowym, 1927.
    - b) amerykańskie.
      - [5] AJEE\*) -- Standards, Journal of the AIEE, 1915, str. 1033.
      - [6] AIEE — Standards, Nr. 4, 1928.
      - [7] AIEE — Report on Standards for Measurement of Test Voltage in Dielectric Tests, 1927.
    - c) angielskie.
      - [8] E. R. A.\*\*\*) Technical Report, Ref. L/T 16, Sphere-Gap Voltage — Measurement Standardization, 1926.
      - [9] E. R. A. Technical Report, Ref. L/T 38, Sphere-Gap Calibration, 1930.
      - [10] E. R. A. Technical Report, Ref. L/T 40, S. Whitehead i A. P. Castellain, Sphere-Gap Calibration (patrz [32]).
      - [11] B. E. S. A.\*\*\*\*) — British Standard Rules for the Measurement of Voltage with Sphere — Gaps, 1929.
      - d) francuskie.
        - [12] C. S. C. M. E.\*\*\*\*\*) Règles complémentaires d'unification concernant les Machines Electriques, 1926, str. 26 — 30.
      - e) niemieckie
        - [13] V. D. E.\*\*\*\*\*) — Regeln für Spannungsmessungen mit der Kugelfunkenstrecke in Luft, Vorschriftenbuch d. V. D. E. 1931, str. 548, oraz E. T. Z. 1926, str. 594 i 862.
      - f) szwajcarskie.
        - [14] A. S. E.\*\*\*\*\*) Przepisy Szwajcarskie, Bulletin d'A.S.E. 1923, str. 681.
      - g) Commission Electrotechnique Internationale (C.E.I.).
        - [15] C. E. I.— 2 (Secrétariat) 206, The further Examination and Extension of the Table of Sphere-Gap Dimensions and Calibrations, 1929.
        - [16] C. E. I. 2 (Secrétariat) 214, Summary of Replies from the National Committees, 1930 str. 25 — 31: Table of Sphere-Gap Dimensions.
    - b) amerykańskie.
      - [17] C. E. I. 2 (U. S. A.) 208, Proposals of the U. S. Nat. C. for the I. E. C. Stockholm meeting, str. 10; The further Examination of the existing Table of Sphere-Gap Dimensions and Calibrations with a view to obtaining greater Accuracy.
      - [18] C. E. I. 2 (U. S. A.) 209 — patrz [16].
      - [19] C. E. I. — 2 (Grande -Bretagne) 21, 1926. Propositions du C. B. en vue de l'établissement de règles internationales pour la mesure des hautes tensions au moyen des éclateurs.
      - [20] C. E. I. (Great Britain) 202
      - [21] C. E. I. (France) 204 — patrz [12].
      - [22] C. E. I. (Allemagne) 207.
      - [23] C. E. I. 2 (Allemagne) 208 — patrz [28].
      - [24] C. E. I. 2 (Suisse) 25. Normes pour les essais de rigidité diélectrique, str. 7 — 10 oraz 16 — 18. Prescriptions techniques se rapportant aux normes des tensions d'essai.
      - [25] C. E. I. 2 (Suisse) 208, 1932, str. 10 — 12, Eclateurs à sphères — Examen de l'étalonnage.
      - [26] C. E. I. 2 (Suisse) 209, 1932, Etude du Comité Electrotechnique Suisse sur l'influence d'un écran latéral en tôle sur la tension disruptive d'un éclateur à sphères.
    - h) Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques à Haute Tension.
      - [27] Sesja 1931 r., Rapport Nr. 1 str. 17 — 28, M. Schuep, R. van Cauwenberghe, M. I. Kopeliovitch: La mesure des Hautes Tensions.
3. Ważniejsze prace badawcze od r. 1927.,
  - a) dotyczące zależności napięcia przeskoku od odległości kul.
    - [28] W. Estorff, M. Toepler, S. Franck: Spannungsmessungen mit der Kugelfunkenstrecke in Luft, E. T. Z., 1930, str. 777 — 782.
  - b) dotyczące zależności napięcia przeskoku od gęstości powietrza.
    - [29] S. Franck: Anfangsspannung und Gasdichte bei verschiedenen Elektrodenformen, Arch. f. El. 1929, str. 318 — 374.
  - c) dotyczące pomiaru napięcia o wielkiej częstotliwości.
    - [30] J. Kampschulte: Luftdurchschlag und Überschlag mit Wechselspannung von 50 und 100000 Hertz, Arch. f. El. 1930, str. 525 i n.
    - [31] F. Miséré: Luftdurchschlag bei Niederfrequenz und Hochfrequenz an verschiedenen Elektroden, Arch. f. El. 1932 str. 123 — 126 .
  - d) dotyczące odstępów obcych obiektów od iskiernika i dotyczące sztucznej jonizacji.
    - [32] S. Whitehead i A. P. Castellain: Sphere Gap Calibration, Journ. Inst. El. Eng. 1931, str. 898 — 930.
    - [33] J. L. Jakubowski, Nieogłoszone wyniki pomiarów z r. 1931, dotyczące wpływu światła na napięcie przeskoku iskiernika o średnicy kul 125 mm.
    - [34] R. van Cauwenberghe i G. Marchal: L'emploi du radium dans les éclateurs de mesure et les appareils de protection contre les surtensions, Revue Gen. d'El 1930, str. 331 — 337.
  - e) o charakterze monograficznym.
    - [35] S. Franck: Messentladungsstrecken, 1931. Warszawa, w kwietniu 1932 r.

\*) American Institute of Electrical Engineers.

\*\*) British Electrical and Allied Industries Research Association (E. R. A.).

\*\*\*) British Engineering Standards Association (B. E. S. A.).

\*\*\*\*) Chambre Syndicale des Constructeurs de Gros Matériel Electrique.

\*\*\*\*\*) Verband Deutscher Elektrotechniker.

\*\*\*\*\*) Assotiation Suisse der Electr.

# POCZĄTKI ROZWOJU LINJI PRZESYŁOWYCH WYSOKIEGO NAPIĘCIA I ZWROT DO PRĄDU STAŁEGO.

Inż. August Smolański.

Już na początku XVIII stulecia nasunęła się myśl (Stefan Gray), że przedłużając przewody, łączące źródło prądu z odbiornikiem, można przemieścić energię elektryczną na dalsze odległości; uważano to jednak jako teoretyczną możliwość bez żadnego praktycznego znaczenia. To też, gdy w r. 1881 na międzynarodowym zebraniu inżynierów w Paryżu, zorganizowanym przez Soc. d. Ing. Civ., Marcel Deprez oświadczył, że jest możliwe przesyłanie dowolnie dużej mocy na dowolne odległości przy użyciu cienkich drutów i z wysokim współczynnikiem sprawności, większość zebranych była oburzona, jak można głosić takie utopje w gronie poważnych inżynierów.<sup>1)</sup> W rok później (1882) urządza Marcel Deprez na zaproszenie O. v. Millera i przy poparciu finansowym A. Rothschilda na wystawie elektrycznej w Monachjum pierwsze może w historii przeniesienie mocy około 2 KM na odległości 57 km, przy napięciu 1500—2000 V i zastosowaniu zwyczajnych drutów telefonicznych, od Miesbach, gdzie na jednej kopalni ustawiona była prądnicą,<sup>2)</sup> do pawilonu wystawowego w Monachjum, w którym motor elektryczny poruszał pompę, zasilającą wodospad 2 m wysoki.

Sprawność była przytem bardzo niska (22%) i ruch odbywał się z przerwami z powodu uszkodzeń jedwabnej izolacji maszyn. Kilka lat później urządza Marcel Deprez drugie doświadczenie na linii między Paryżem a Creil, na przestrzeni 112 km, przy napięciu 5000 — 6000 V, gdzie uzyskuje już sprawność 45%. Trudności przy wytwarzaniu wysokiego napięcia prądu stałego ograniczały jednak stosowanie jego tylko przy niewielkich odległościach, jak np. linja Kriegstetten — Solothurn 8 km 2000 V, zbudowana w roku 1886.

Dopiero René Thury, stosując szeregowo łączenie prądnic i silników<sup>3)</sup> umożliwił rozszerzenie zakresu mocy i odległości linji przesyłowych prądu stałego. Na zasadzie swego systemu zbudował Thury w r. 1887 około 30 km długą linję obok Genewy (Sampier-d'Arna — Secca-Tales), przy regulowanym napięciu przesyłowem do 12000 V i stale utrzymywanym prądzie 45 A, a następnie szereg innych linij w Szwajcarii, Włoszech, Węgrzech i Francji. Z tych zbudowana w r. 1906 linja Moutiers—Lyon, składająca się początkowo z 360 km przewodu napowietrznego i 9 km kabla ziemnego, przenosiła moc 4260 kW przy napięciu 50—58 kV, rozdzieloną na 4 jednostki po 1065 kW i 14,2 kV; rozszerzona następnie do 448 km linji napow. i 72 km kabla pracuje zupełnie dobrze do chwili obecnej. Moc wzrosła do

17 500 kW w 5 jednostkach po 3 500 kW i  $5 \times 3 \times 7 500$  V, napięcie do 125 kV. Jednostka maszynowa składa się z turbiny i trzech generatorów prądu stałego na wspólnym wale i wspólnej płycie fundamentowej, dokładnie izolowanej od ziemi.

W międzyczasie wynaleziony przez Gaulard'a i Gibbs'a transformator prądu zmiennego umożliwił transformowanie prądu zmiennego w prosty i tani sposób na dowolnie wysokie napięcia, wprowadzając tem samem prąd zmienny do przenoszenia energii. Wykonano zaraz w r. 1884 na wystawie w Turynie pierwszą linję jednofazowego prądu zmiennego na długości 40 km i napięciu 2 kV, gdzie zastosowano szeregowo transformatory Gaulard'a i Gibbs'a.<sup>4)</sup> Duże ulepszenia w budowie transformatorów oraz sposób sprzężenia sieci wysokiego i niskiego napięcia przy pomocy transformatorów z dwoma oddzielnymi uzwojeniami wprowadzili Ziperowski, Déri i Blathy oraz zaprojektowali w r. 1890 linję Tivoli—Rzym na długości 27 km, którą uruchomiono w r. 1892. Należyte wykorzystanie prądu zmiennego, głównie do motorów, nastąpiło od chwili wynalezienia systemu wielofazowego przez Ferraris'a i Teslę, wprowadzonego w praktyce przez Bradley'a i Dolivo-Dobrowolskiego, jak również ulepszeń w konstrukcji motorów trójfazowych. Pierwsza linja tego rodzaju powstała na odcinku Lauffen a-N — Heilbromm, 12 km. 500 V, następnie w r. 1891 podczas wystawy w Frankfurcie nad Menem głównie za inicjatywą O. v. Miller'a uruchomiono dnia 24 sierpnia i wprowadzono w ruch dnia 12 września linję długości 178 km, łączącą elektrownię wodną w Lauffen nad Neckarem z terenem wystawy we Frankfurcie; linja przenosiła 235 KM przy napięciu 25 kV i ogólnej sprawności 75%.<sup>5)</sup> Urządzenie tej linji odpowiadało w zupełności dzisiejszym urządzeniom. Oczywiście w czasie trwania prac przygotowawczych było wiele głosów krytycznych, nie wróżących przedsięwzięciu żadnego powodzenia, wiele trudności ze strony różnych władz, nie brakowało jednak opinii dodatnich, jak np. Steinmetza, który wyraził przekonanie, że niema granicy wysokości napięcia, jakie można zastosować, oraz, że tego rodzaju urządzenia pracować będą zupełnie pewnie i sprawnie.

Wystawa frankfurcka w r. 1891 zwróciła na siebie uwagę całego świata i od tej chwili rozpoczyna się ogromnie szybki rozwój linji dalekonośnych prądu trójfazowego. Miara tego może być referat Dr. O. Olive'na<sup>6)</sup>, wygłoszony na światowej konferencji energetycznej w r. 1930 w Berlinie, omawiający projekt wielkiej sieci europejskiej o napięciu 400 kV, łączącej zasobne źródła

<sup>1)</sup> O. v. Miller ETZ 1931 S. 1241.

<sup>2)</sup> W. Petersen ETZ 1930 S. 107, rys. 1. podaje obraz dynamomaszyny w Miesbach.

<sup>3)</sup> René Thury. Rev. Gén. d. l'Elektr. 1930 Z. 11, 12. ETZ 1930. S. 114.

<sup>4)</sup> Petersen ETZ 1930 S. 108, 109. Rys. 2, 3 i 4 podają generator, transformator i motor z urządzenia linji Lauffen-Frankfurt 1891.

<sup>5)</sup> EuM 1930 S. 791, 952.

taniej energii wodnej Rhôny, wodospadów i rzek Skandynawji, wysokich Alp, dolnego biegu Dunaju (Żelazna Brama), wybrzeży Dalmacji, Dniepru, wielkie zagłębia węglowe północno francuskie, westfalskie, środkowo-niemieckie węgla brunatnego, śląskie i donieckie oraz miejsca, gdzie z powodu niskiego frachtu węgiel angielski wypadłby bardzo tanio, jak Calais i Lisbona, następnie tereny bogate w oleje mineralne, małopolskie, rumuńskie i kaukaskie. Całkowita długość linii wynosiłaby około 10 000 km przy obciążeniu 450 MW/1000 km i dzieliłaby się na 6 odcinków:

1. Calais — Paris — Lyon — Barcelona — Lisbona,
2. Oslo — Berlin — Innsbruck — Genua — Rzym,
3. Warszawa — Wiedeń — Dalmacja,
4. Paris — Halle — Katowice,
5. Lyon — Innsbruck — Wiedeń — Bukareszt Rostow,
6. Bukareszt — Konstantynopol.

Równocześnie prawie wystąpił z podobnym projektem E. Schönholzer,<sup>6)</sup> uwzględniając jeszcze bezpośrednio Anglię, Leningrad i Moskwę i przewidując dla Niemiec sieć pierścieniową zamkniętą.

Z rosnącą długością i napięciem linii przesyłowych występują coraz wyraźniej wady prądu zmiennego, których natomiast nie posiada prąd stały:

1. Górna granica napięcia przesyłowego ograniczona jest stratami na zjawiska jarzenia i korony praktycznie do 400 kV efekt. względem ziemi. Przy prądzie stałym straty te są znacznie mniejsze i górna granica napięcia może być zwiększona do 550 kV (około  $\sqrt{2} \cdot 400$ ).

2. Pojemnościowe straty prądu, indukcyjny spadek napięcia, powodujące konieczność kompensowania linii przy pomocy przesuwaczy fazy albo dławików, kosztowne urządzenia do regulowania napięcia oraz zwiększenie strat cieplnych wskutek nierównomiernej gęstości prądu w przekroju przewodnika znikają zupełnie przy prądzie stałym, jak również straty dielektryczne w izolacji i straty na prądy wirowe w opancerzeniu kabli na wysokie napięcia.

3. Trudności przy łączeniu równoległym i regulacji napięcia elektrowni, odległych od siebie i pracujących na wspólną sieć, pozatem trudności w wykorzystaniu sił wodnych o zmiennym spadku i ilości wody, które maleją znacznie przy prądzie stałym, gdzie nie potrzeba się liczyć z zachowaniem stałej częstotliwości i liczby obrotów generatorów.

4. Duże koszty linii prądu trójfazowego, tembardziej, że ze względu na pewność ruchu należy stosować conajmniej dwie linje równoległe, czyli 6 przewodów. Przy prądzie stałym sprawa ta znacznie się upraszcza, gdyż dla pojedynczej linii wystarczy nawet jeden przewód, ponieważ rolę przewodu powrotnego spełniałaby ziemia. Zazwyczaj projektuje się linję dwuprzewodową (np.  $2 \times 250$  kV), przyczem punkt zerowy jest uziemiony. Należy również wymienić możliwość zastosowania kabli na najwyższe napięcia prądu stałego, które przy

prądzie zmiennym ze względu na duże natężenie izolacji wypadłby bardzo kosztowne, jak również podkreślić szczególnie prostą budowę i obsługę urządzeń, pracujących przy prądzie stałym i regulowaniem napięciu. Oczywiście system ten nadaje się tylko do dużych linii przesyłowych, a nie do sieci rozdzielczych, o które tu wcale nie chodzi.

Prąd stały należy uwzględniać dopiero przy odległościach wyżej 500 km i mocy w każdym razie wyżej 50 MW,<sup>7)</sup> gdzie zaletami swemi przewyższa wybitnie prąd zmienny. Oczywiście, w miarę udoskonaleń urządzeń, umożliwiających bezpośrednie wytwarzanie prądu stałego o wysokim napięciu i przetwarzanie go na miejscu odbioru na prąd zmienny, najlepiej się nadający do rozdziału, zakres stosowania prądu stałego do przesyłania energii znacznieby się rozszerzył i możliwe nawet, że prąd stały mógłby z tej dziedziny prawie zupełnie wyprzeć prąd zmienny.

Wymienione główne zalety tłumaczą obecny zwrot do zarzuconego prawie zupełnie prądu stałego. Zwrot ten uwydatnił się już w praktycznym zastosowaniu, jak świadczy o tem odczyt A z i z A c h m e d ' a ) (Egipt) na międzynarodowej konferencji wysokiego napięcia w Paryżu (6—15 VI. 1929), opisujący projekt racjonalnego wykorzystania energii wodnej Nilu przy Assuanie i przeniesienia większej części tej energii (około 120 MW) przy pomocy prądu stałego w układzie Thury do Kairu na odległości 900 km. Układ Thury przedstawiał najracjonalniejsze rozwiązanie wyzyskania silnie wahającego się stanu wody na Nilu w okresie między dwoma przyptykami, gdzie stan najniższy dochodzi do 1/10 najwyższego. Zastosowano tam 15 generatorów 4-komutatorowych po 5 kV na komutator, łączonych w szereg, w ilości zależnej od stanu wody. Obecnie znajdująca się w ruchu linja prądu trójfazowego 220 kV miała być użyta na prąd stały, której napięcie przy pracy wszystkich zespołów wynosiłoby  $2 \times 300$  kV, prąd zaś utrzymywany na stałej wysokości 400 A. W razie uszkodzenia któregoś z przewodów rolę przewodu powrotnego spełniałaby ziemia.

Następnie należy wspomnieć o projekcie wykorzystania sił wodnych w Norwegji i przeniesienia mocy 750 MW do Niemiec na odległości powyżej 1 000 km i napięciu  $2 \times 300$  kV przy pomocy prądu stałego<sup>8)</sup> oraz projekcie linii 1 100 km od południowo argentyńskiej zatoki San José do Buenos Aires<sup>9)</sup>, mającej na celu wykorzystanie energii przyptyków i odpływów w zatoce S. José.

Największą trudność przy stosowaniu prądu stałego do przesyłania energii stanowią obecnie niedoskonałe jeszcze urządzenia do wytwarzania prądu stałego o wysokim napięciu, które są kosztowne i wymagają dużej ilości jednostek maszynowych, jak przy systemie Thury, albo też posiadające szereg innych wad, utrudniających ich użytkowanie praktyczne.

System Thury należy do najstarszych, ale obecnie także najlepszych i najpewniejszych, wy-

<sup>7)</sup> EuM 1927 S. 591, 1930 S. 416. The Electrician, E, CIII Nr. 2675 S. 276.

<sup>8)</sup> EuM 1930 S. 1087. EuM 1932 S. 65.

<sup>9)</sup> EuM 1930 S. 1068.

<sup>6)</sup> Schönholzer, Schweiz. techn. Z. 1930. S. 385.

próbowany i dobrze pracujący. W celu uzyskania odpowiednio wysokiego napięcia prądu stałego Thury łączy szeregowo generatory, a po stronie odbiorczej motory prądu stałego w różnej ilości, zależnej od wysokości napięcia. Układ pracuje przy stałym natężeniu prądu, przy zmianie obciążenia zmienia się napięcie. Niezależnie od stałej ilości okresów i obrotów pozwala na dobre wykorzystanie źródeł energii o zmiennym wydatku, jak np. zmieniających się w ciągu roku zapasów energii wodnej. Napięcie generatora prądu stałego ograniczone jest dopuszczalnym napięciem na komutator, które w dzisiejszych konstrukcjach nie może przekraczać max. 10 kV (Bell) i zależy głównie od napięcia między działkami komutatora. Generatory w układzie Thury posiadają małą ilość biegunów (4 do 6), dużą podziałkę biegunową i uzwojenie kompensacyjne, które równoważy prawie zupełnie pole poprzeczne. Bieguny pomocnicze o dużej szczelinie powietrznej zapewniają dobrą komutację w zakresie obciążenia od 0 do zwarcia. Wzbudzenie jest szeregowo, w niektórych wykonaniach Sté Als. d. Const. Mécan. w Belforcie urządzona jest specjalna maszyna wzbudzająca, należąca do zespołu, która oprócz wzbudzenia obcego posiada jeszcze szeregowo z generatorem uzwojenie odwzbudzające, przez co uzyskuje się dobrą regulację prądu i szybkie odwzbudzenie przy zwarcia. Belli układa uzwojenie stojana w szereg żłobków, podobnie jak w motorach wielofazowych. Komutacja jego maszyn jest bez zarzutu i przy przeciążeniach do 67% nie dały się zauważyć iskry. Sprawność maszyny przy nominalnym obciążeniu dochodzi do 94%, nagrzanie leży dużo poniżej granicy dopuszczalnej. Generatory biegną przy regulowanych obrotach albo też przy stałych obrotach i przesuwanym szczotkach, podległych działaniu regulatora, który pozwala bez żadnych trudności przy komutacji na dowolną regulację napięcia przy stałym utrzymywanym prądzie. Maszyny są dokładnie izolowane od ziemi przez płytę z asfaltu; posadzka przy każdym zespole wyłożona jest chodnikiem gumowym albo z linoleum. Blachy twornika i komutator są izolowane od wału przy pomocy grubej warstwy miki, pozatem wał izolowany od turbiny przy pomocy sprężła izolującego. Punkt zerowy uzwojenia twornika, utworzony przy pomocy układu D o l i w o - D o b r o w o l s k i e g o połączony jest z blachami twornika, dzięki czemu maszyna na 10 kV posiada izolację na 3,6 kV mimo, że pracuje w szeregu w układzie o napięciu 100 kV i więcej. Uzwojenie stojana posiada również sztuczny punkt zerowy, połączony z korpusem maszyny, odgałęziony z opornika 1 M $\Omega$ , włączonego równolegle na zaciskach maszyny.

Obsługa tych maszyn, stojących pod wysokim napięciem względem ziemi, nie przedstawia dzięki dobrej izolacji, żadnego niebezpieczeństwa. Można zupełnie swobodnie podczas ruchu dotykać części korpusu, łożysk, ocierać komutator, narażając się w najgorszym wypadku na lekkie ułknięcie iskry, gdy przystąpi do maszyny ktoś nienaładowany jeszcze do potencjału najbliższego otoczenia maszyny. Części, posiadające dużą różnicę potencjałów, są na tak znacznej odległości, że nie można ich rów-

nocześnie dotknąć dwiema rękami. Przy zbliżeniu się do maszyny najeżają się włosy, wskazując jak elektroskopy obecność wysokiego napięcia.

Włączanie generatorów odbywa się w stanie zwartym i nastawionym prądzie obciążenia, jak również wyłączenie przez obniżenie napięcia do zera i zwarcie, przez co generator zostaje odłączony od obwodu. Przy motorach jest podobnie, tylko łączniki posiadają dodatkowe łączniki - zwieracze o kontaktach z węglem. Iskra przy włączaniu powstaje najpierw na kontaktach węglowych, dzięki czemu unika się iskrzenia w łączniku olejowym. Przy wyłączeniu sprowadza się napięcie do zera przez przesunięcie szczotek w stronę neutralną i następnie zwiera motor. Motory prądu stałego napędzają generatory synchroniczne, przy których obsługa i rozdział prądu zmiennego odbywa się jak w normalnych centralach prądu trójfazowego.

Przetwornice jednotwornikowe nie nadają się ze względu na ograniczone napięcie, które zmniejsza się proporcjonalnie do częstotliwości. Jako górną granicę napięcia przy 50 okresach można uważać 2000 V. Szeregowo łączenie tych przetwornic wymagałoby bardzo dużej ilości jednostek.

Z prostowników mechanicznych znalazł praktyczne zastosowanie zbudowany w r. 1924 przez Calwerty i Highfielda<sup>10)</sup> „transverter”, który jeszcze przedtem w r. 1900 został skonstruowany przez Hutin'a i Leblanca pod nazwą „panchahuteur” dla mocy kilkuset kW i wypróbowany w elektrowni w Rouen, nie dał jednak dodatnich wyników z powodu trudności w komutacji. W konstrukcji transvertera trudności te zostały w dużej mierze zmniejszone i pierwszy aparat, zbudowany na 2,5 A przy napięciu około 10 kV na komutator pracował zadawalająco. Transverter<sup>12)</sup> posiada nieruchomy twornik prądu stałego o 36 cewkach i komutator o 228 działkach i jest zasilany przez transformator, przetwarzający doprowadzony prąd trójfazowy na 18 fazowy. 4 wirujące szczotki, poruszane przez 4-biegunowy silnik synchroniczny, zbierają prąd ze stojącego komutatora. Taki sam transverter przetwarza również prąd stały na zmienny. Korzyści w porównaniu z przetwornicami Thury'ego nie ma tu żadnej, gdyż napięcie transvertera ograniczone jest również ze względu na napięcie między działkami komutatora (około 174 V) i wynosi około 12,5 kV na komutator. Moc również jest ograniczona ze względu na iskrzenie. W południowej Walji<sup>11)</sup> pracuje urządzenie z transverterami na linii 48 km, przenoszącej 20 MW przy napięciu 2 $\times$ 60 kV.

Dużą przyszłość przy wytwarzaniu prądu stałego o wysokim napięciu mają prostowniki rtęciowe. Do niedawna jeszcze napięcie ich było ograniczone praktycznie do 3 kV, chociaż przy próbach w fabrykach dochodzono do 6 kV<sup>13)</sup> i spodziewano się pójść z napięciem jeszcze wyżej. Obecnie dzięki ulepszeniom w konstrukcji i zmniejszeniu niebez-

<sup>10)</sup> EuM 1924 S. 523, 1926 S. 387, 1928 S. 10, 1930 S. 417, 1931 S. 264, ETZ 1931 S. 115.

<sup>11)</sup> Wzmianka Mr. Smith'a na konferencji energetycznej w Berlinie w r. 1930.

<sup>12)</sup> EuM 1928 S. 9 rys. 7-h i c.

<sup>13)</sup> Thury ETZ 1931 S. 115.



pieczeństwa prądu zwrotnego, prowadzącego do zwarcia prostownika, udało się podnieść wyprostowane napięcie do 30 kV<sup>14)</sup>, a nawet mówi się już o 50 kV na jednostkę. Przedstawiają już one poważną konkurencję dla systemu Thury, przy którym moc graniczna przetwornic wynosi około 20 MW przy 20 kV i niskich obrotach (około 100 obr/min), przy wyższych obrotach jeszcze mniej. Moc graniczna generatorów trójfazowych przy napędzie turbinami wodnymi dochodzi do 125 MW, co przy zastosowaniu prostownika rтעיowego 50 kV, 2,5 kA pozwala na poważne zmniejszenie ilości pracujących jednostek w porównaniu z systemem Thury. Uwzględnia to projekt linii Norwegia — Niemcy, gdzie do wytworzenia 1 500 MW prądu stałego o napięciu 2×300 kV zastosowano 12 generatorów trójfazowych i tyleż prostowników rтעיowych o wyżej podanych wartościach granicznych zamiast 90 generatorów prądu stałego w układzie Thury<sup>15)</sup>.

Prostowniki rтעיowe dają się bez żadnej trudności łączyć szeregowo pod warunkiem dobrej izolacji prostownika wraz z transformatorem względem ziemi. Izolacja musi być wymierzona na pełne napięcie prądu stałego.

Do zamiany prądu stałego na zmienny podał D. C. Prince<sup>16)</sup> prostownik rтעיowy nazwany „thyatron”, różniący się od zwykłego prostownika, że anody jego otoczone są siatką sterującą, zasilaną przetworzonym prądem zmiennym, o działaniu analogicznym do siatki w trójelektrodowych lampach katodowych. Na jedną fazę wypadają po dwa thyatrony. Napięcie thyatronu jest takie same, jak zwykłego prostownika, dlatego też muszą być one również łączone w szereg.

Obecnie prostowniki rтעיowe z siatką sterującą wyszły ze stadium prób i doświadczeń laboratoryjnych i znalazły cały szereg zastosowań praktycznych. Oprócz zadania przemiany prądu stałego na zmienny, przyczem siatki sterujące pozwalają na bardzo wygodną regulację energii, usuwają jeszcze główną trudność załadnięcia przenoszenia energii przy pomocy prądu stałego, mianowicie stanowią idealny łącznik. Udzielając bowiem siatkom sterującym odpowiednio wysokiego napięcia ujemnego, można zgasić łuk świetlny między katodą i anodami, a tem samym wstrzymać przepływ prądu przez prostownik. Uzależniając to od prądu zwrotnego w prostowniku i zwarcia sieci. Jednobiegunowy wentyl rтעיowy z siatką sterującą, wbudowany w przewód dodatni, służy wprost jako łącznik sieciowy. Działa on przy zwiarciach około 10 razy szybciej, niż najlepszy łącznik zwyczajny, osiągając czas wyłączenia nie przekraczający 0,0015 do 0,002 sek.<sup>17)</sup>.

Działanie prostownika rтעיowego z siatkami sterującymi, użytego jako element sprzęgający sieć prądu stałego z siecią prądu zmiennego, jest zupełnie odwracalne i pozwala na dowolne, nawet auto-

matycznie sterowane przekazywanie energii z jednej sieci na drugą.

Dalsze zastosowanie, głównie w kolejnictwie elektrycznym, polega na łatwym transformowaniu częstotliwości albo wprost z 50 okr. na 16<sup>2</sup>/<sub>3</sub> okr., albo też w sposób ciągły w podanych granicach, co umożliwia prostą regulację ilości obrotów silników. Również przez proste przełączenie przekaźnika, zasilającego siatki sterujące, uzyskuje się odwrócenie działania, czyli możliwość zasilania sieci energią, uzyskaną przy hamowaniu, gdy silniki pracują jako generatory.

Idealnym aparatem, przetwarzającym prąd zmienny na stały i odwrotnie, są prostownicze lampy katodowe, które mogą być budowane na napięciu 250 kV na jednostkę, tylko niestety prąd jest jeszcze zbyt ograniczony, zwykle poniżej 1 A. Do zamiany prądu stałego na zmienny muszą one posiadać siatkę sterującą, jak np. „inverter” D. C. Prince'a<sup>18)</sup>. Celem uzyskania dwu połówek fali potrzebne są dwie lampy na fazę, jak zresztą i przy prostowaniu prądu zmiennego. Na razie mają one zastosowanie przy prostowaniu prądu zmiennego w urządzeniach do prób izolacji na najwyższe napięcia, do zasilania aparatów Röntgen'a i t. p.

Pozatem należałoby jeszcze wymienić mechaniczny prostownik z wirującą synchroniczną płytą izolacyjną, na obwodzie której umieszczone są dwa metalowe segmenty, umieszczone naprzeciw siebie, z których każdy zajmuje ¼ obwodu. Naprzeciw wirujących razem z płytą segmentów umieszczone są co 90° zbieracze, oddzielone małą tylko szczeliną od segmentów. Do dwu zbieraczy na tej samej średnicy doprowadzony jest prąd zmienny, z pozostałych dwu odbiera się prąd stały. Prąd rzędu kilkudziesięciu mA przechodzi dzięki wyładowaniom iskrowym w szczelinie. Prostownik ten, zbudowany przez Kocha<sup>19)</sup> w r. 1903, wytwarza napięcia prądu stałego do 250 kV i miał pierwotnie zastosowanie do aparatów rтעיowskich, skąd został wyparty przez lampy prostownicze. Obecnie stosuje się je w urządzeniach elektrycznego oczyszczenia gazów. Na Śląsku znajduje się kilka takich urządzeń w hutach żelaznych i cynkowych, pracujących przy 60 kV prądu stałego. Do zasilania linii prądu stałego nie nadają się z powodu minimalnego prądu, jaki są w stanie prostować.

Cały szereg innych urządzeń prostowniczych, opartych na rozmaitych zasadach, ma zastosowanie tylko przy niskich i niezbyt wysokich napięciach

Wbudowanie aparatów mierniczych w urządzeniach przesyłowych wysokiego napięcia prądu stałego nie przedstawia żadnych trudności, zwłaszcza, że odpadają transformatory miernicze. Boczniki amperomierzy i cewek prądowych liczników włącza się w takim miejscu, gdzie niema dużej różnicy napięć względem ziemi, co przy uziemionym przewodzie albo punkcie zerowym linii dwuprzewodowej jest zawsze możliwe. Napięcie dla woltomierzy i dla licznika zbiera się z opornika, włączonego między przewód a ziemię, przyczem należy zastosować odpowiednie zabezpieczenia aparatów przed przypadkowym dotknięciem.

<sup>14)</sup> BBC — Mitt. 18 (1931) S. 20.

<sup>15)</sup> Referat E. Schjønberg'a — Henriksen'a (Oslo) na VI międzynarod. konferencji wysokiego napięcia w Paryżu w r. 1931.

<sup>16)</sup> Gen. El. Rev. 1928. S. 347.

<sup>17)</sup> BBC — Mitt. 19 (1932) S. 14.

<sup>18)</sup> Gen. El. Rev. 1925 S. 676.

<sup>19)</sup> F. J. Koch, Ann. d. Phys. Bd 14 1904, S. 547.

# Z ŻYCIA ORGANIZACYJ.

## STOWARZYSZENIE ELEKTRYKÓW POLSKICH.

### ODDZIAŁ BYDGOSKI.

Sprawozdanie z Walnego Zebrania Oddziału z 16 marca 1932 r.

Obecni byli kol.: Bernaczek, Bładowski, Kędziera, Kluck, Krauze, Malenda, Pietronka, Regamey, Sercarz, Szelaż i Tymowski. Kol. Lechowski, jako chory, usprawiedliwiony, kol. Ziętek upoważnił do głosu piśmiennie kol. Malendę.

Zebranie zagał wice-prezes kol. Tymowski i zaprosił na przewodniczącego zebrania kol. Regamey oraz na sekretarza kol. Klucka.

Sekretarz Zarządu kol. Bładowski odczytał sprawozdanie z działalności Oddziału Bydgoskiego S. E. P. za rok 1931 (sprawozdanie to zostało podane w Nr. 8 „Przeglądu Elektrotechnicznego” wraz ze sprawozdaniem finansowym).

Na wniosek kol. Bernaczka uchwalono płacić Stowarzyszeniu Techników Polskich w Bydgoszczy za korzystanie z lokalu po zł. 20 miesięcznie wzgl. po zł. 60 kwartalnie, począwszy od kwietnia b. r.

Na wniosek kol. Klucka uchwalono wybrać ponownie dawny Zarząd.

Do Komisji Rewizyjnej wybrano: kol. Bernaczka, Pietronkę i Siemiradzkiego.

Skarbnik: (—) *Fl. Malenda.*

Prezes: (—) *St. Lechowski.*

### ODDZIAŁ WARSZAWSKI

#### Protokół

zebrania odczytowego z dn. 12 kwietnia 1932 r.

Obecnych osób 50.

Kol. Prelegent inż. Józef Landau wygłosił odczyt o ciepłych akumulatorach Ruths'a i ich zastosowaniu w elektrowniach, jako też o użyciu turbin szczytowych. Wyświetlony był szereg przezroczystych, demonstrujących projekty i osiągnięte w praktyce wyniki w szeregu elektrowni zagranicznych i krajowych. Odczyt będzie drukowany w „Przeglądzie Elektrotechnicznym”.

W dyskusji zabierał głos kol. Statkiewicz.

### ODDZIAŁ WARSZAWSKI.

#### Protokół

z zebrania odczytowego z dnia 19 kwietnia 1932 r.

Obecnych: 45 osób.

Kol. Jan Podolski wygłosił odczyt na temat „Rentowność elektryfikacji warszawskiego ruchu podmiejskiego”.

Po ogólnym scharakteryzowaniu komunikacji podmiejskiej kol. Prelegent rozważył możliwości zastosowania w warszawskim ruchu podmiejskim na kolejach głównych trakcji wagonami spalinowymi, dyzłowsko - elektrycznymi, akumulatorowymi i elektrycznymi o zasilaniu z sieci Następnie zostały porównane koszty eksploatacji tych systemów z kosztami eksploatacji przy trakcji parowej W konkluzji Prelegent dochodzi do wniosku, że oprocentowanie kapitału, włożonego w zmianę systemu trakcji w ruchu podmiejskim, wyniosłoby 11 — 13%.

Odczyt był drukowany w Nr. 10 „Przeglądu Elektrotechnicznego”.

W dyskusji kolejno zabierali głos:

Kol. Czaplicki zapytuje, jakich działów dotyczą odpisy na renowację, uwzględnione w kalkulacji

Kol. Prelegent wyjaśnia, że chodzi tylko o podstacje elektryczne i sieć, gdyż tabor i urządzenia pozostałe posiadające wartość praktycznie jednakową przy trakcji parowej i elektrycznej, nie wchodzi w rachubę.

Kol. Toczyłowski zwraca uwagę na to, że kapitał inwestycyjny w wysokości 24-ch milionów został ustalony po odjęciu wartości taboru wycofanego. Pożyczyć jednak wypadaloby znacznie więcej, niż kwotę wyżej wymienioną, a zatem i koszty oprocentowania kapitału byłyby całkiem inne.

Kol. Prelegent wyjaśnia, iż tabor wycofany można np. sprzedać, co obniżyłoby inwestycje do podanej wysokości. W rzeczywistości fakt ten nie będzie miał miejsca, lecz w racjonalnej kalkulacji wartość oswoobodzonych urządzeń musi być uwzględniona, gdyż inaczej przyjąćby należało, że oswoobodzony tabor został komuś darowany.

Kol. Kozłowski dzieli się wrażeniem, że w naszych warunkach, przy bardzo niskiej cenie węgla, na pierwszy rzut oka elektryfikacja nie powinna dać oszczędności. Kol. Kozłowski wyraża zdziwienie z powodu kalkulacji dobrych wyników ekonomicznych elektryfikacji, przypuszcza przytem, że kalkulacja uczyniona była zbyt optymistycznie, szczególnie jeśli chodzi o koszty obsługi.

Kol. Prelegent wyjaśnia, że aczkolwiek porównanie kosztów obsługi i utrzymania dla warunków zagranicznych i polskich jest bardzo trudne, to jednak nie widzi powodu, aby podane liczby nastroczały wątpliwości

Kol. Przelaskowski potwierdza opinię Prelegenta, komunikując, że koszty obsługi i utrzymania na Elektrycznych Kolejach Dojazdowych (Warszawa — Grodzisk) wypadają znacznie poniżej 20 groszy na wagono-kilometr rachunkowy, jak podał to Prelegent.

Następnie kol. Przelaskowski podaje szereg cyfr, dotyczących bezpośrednio kosztów przebiegu na 1 km przy słabym ruchu dla różnych rodzajów trakcji:

1 lokomotywa parowa plus 3 wagony — zł. 1.60 (ceny węgla prywatne); elektryczny przebieg tegoż zespołu — zł. 0,86;

Autobus na szynach Michelin lub Paulin (3 jednostki po 24 miejsca) — zł. 1,40

Lokomotywa Clayton (wagon motorowy) z 2-ma doczepkami — zł. 0,83½;

Zespół benzynowo - spalinowy — zł. 1,08;

Zespół dyzłowski — zł. 0,65.

Kol. Toczyłowski wyraża wątpliwość co do zbyt optymistycznego oszacowania przez Prelegenta współczynnika zapełnienia na 0,25 — 0,30.

Kol. Prelegent wyjaśnia, że rachunek oparty był na wagono - kilometrach i ilości sprzedanych biletów na dwóch tylko linjach przy uwzględnieniu samych miejsc siedzących

P. inż. Stolicman informuje, że w ostatnich latach na całej sieci P. K. P. średni współczynnik zapełnienia wynosił około 30%.

Kol. Przelaskowski podaje wielkość współczynnika zapełnienia na Elektrycznych Kolejach Dojazdowych, który przy oszczędnej gospodarce wagonowej wynosi ponad 26%.

Kol Kozłowski komunikuje, że na Łódzkich Kojach Dojazdowych przy bardzo dużym natłoku i z uwzględnieniem miejsc stojących, współczynnik zapełnienia dochodzi do 40 — 50%.

Prof. R. Podolski informuje zebranych, że w opracowanym przezeń na międzynarodowy zjazd trakcyjny w Paryżu referacie o rentowności elektryfikacji kolei w Polsce, podkreślił wyraźnie, że oszczędność nie leży bezpośrednio w paliwie. Nawet przy ogólnym zelektryfikowaniu trakcji (a więc ruchu dalekobieżnego, towarowego i podmiejskiego), gdy cena 1 kWh spadłaby do 5 gr., koszt węgla byłby mniejszy.

Oszczędności przy elektryfikacji leżą w różnicy kosztów utrzymania, która jest bardzo znaczna i na podstawie b. wielu danych zagranicznych może być uważana jako nie ulegająca wątpliwości. Duże oszczędności dadzą się uzyskać na dróżkach elektrowozowych w porównaniu do dróżek parowozowych. Przy trakcji elektrycznej nie mamy przywiązania personelu do maszyny. We Francji nazywa się taką obsługę „service en banalité” — i na przykład na kolei „P. O.” (Paris — Orléan) stwierdzono duże na tem polu oszczędności.

Na tem zebranie zamknięto. —

#### Program zebrań odczytowych na czerwiec 1932 roku

##### ODDZIAŁ WARSZAWSKI

Wtorek, dnia 7 czerwca:

Inż. J. Skowroński: „Opady deszczowe w Polsce z punktu widzenia izolacji linii”.

Treść: Wpływ opadów atmosferycznych na stan izolacji urządzeń napowietrznych. Wymagania przepisów. Pomiary oporności wody deszczowej z różnych okolic Polski. Pluviogramy. Typowe przebiegi opadów. Największe natężenie. Wnioski.

Wtorek, dnia 14 czerwca:

Inż. L. Jung: „Podstaje i linie napowietrzne Zjednoczenia Elektrowni Okręgu Radomsko - Kieleckiego (ZEORK)”.

##### SEKCJA RADJOTECHNICZNA

Środa, dnia 1 czerwca:

Inż. A. Launberg: „Lampa ckranowa o zmiennym nachyleniu — „selektoda”.

Odczyt powyższy miał być wygłoszony dnia 25 maja bież. roku i został odroczony.

Początek wszystkich odczytów o godz. 20-ej.

Zebrania odczytowe odbywają się w lokalu SEP, przy ul. Czackiego 3, m. 3.

Członkowie Stowarzyszenia upoważnieni są do wprowadzania na zebrania gości.

#### Biblioteka i czytelnia czasopism SEP

czynna codziennie, również w okresie wakacyjnym, za wyjątkiem niedziel i świąt w godzinach od 10 do 15-ej, w soboty do 13-ej.

##### ODDZIAŁ ŁÓDZKI.

###### Przyjęci na członków zwyczajnych:

Ormontowicz Lucjan, Łódź, Radwańska 59.  
Wolfman Józef, Łódź, Kościuszki 39, m. 8.

###### Zgłoszeni na członków zwyczajnych:

Abramski Maksymilian, Łódź, Srebrzyńska 95, m. 31.

Sieradzki Mieczysław, Tomaszów Maz., ul. Tkacka 2.

##### ODDZIAŁ POZNANSKI

###### Zgłoszenie na członka zwyczajnego:

Joszt Franciszek, Poznań, Grunwaldzka 18.

##### ODDZIAŁ WARSZAWSKI.

###### Zgłoszenia na członków zwyczajnych:

Hirschhorn Aleksander, Warszawa, Zielna 29, m. 15.

Jabłoński Emil, Warszawa, Żoliborz, ulica Śmiała 45.

Jakubowski Gustaw, Warszawa, Narbuta 18, m. 6.

Kotowski Witold, Warszawa, Nowowiejska 11, m. 55.

Trembiński Władysław Arnold, Warszawa, Wola, ul. Bema 91, m. 30.

Weikert Aleksander, Warszawa, Wspólna 53, m. 12-a.

###### Przyjęci na członków zwyczajnych:

Ferster Mieczysław, Warszawa, Mokotowska 41, m. 29.

Dr. Majewski Witold, Warszawa, Aleje Ujazdowskie 28, m. 22.

##### ODDZIAŁ ZAGŁĘBIA WĘGLOWEGO:

###### Przyjęci na członków zbiorowych:

Powszechne Towarzystwo Elektryczne, A. E. G., Oddział w Katowicach, ul. Marjaska Nr. 23.

Na Walnem Zgromadzeniu SEP. reprezentują pp.: inż. J. Ciszewski i inż. W. Mołsi.

Elektrownia Bielsko - Biała, Bielsk, Śląsk, ul. Batorego Nr. 13-a.

Na Walnem Zgromadzeniu SEP reprezentują pp.: dyr. inż. K. Gayczak i dyr. inż. J. Blay.

## BIBLIOGRAFJA.

IV Sprawozdanie Śląskiego Instytutu Rzemieślniczo-Przemysłowego za rok 1031. Katowice. 1932. Str. 316 + III i rys. 75 + 16.

Sprawom Górnego Śląska, jak wogóle naszych kresów, nie poświęcamy należytej uwagi, na jaką zasługują. Zwłaszcza Śląsk — okrąg, bijący tętnem wielkiego przemysłu, z jego olbrzymimi kopalniami i hutami, wieloty. sięczną armją robotniczą, żyjącą własnym a swoim życiem, przedstawia się szerszym warstwom naszej publiczności

w zarysach dość niejasnych. Naogół nie zdajemy sobie sprawy z ogromu pracy, wykonywanej w tym ogromnym kompleksie jednostek przemysłowych, nie tylko niezbędnej dla utrzymania ich w ruchu, lecz i dla przygotowania wykwalifikowanych pracowników dla przemysłu i rzemiosła. Ten ostatni cel jest zadaniem istniejącego od roku 1926 w Katowicach „Śląskiego Instytutu Rzemieślniczo - Przemysłowego”, którego czwarte sprawozdanie z działalności zostało nam nadesłane. Ze sprawozdania widać, że Instytut

służy przede wszystkim sprawie wykształcenia praktycznego pracowników rzemieślniczych, nie zaniedbując jednak podstaw teoretycznych, niezbędnych dla opanowania danej gałęzi rzemiosła. Wielkie uznanie należy się rzeczywiście władzom kierowniczym instytucji, które potrafiły w roku sprawozdawczym przy bardzo ograniczonych środkach pieniężnych i pomocach szkolnych przeprowadzić 37 kursów dla rzemieślników samodzielnych i przemysłowych. Tak więc pomiędzy innymi zorganizowane zostały i prowadzone kursy obuwnictwa i piekarstwa, spawania i cięcia metali, malarstwa, dla palaczy kotłowych, krojczych, elektromonterów, podkuwaczy koni, betoniarzy, maszynistów, stolarzy i wielu innych.

Na rok 1932 projektowane są 44 kursy z różnych dziedzin przemysłu i rzemiosła. Z inicjatywy Instytutu zało-

żona została w r. 1929 w Mikołowie eksperymentalna spółdzielnia szewcka, zajmująca się wyrobem obuwia dla potrzeb przemysłowych, sportu i użytku codziennego. Opracowano bardzo szczegółowo metodę badania psychotechnicznego kinooperatorów.

Wykształcenie naszych rzemieślników, a zwłaszcza podstawy teoretyczne jego powstawania, jak wiadomo, na ogół bardzo wiele do życzenia. Śląski Instytut Rzemieślniczo - Przemysłowy jest zatem placówką bardzo pożyteczną, podnoszącą skalę uzdolnienia pracowników rzemiosła na najwyższy poziom. Zakres zamierzeń osiągnięty został przez Instytut zaledwie w części, ze względu na niedostateczne środki. Życzyć należy, aby pożyteczna instytucja rozwijała się w dalszym ciągu, spotykając coraz mniej przeszkód na swojej drodze.

L. J.

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

### Z Koła Elektryków Stud. Politechniki Warszawskiej.

Mija połowa kadencji obecnego Zarządu i w związku z tem otrzymujemy krótkie sprawozdanie z dokonanych prac.

Podkreślić przede wszystkim należy sprawę wydawnictw. Zagadnienie to nasuwa cały szereg trudności, związanych tak z prowadzeniem prac autorskich, jak i z samem wydawaniem.

Na podstawie szeregu materiałów opracowywane są przez pp. inż. M o n k i e w i c z a i N o w i c k i e g o „Maszyny komutatorowe prądu zmiennego”, przez p. inż. M o s i e w i c z a „Prostowniki”, przez pp. N a d o t a i inż. T o c z y ł o w s k i e g o „Maszyny elektryczne prądu stałego”. Zebrania funduszu wydawniczego, potrzebnego na wydanie powyższych dzieł i całego szeregu wydawnictw słaboprądowych, podjęło się Koło Elektryków. W wyniku usilnych starań bieżąca kadencja powiększyła wyżej wspomniany fundusz o sumę 1000 zł., otrzymaną z subsydjów, i ma nadzieję otrzymania dalszych sum.

W okresie karnawałowym Koło zorganizowało w ścisłym porozumieniu ze Stowarzyszeniem Elektryków Polskich „Dancing elektryków”, który zgromadził wielu elektryków starszego społeczeństwa z pośród przedstawicieli nauki i przemysłu. Dzięki wysiłkom komitetu organizacyjnego Dancing przyniósł pewien dochód.

Równie pomyslnie wyniki dało przeprowadzenie instalacji oświetleniowej balu „Warszawa swej Politechnice”. Podkreślić tu należy wydatną pomoc, okazaną przez firmy „Philips” i „K. Szpotanski”, które, jak lat ubiegłych, zupełnie bezinteresownie poczyniły Kołu wiele ułatwień.

Biblioteka Koła, na której cele budżet Koła przewiduje duże sumy, jest stale uzupełniana najnowszymi wydawnictwami i stanowi jedną z najlepiej zaopatrzonych bibliotek fachowych.

Zorganizowana przez Koło czytelnia czasopism technicznych udostępnia członkom wydawnictwa krajowe i zagraniczne, nadsyłane niekiedy bezinteresownie.

Komisja pośrednictwa pracy przyjmuje zgłoszenia na posady stałe lub dorywcze.

Komisja praktyk czyni usilne zabiegi celem zapewnienia studentom wydziału praktyk wakacyjnych, wymaganych przez regulamin studiów.

W lutym została utworzona przy Kole Sekcja Radjotechniczna, która ma na celu umożliwianie swym członkom prowadzenia prac specjalnych z zakresu Radjotechniki ze szczególnem uwzględnieniem radjokomunikacji krótkofalowej.

Sekcja prowadzi już kurs nauki nadawania i odbioru alfabetem morzowskim i organizuje w swym lokalu laboratorium, do którego zbiera wszelki sprzęt radjotechniczny.

Zarząd Koła, natrafiając na duże trudności, wynikiem z obecnego kryzysu, dokłada usilnych starań, aby wynik jego pracy był jaknajlepszy.

### Kursa dla elektromonterów Poznańskiego Towarzystwa Kursów Technicznych w Poznaniu.

Na prowadzone przez Poznańskie Towarzystwo Kursów Technicznych w Poznaniu dwuletnie Kursy dla elektromonterów przyjmowane są osoby, mające zdany egzamin czeladniczy według obowiązujących w b. zaborze pruskim przepisów oraz posiadające conajmniej 1 rok praktyki czeladniczej. Przyjmowanie kandydatów odbywa się bez egzaminów wstępnych.

Wykłady oraz zajęcia praktyczne na Kursach odbywają się w zakresie programu, ustalonego dla osób, ubiegających się o uprawnienie do prowadzenia samodzielnego przedsiębiorstwa w dziedzinie prądów silnych niskiego napięcia. Do uzyskania świadectwa z ukończenia Kursów wymagana jest 3 letnia praktyka.

Liczba osób, przyjętych na kurs I, w ubiegłym roku szkolnym wynosiła 31; ilość słuchaczy, zapisanych na kurs II, wynosiła w tymże roku 12 osób; razem więc na Kursach dla elektromonterów zapisanych było w roku szkolnym 1930/31 43 osoby.

W bieżącym roku szkolnym uruchomiony został tylko kurs II, a to jedynie w tym celu, by uczęszczający w zeszłym roku na kurs I mogli ukończyć naukę; kurs ten liczy zaledwie 8 osób. Kursu I natomiast nie uruchomiono wogóle; tłumaczy się to silnym spadkiem frekwencji na Kursy dla elektromonterów już w ubiegłym roku szkolnym, co spowodowane zostało ciężkim położeniem gospodarzem i brakiem pracy w Poznaniu, wskutek czego wiele osób z pośród elektromonterów wyjechało w poszukiwaniu zarobku na prowincję.

(n.).

## Z RUCHU I WYTWÓRNI

## Piec elektryczny „EL-MAG“.

Przy obróbce cieplnej stali narzędziowych, celem określenia najodpowiedniejszego nagrzania przy hartowaniu precyzyjnym, wyzyskuje się trzy różne zjawiska, występujące przy nagrzewaniu stali, a mianowicie:

- a) zatrzymanie się temperatur przy przejściu przez t. zw. punkt krytyczny,
- b) zmianę rozszerzalności w tym samym czasie,
- c) zanik własności magnetycznych przy zmianie struktury z  $\alpha$  na  $\gamma$  (przenikalność magnetyczna spada do 1).

Niżej opiszemy typowy piec prądu zmiennego, wyrobu krajowego, wykorzystujący zjawisko zaniku własności magnetycznych w stali narzędziowej (węglistej lub niskostopowej) przy nagrzaniu jej powyżej właściwej temperatury hartowania.

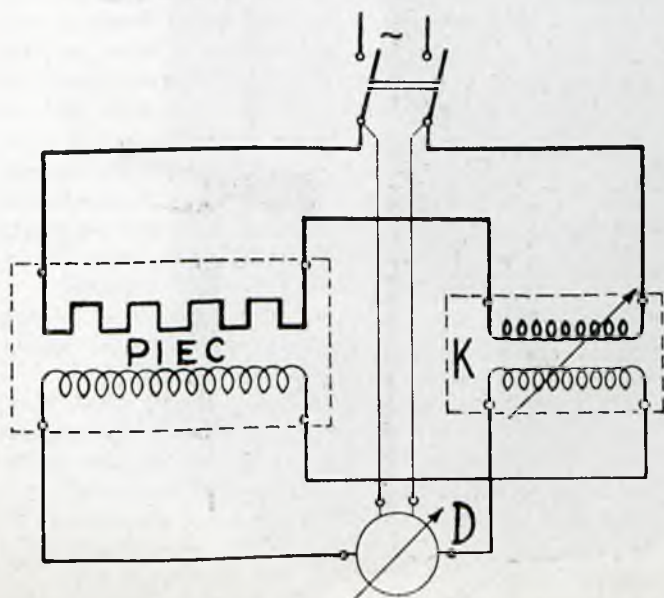
Urządzenie składa się z trzech zasadniczych części składowych:

- 1) właściwego pieca,
- 2) pomocniczego transformatora o zmiennej przekładni, czyli kompensatora i
- 3) detektora magnetycznego.

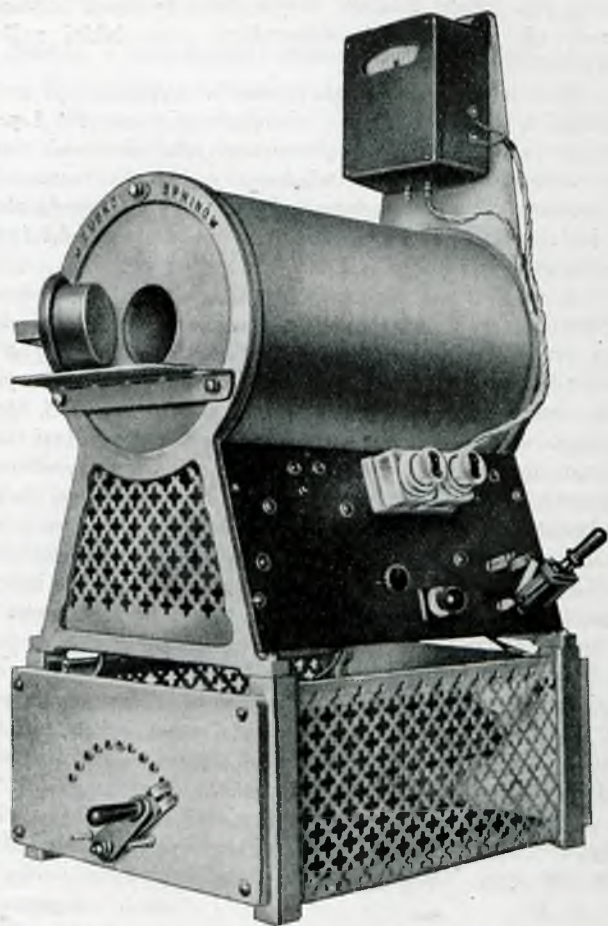
Dla dokładnego zrozumienia działania pieca, rozpatrzmy początkowo poszczególne jego części, a następnie całość.

Piec właściwy, niezależnie od uzwojenia oporowego, posiada współśrodkowo umieszczone uzwojenie dodatkowe. Przy nagrzewaniu pieca, t. j. w czasie przepływu prądu przez uzwojenie oporowe, indukuje się w uzwojeniu wtórnym siła elektromotoryczna i w danym wypadku rozpatrywać możemy piec jako transformator. Pomocniczy transformator posiada obwód magnetyczny, tylko częściowo zamknięty przez żelazo. Przez zmianę oporu magnetycznego można dla danego prądu pierwotnego otrzymać różne wartości SEM, indukowanej w obwodzie wtórnym.

Detektor magnetyczny działa podobnie jak galwanometr zerowy w obwodach prądu stałego, t. j. przy zaniku napięcia na jego zaciskach nie daje wychyleń, zaś normalnie wychyla się w jedną lub drugą stronę skali w zależności od kierunku zwrotu wektora napięcia. Z układu połączeń na rys. 1 widoczne jest działanie całego urządze-



Rys. 1.



Rys 2.

nia, zaś na rys. 2 pokazano piec „EL - MAG“ w wykonaniu dla celów laboratoryjnych.

Główny prąd, przepływający przez uzwojenie oporowe pieca i szeregowo z nim połączone uzwojenie kondensatora, wywołuje we wtórnych uzwojeniach SEM-ne. Przez dodatkową regulację sprzężenia transformatora pomocniczego ustawiamy wskazówkę detektora na „zero” skali.

Stan tej równowagi trwa do czasu włożenia do muli piecowej przedmiotu, przeznaczonego do hartowania. Wskutek lepszego sprzężenia SEM, indukowana we wtórnym uzwojeniu pieca, okaże się większa, niż w kompensatorze i nastąpi wychylenie wskazówki detektora. Teraz należy zaczekać, aż przedmiot, umieszczony w piecu, nagrzeje się powyżej temperatury krytycznej i straci własności magnetyczne; w tym samym czasie SEM, indukowana w uzwojeniu wtórnym pieca, wraca do swej poprzedniej wartości i następuje znów stan równowagi: wskazówka detektora wraca do „zera”.

Obserwując zatem ruchy wskazówki, z wielką łatwością i dokładnością ustalamy moment nagrzania przedmiotu do temperatury, najodpowiedniejszej do hartowania.

Piece tego typu mogą być budowane nietylko jednofazowe; na rys. 3 pokazano układ połączeń dla większego pieca, przyłączonego do linii 3-fazowej. Oznaczenia na rys. 3 są te same, co i na rys. 1, z małymi uzupełnieniami, a mianowicie:  $O_1$  i  $O_2$  są to oporniki regulujące, sprzężone odpowiednio, B — bezpiecznik temperaturowy i L lampa sygnałowa. Na rys. 4 pokazano widok pieca o wymiarach do użytku warsztatowego.

Jak wynika z powyższego, dla zupełnie dobrego za-

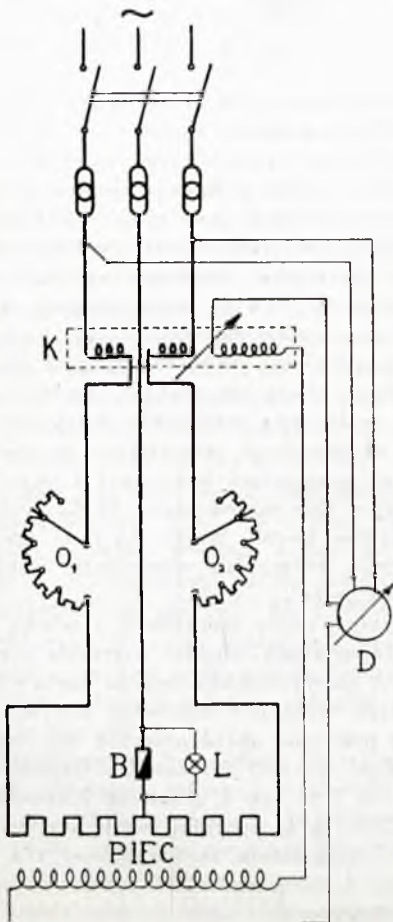
węglistej lub nisko-stopowej (hartowanie stali szubko-tnącej podlega innym prawom), wystarcza sam piec bez pirometru. Nie trzeba mierzyć temperatury w piecu i, więcej nawet, nie trzeba znać temperatury, przy jakiej należy daną stal hartować.

Traktując sprawę praktycznie, w wypadku np. mniej uważnej i niedość fachowej obsługi, wskazane jest i przy tym piecu posługiwać się pirometrem dla określenia temperatury pieca, gdyż, jak wiadomo, nadmierna temperatura w piecu może spowodować zbyt szybkie nagrzanie stali, co jest w następstwie bardzo szkodliwe dla narzędzi (pęknięcia, gruboziarnistość i t. p.).

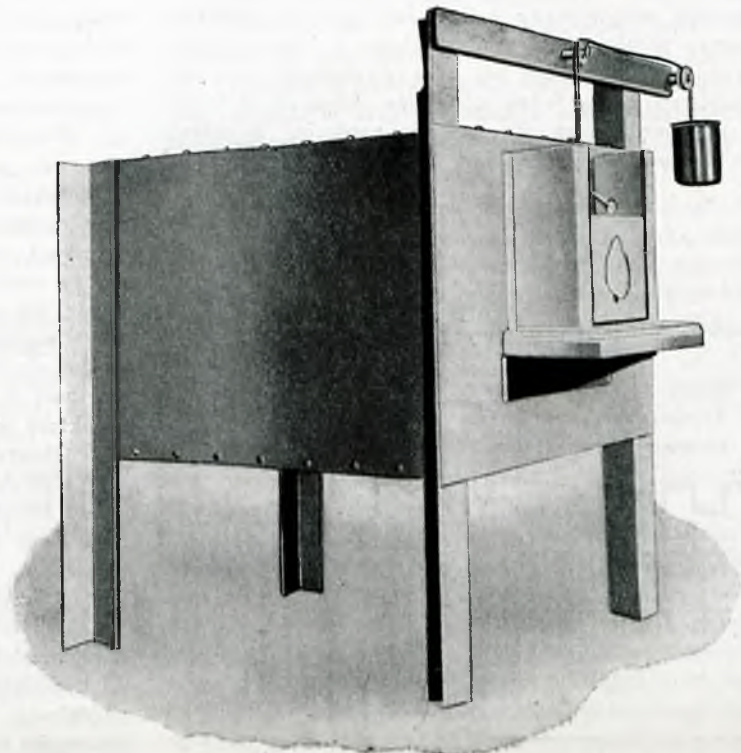
Poza stroną techniczną w danym wypadku pierwszorzędne znaczenie posiada strona gospodarcza. Powierzchna opinia, wobec dość wysokiej niekiedy ceny za jednostkę energii elektrycznej, wypadłaby na niekorzyść pieców elektrycznych. I rzeczywiście, większość osób, gdy przystępuje do wyboru typu pieca do obróbki cieplnej stali, usiłuje rozstrzygnąć wybór pieca jedynie przez porównanie ceny kalorii, dostarczanej przez rozmaite opał. Takie porównanie wypadła zwykle na niekorzyść elektryczności, jak zresztą widać z tablicy I. Jednak ten punkt widzenia jest błędny, gdyż należy uwzględnić cały szereg innych czynników: 1. koszty nagrzewania pieca, 2. wydajność, 3. % braku, 4. koszt obsługi i t. p.

Przy obecnym stanie techniki każdy rodzaj paliwa ma swoje zastosowanie, naogół jednak prąd elektryczny może się okazać najtańszą i najbardziej odpowiednią formą energii cieplnej. Poniższy przykład, zaczerpnięty z praktyki fabrycznej, wyjaśnia to należycie.

Obserwacje przeprowadzono nad hartowaniem gwintowników o wymiarach zgrubsza: średnica 50 mm, długość 500 mm. Gwintowniki te były hartowane partjami



Rys. 3.



Rys. 4.

Tablica I.

Rodzaj paliwa	Jednostka	Cena *) w War- szawie groszy	Zawiera kalorji	Cena za *) 1000 kalorji groszy
Koks . . . . .	kg	6,8	7 000	0,97
Węgiel kamienny	kg	6,5	5 600	1,16
Drzewo . . . . .	kg	3,5	2 500	1,4
Ropa . . . . .	kg	35	10 500	3,34
Gaz . . . . .	m <sup>3</sup>	27	3 500	7,7
Elektryczność . .	kWh	35	860	40,7

\*) dla innych okolic Polski cyfry, podane w tej rubryce, należy zmienić odpowiednio do cen miejscowych.

po 15 do 20 sztuk; cena jednego gwintownika wynosiła około 220 zł.

Piec ropowy, w którym je nagrzewano, zużywał na godzinę 5 kg ropy; trzeba było przytem mieć wentylator, napędzany motorem elektrycznym o mocy 2 kW.

Czas rozgrzania pieca wynosił około godziny, zaś w przeciągu godziny można było zahartować około 7 gwintowników.

Obliczmy koszt nagrzania 20 gwintowników.

1. Nagrzanie pieca 1 godz.	$5 \times 0,35$	Zł.	1,75 Zł.
2. Nagrzewanie gwintowników 3 g.	$3 \times 5 \times 0,35$		5,25
3. Koszt napędzania wentylatora	$4 \times 2 \times 0,35$		2,80
4. Robocizna: obsługa fachowa	$4 \times 2,25$		9,00

Razem . . 18,80 Zł.

Uwzględniając, że po zahartowaniu w piecu ropowym gwintowniki posiadały nierównomierną twardość, wykrzywiały się albo też pękały, powstawał dość znaczny brak, a mianowicie od 8% do 40%. Licząc nawet najmniej 10%, do kosztów hartowania należy doliczyć:

$2 \times 220$  Zł. 440,00 Razem Zł. 458,80

Stąd wynika, że faktyczny koszt hartowania jednego gwintownika w piecu ropowym wynosił

$$\frac{458,80}{18} = 25,50 \text{ Zł}$$

Przy przejściu na nagrzewanie tych gwintowników w piecu elektromagnetycznym okazało się, że piec zużywa na godzinę 6 kW, rozgrzanie pieca trwa również około godziny, zaś w ciągu godziny hartuje się cztery gwintowniki.

Procent braku zmniejszył się do maksimum 5%, zatem koszt hartowania wynosił:

1. 1 godz. rozgrzania pieca	6 × 35	
2. 5 godz. nagrzewania gwintowników	5 × 2,10	10,50
3. Robocizna: mniej fachowa obsługa	6 × 1,27	7,50
Koszt 1-go zepsutego gwintownika		220,00
	Razem Zł.	240,10

Koszt hartowania jednego gwintownika w piecu elektromagnetycznym wynosił:

$$\frac{240,10}{19} = 12,60 \text{ Zł.}$$

Z przykładu widać, że wartość zaoszczędzonych narzędzi dwukrotnie wyrównała wyższy koszt ogrzewania elektrycznego, niezależnie od tego, że w wypadku ogrzewania ropa przyjęliśmy najmniejszy procent braku, zaś przy nagrzewaniu elektrycznym — największy.

Uwzględniając jeszcze i ten szczegół, że narzędzie dobrze zahartowane ma daleko większą ilość godzin pracy, niż narzędzie zahartowane niezupełnie właściwie, musimy bezwzględnie przyznać wyższość piecowi elektromagnetycznemu.

Reasumując powyższe, można powiedzieć, że piec elektromagnetyczny, zabezpieczając jednolitość gatunku produkcji i sprowadzając ilość braków do minimum, zmniejsza koszty robocizny. Przyspiesza on produkcję, gdyż dwa, a nawet trzy piece mogą być obsługiwane przez jednego robotnika, obniża prócz tego koszty własne, gdyż dla ob-

slgi pieca „EL-MAG” można brać pracownika niewykwalifikowanego, który potrafi w tym wypadku wykonać hartowanie bardzo dobrze. Inż. J. Zubko, Brwinów.

#### Jeszcze o uszkodzeniu wirnika w silniku trójfazowym.

W związku z notatką w dziale „Z ruchu i wytwórni”, p. t. „Wypadek uszkodzenia wirnika w silniku trójfazowym”, zamieszczoną w zeszycie Nr. 3 „Przeglądu Elektrotechnicznego” należy zaznaczyć, że do rozpoznania uszkodzenia wirnika lub niedostatecznego docisku szczotek do pierścieni ślizgowych w kłatkach pierścieniowych, szczególnie, gdy ma się do czynienia z niewielkimi silnikami, niezaopatrzonymi w amperomierze, — przyczynia się także silne wahania natężenia światła żarówek w urządzeniu, zasilanym przez ten sam dopływ prądu.

Okresy wahań odpowiadają wówczas okresom uderzeń prądu w amperomierzu, o których wspomina autor. Powyższe tłumaczy się znacznym spadkiem napięcia w przewodach sieci rozdzielczej, których przekroje nie obliczane były na natężenie prądu, wielokrotnie przewyższające natężenie przy normalnej pracy silnika nieuszkodzonego.

Zdarza się, że wahania natężenia światła spowodowane są przez czynniki natury mechanicznej, pochodzące z poza silnika. Należy przeto przed wyciągnięciem ostatecznego wniosku uruchomić silnik na bieg jałowy.

Zjawisko wahań natężenia światła częstokroć wpływa na szybkie odszukanie uszkodzenia silnika, skierowując badanie bezpośrednio do wirnika. Personel pewnej elektrowni tylko na podstawie reklamacji, zgłoszonych przez abonentów oświetleniowych, sąsiadujących z drobnym zakładem przemysłowym, ujawnił uszkodzenie wirnika w silniku, pracującym w tym zakładzie; obsługa zakładu o uszkodzeniu silnika nic nie wiedziała, gdyż silnik pracował jeszcze normalnie. M. S.

## LISTY DO REDAKCJI.

### Jeden czy dwa rodzaje oleju izolacyjnego dla transformatorów i wyłączników?

W numerze 4-ym „Przeglądu Elektrotechnicznego” z b. r. ukazał się artykuł p. inż. Gryff-Chamskiego p. t. „W sprawie oleju izolacyjnego”.

Podniesiony temat jest niezmiernie ważny dla praktyków i winien zwrócić uwagę ogółu. Napisany jest sugestywnie, jednak autor uprosił sobie zadanie i wskutek tego doszedł do wniosków, których samo założenie jest błędne. Tak nprz. inż. Gryff-Chamski pisze na str. 79:

„Z rop krajowych można otrzymać dwa podstawowe gatunki olejów izolacyjnych. Oleje o wyższym punkcie krzepnięcia, t. j. około—5° C i znacznej odporności na starzenie się oraz oleje o niskim punkcie krzepnięcia, leżącym średnio około — 30° C, mniej pod tym względem odporne”.

Skąd inż. Gryff-Chamski zaczerpnął informacji, że odporność na starzenie (utlenianie) jest wyższa u parafinowych olejów izolacyjnych — nie wiemy.

Na podstawie opinii prof. T y p k e (Z. f. ang. Chemie-nr. 6, 1928) oraz na podstawie opinii D-ra S t ä g e r a mamy zupełnie odmienne zdanie w tej sprawie, nie biorąc już pod uwagę naszych osobistych doświadczeń.

Pozwalamy sobie zacytować opinię autorytetu, na który powołuje się p. inż. Chamski. Dr. Hans S t ä g e r w dziele „Elektrotechnische Isoliermaterialien” podaje na str. 46:

„Die Paraffinöle und die darin enthaltenen Paraffinkohlenwasserstoffe sind viel leichter zu oxydieren als die

Naphtenkohlenwasserstoffe. In Bezug auf das Verhalten in der Kälte kommt nun ein weiterer Vorteil der Naphtenöle, die grosse Kältebeständigkeit, hinzu, so dass dieser Art von Mineralöl nach unserer Auffassung unbedingt der Vorzug gegeben werden muss”.

Co w przekładzie brzmi:

„Oleje parafinowe i zawarte w nich węglowodory parafinowe utleniają się o wiele łatwiej, aniżeli węglowodory naftenowe. W stosunku do zachowania się w chłodzie dochodzi dalsza dodatnia właściwość olejów naftenowych, a mianowicie większa odporność na oziębianie, tak że ten rodzaj (nafteny! przyp. red.) oleju mineralnego według naszego zdania zasługuje na bezwzględne pierwszeństwo”.

Zacytowaliśmy ten ustęp celowo, gdyż znajduje się on bezpośrednio po materiale, cytowanym przez p. inż. Gryff-Chamskiego.

Podobnie i reszta materiału nie jest potraktowana dość wyczerpująco. Autor wspomina o doświadczeniach zagranicy w zakresie przepisów na oleje, jednak nie cytuje ich zupełnie.

Tabela na str. 80 wymaga również omówienia. P. inż. Gryff-Chamski występuje w obronie polskiego rafinera, tymczasem w tabeli cytuje VOC Oil S 2069. Możemy czytelników poinformować, że jest to olej zagraniczny, gdyż tak nam oświadczył Dyrektor Vacuum Oil Co (VOC)

Najbardziej jednak uderza fakt inny. Niewiadomo dla-czego przy olejach VOC nie podano liczby zesmalania? Uzupełniamy tę rubrykę, podając, że olej krajowy Vacuum

Oil nie odpowiada przepisom niemieckim, szwedzkim i szwajcarskim.

Trudno nam zwalczać poglądy, nie poparte dowodami, poprzestajemy przeto na powyższych wywodach i przechodzimy do omówienia kwestji na podstawie materiału, który w ciągu kilkuletniej pracy, specjalnie nad tem zagadnieniem, zebraliśmy.

Dlaczego sprawa jest ważna? Obecny kierunek urządzeń elektrownianych wykazuje wybitną tendencję do ustawiania transformatorów na wolnym powietrzu, bądź też w budkach żelaznych. W obu wypadkach warunki są identyczne (Vidmar: Der Transformator im Betrieb str. 251).

Olej o niskim punkcie krzepnięcia pozwala na ustawienie transformatora w każdym miejscu. Olej o punkcie krzepnięcia około 0° C wymaga pozostawiania stanu jałowego, przyczem może być utrzymany w postaci płynnej jedynie wtedy, gdy znajduje się w pomieszczeniu murowanym (Stäger l. c. str. 46).

Na przytoczenie wszystkich argumentów nie możemy sobie tutaj pozwolić, zestawiamy przeto niżej najważniejsze punkty, uwzględniając warunki krajowe i produkcję naszych rafinerji.

Przepisy z granicy. Przepisy na oleje izolacyjne naszych najbliższych sąsiadów są dla nas najpoważniejszym źródłem informacji. Rozporządzają oni większym doświadczeniem w tej sprawie i mają przepisy, datujące się od dziesiątków lat.

W rachubę wchodzi kraje o podobnym klimacie, przede wszystkim Niemcy, potem Szwecja.

Niemcy. Do roku 1927 w Niemczech obowiązywały przepisy, wymagające, aby oleje dla transformatorów wewnętrznych miały punkt krzepnięcia — 5° C, dla transformatorów zewnętrznych — 15° C (przepisy VDE).

Od 1-go października 1927 roku nastąpiła zmiana przepisów, przyczem ustalono dla olejów wewnętrznych — 15° C, dla olejów na wolnym powietrzu — 40° C. Ewolucja taka jest może najbardziej pouczająca i dla naszych warunków miarodajna. Wykazuje bowiem, że trudności z powodu stosowania oleju o punkcie krzepnięcia — 5° C były zbyt wielkie. Propozycje p. inż. Chamskiego w tem oświetleniu nie dadzą się utrzymać.

Szwecja. Warunki Szwecji są jeszcze ostrzejsze, gdyż wymagają punktu krzepnięcia — 30° C oraz — 50° C.

W myśl tych przepisów możnaby wysunąć jako propozycję dla Polski oleje o punktach krzepnięcia — 15° C oraz — 40° C. W grę jednak wchodzi również zdolność produkcyjna naszych rafinerji oleju i surowiec, którym rozporządzają.

Oleje polskie. Szczegółowe dane, dotyczące olejów polskich, zostały opublikowane w Prz. El. (nr. 8. 1931). Na podstawie podanych tam zestawień wynika, że cztery rafinerje polskie, a mianowicie Karpaty, Galicja, Polmin, Nobel produkują olej izolacyjny o punkcie krzepnięcia poniżej — 35° C, oraz jedna rafinerja Vacuum Oil Co produkuje olej o p. krzepnięcia około 0° C.

Uwzględniając produkcję poszczególnych rafinerji, otrzymamy:

Karpaty	1 500 t,
Galicja	400 t,
Nobel	25 t,
Polmin	nie podał produkcji.

Łącznie dysponujemy przeto rocznie wytwórczością conajmniej 2 000 t oleju o punkcie krzepnięcia około — 35° C.

Jeżeli weźmiemy pod uwagę, że dotychczasowa konsumpcja krajowa wynosi rocznie około 400 t, to widzimy jasno, że produkcja polska może pięciokrotnie pokryć za-

potrzebowanie elektryków, a więc w obecnych warunkach elektrycy mogą postawić żądanie, aby zaprowadzono jeden gatunek oleju.

Jeżeli weźmiemy w rachubę, że mamy jeszcze w zapasie do dyspozycji kilka tysięcy tonn oleju izolacyjnego o punkcie krzepnięcia — 15° C, to spostrzeżemy, że niema żadnej istotnej potrzeby przyjmowania w przepisach polskich norm, które dawno zostały uznane za zupełnie nieodpowiednie.

Uwzględniamy tutaj stan obecny rafinerji. Może on jednak ulec dalszym zmianom na lepsze. Jeszcze w roku 1927 ponowało powszechne przekonanie, że z polskich rop nie możemy otrzymać dobrych olejów izolacyjnych. Chcąc za wszelką cenę umożliwić rafinerjom produkcję takich olejów, elektrycy obniżali swoje wymagania do minimum.

W rok później Pomorska Elektrownia Krajowa „Gródek” przystąpiła do systematycznych badań olejów polskich. Informacje nie były pocieszające. W rafinerji Vacuum Oil Co poinformowano nas, że wyrabianie oleju izolacyjnego poniżej — 15° C z rop krajowych nie jest możliwe. W innych rafinerjach bardzo sceptycznie zapatrywano się na możliwość osiągnięcia należytej liczby zesmalania (starczenia) oleju. A jednak oleje nasze zaczęto wyrabiać, a w dwa lata później jakość olejów polskich poprawiła się tak znacznie, że dzisiaj nie ustępują one zupełnie olejom zagranicznym.

Rafinerje nie tylko poprawiły jakość wyrobu, ale wydatnie obniżyły cenę.

Stanowisko elektryków. Elektrycy przez długi okres czasu potulnie przyjmowali warunki dyktowane nie tylko przez rafinerje, ale przede wszystkim przez położenie gospodarce kraju. Kupowali olej polski, chociaż nie odpowiadał wymaganiom. Mieli z nim wiele kłopotów. Wymiana jego bowiem musiała następować bez porównania częściej, niż to zachodzi przy olejach rosyjskich.

Dopiero teraz można wysunąć na czoło postulaty elektryków, którzy zawsze podkreślali, że idealnym wyjściem jest stosowanie jednego gatunku oleju dla transformatorów i wyłączników bez względu na miejsce ich ustawienia. Upraszcza to bowiem znakomicie administrację. Umożliwia dowolne umieszczanie transformatorów i wyłączników na wolnym powietrzu, czy też w pomieszczeniach zamkniętych.

Ilość potrzebnego do uzupełniania oleju można zredukować do 50%. Można znacznie uprościć oczyszczanie oleju bez obawy zanieczyszczenia innym gatunkiem i zepsucia całej zawartości. Unikamy pozostawiania transformatorów pod napięciem. Bieg jałowy i związane z tem straty odpadają całkowicie. Tak samo niema konieczności specjalnych urządzeń dla transformatorów żeberkowych i konieczności ich podgrzewania. Są to wszystko rzeczy znane dobrze praktykom, którzy niejednokrotnie musieli zwalczać trudności, powstające przy stosowaniu oleju łatwo krzepnącego.

Jeżeli pogląd nasz jest słuszny, możemy zacytować przykład Ameryki, która oddawna badała problem olejowy. Według danych ankiety National Electric Light Association (ETZ str. 723 r. 1930) wynika, że elektrownie wykazują tendencję przechodzenia na jeden gatunek oleju dla wszystkich aparatów, a 40% elektrowni już zaprowadziło jeden rodzaj dla transformatorów wewnętrznych i zewnętrznych.

Jest w tem jeszcze jedno małe „ale”.

Kwestja ceny oleju. O to przecież idzie przede wszystkim. W Polsce najdroższy jest najmniej odpowiedni olej. Ale to jest stan przejściowy. Musimy się liczyć z uzdrowieniem takich stosunków.

Jakie wtedy będą ceny? Jaka różnica między olejem łatwo i trudno krzepącym? O warunkach tych informują nas najlepiej same rafinerje.



Przez zaprowadzenie jednego gatunku oleju zostanie umożliwiona przeróbka równoczesna większych partij oleju. Równocześnie zapasy zostaną wybitnie zmniejszone. Wszystko to wpłynie na dalsze obniżenie ceny oleju izolacyjnego nisko krzepnącego. Różnica ceny w porównaniu z olejem wysoko krzepnącym będzie wynosić około 10-ciu zł. na 100 kg. Jest to różnica doprawdy bardzo niewielka i napełnienie transformatorów olejem jednego gatunku będzie kosztowało o kilkadziesiąt, a najwyżej kilkaset złotych więcej. W porównaniu z wartością transformatorów jest to różnica minimalna, która siwcie się oplaca ułatwieniami, jakie wzamian zyskuje elektryk.

Względy ogólne. Zagadnienie punktu krzepnięcia łączy się bezpośrednio ze sprawą gwarancyj fabrycznych na transformatory.

Elektrycy polscy winni się domagać przepisów na oleje tego rodzaju, aby umożliwiły uzyskanie gwarancji fabrycznej w razie zakupu transformatora niemieckiego, szwajcarskiego czy szwedzkiego. Inaczej mówiąc, nie mogą one być gorsze od przepisów tych krajów.

O takim znaczeniu naszych przyszłych przepisów trzeba przedewszystkiem pamiętać, gdyż w dzisiejszym stanie w Polsce panuje zupełna dezorganizacja pod względem norm i każdy kieruje się normami tej fabryki, której transformator zakupił. Wpływa to jednak na podrożenie badań, na niepotrzebne zwiększenie wydatków na kontrolę olejów izolacyjnych.

Przepisy polskie winny być tak zestawione, aby można je było zrównać z przepisami zagranicznymi i doprowadzić wreszcie do tego, aby w Polsce istniały jednolite normy, uznawane i przez obcych.

Przyjęcie norm, zarzuconych już w Niemczech, nie ułatwi tego zadania.

Wnio s k i. Podaliśmy powyżej materiał w formie najbardziej ogólnej. Nie mamy pretensji do wyczerpania całego zagadnienia. Reasumując sprawę punktu krzepnięcia, uważamy, że istnieją dwie możliwości. Przyjęcie dwu olejów: o punkcie krzepnięcia  $-15^{\circ}\text{C}$  oraz drugiego o  $-35^{\circ}\text{C}$ , bądź przyjęcie oleju  $-35^{\circ}\text{C}$  jako jedynego oleju izolacyjnego. Przyjęcie p. krzepnięcia poniżej  $-15^{\circ}\text{C}$  uważamy ze względów klimatycznych za niemożliwe.

Miarą może być tylko minimalna temperatura powietrza, a nigdy specjalne warunki, w jakich ten lub inny transformator lub wyłącznik będzie ustawiony. Zawsze bowiem zająć może potrzeba przerzucenia jednego transformatora na inne miejsce, a przy dalszym rozwoju elektryfikacji w Polsce niejednokrotnie takie przesunięcia zachodzą: czynnikiem miarodajnym jest oszczędność, która zmusza nas do zamiany transformatora na większy dopiero wtedy, gdy tego rzeczywista zachodzi potrzeba. Nie stać nas bowiem na budowę zbytnio „na zapas”.

W tych warunkach ułatwienie, jakie daje zaprowadzenie jednego gatunku oleju, jest jasne i tak poważne, że nie można się dziwić, iż większość elektryków wypowiada się za realizacją tego poglądu w przepisach.

Doświadczenia, poczynione w „Gródku”, całkowicie potwierdzają te zapatrywania, a obecny stan produkcji naszych rafinerij nie nasuwa również żadnej trudności: mamy zapas, pięciokrotnie przekraczający nasze zapotrzebowanie roczne.

Dr. Stefan Namysłowski

#### ODPOWIEDŹ

Mój oponent pisze, że nie wie, „skąd zaczerpnąłem informacji, że odporność oleju na starzenie si jest wyższa u olejów parafinowych”. Widocznie p. D-r. Namysłowski

nie zauważył, że w artykule moim powoływałem się na D-ra Stägera tylko w sprawie oddziaływania temperatur na oleje. Co zaś do odporności na utlenianie olejów obu grup, jeszcze utrzymuje się pogląd, że olej starzeje się tem rychlej, im większą wykazuje liczbę zesmalania. Liczba ta zależy głównie nie od pochodzenia oleju (naftowy lub parafinowy), ile od stopnia rafinacji. Stwierdza to D-r Stäger na str. 20 i 21-ej oraz w wykresach Ia i Ib swego dzieła. Z porównania tych wykresów widać, że dolna granica krzywej kwasowości (wynik utleniania — starzenia się) olejów parafinowych leży niżej, niż naftenowych. W ostatnich zaś dłużej w czasie rafinacji utrzymuje się na jednym poziomie.

Oto na jakiej podstawie twierdziłem, że oleje parafinowe są odporniejsze na starzenie się! Jeśli zaś stopień rafinacji jest posunięty zbyt daleko, co prowadzi do małej liczby zesmalania, wówczas tak u jednych jak i drugich olejów wskutek przerafinowania kwasowość szybko się wznosi. Zjawisko to jest znane rafinerjom i winny się go one pilnie wystrzegać. Rafinowanie olejów parafinowych, których krzywa kwasowości raptownie się wznosi przy przerafinowaniu, jest zatem trudniejsze i musi być we właściwym czasie wstrzymane. Wreszcie z powiedzianego wynika, że liczba zesmalania, której p. D-r Namysłowski, jak z jego słów wywnioskować należy, przypisuje tak wielkie znaczenie, bynajmniej nie może być uważana za miernik odporności oleju na starzenie się. O tych wywodach Stägera, wyraźnie zilustrowanych wykresami, które niewątpliwie są wynikiem badań, w liście p. D-r niestety niema żadnej wzmianki.

Co się tyczy tablicy, zamieszczonej na str. 80 mego artykułu, wyraźnie tam zaznaczyłem, że liczby zaczerpnięte są z ofert. Nie są zatem wynikiem zbieranych umyślnie informacji. Jak widać, p. D-r Namysłowski nie spostrzegł jednak błędu: w rubryce wytrzymałości na przebicie właściwie przy olejach, jakie zwróciły jego uwagę, brak objaśnienia, że rzucające się w oczy niskie napięcie przebicia nie posiada żadnego wyjaśnienia, co musi wywoływać wrażenie bardzo niskiej wytrzymałości izolacyjnej tych olejów.

Podkreślam, powracając do Stägera, że wyjątek, który z jego pracy przytoczył w swym liście p. D-r Namysłowski jest końcowym ustępem rozdziału i Stäger, nie podając żadnych dowodów doświadczalnych, liczbowych, ani wykresów (jak to czyni w innych miejscach swej pracy, a co stanowi wynik badań), wyraźnie mówi, że „jego zdaniem” olejom naftenowym należy się bezwzględne pierwszeństwo. Zatem wypływało to raczej z jego przekonania, a nie z badań, — inaczej nie możnaby sobie tłumaczyć krótkości tej uwagi przy jednoczesnym obszernym i wyczerpującym traktowaniu wszystkich innych rzeczy, dotyczących olejów izolacyjnych, a że tak jest istotnie, potwierdza Dr. Stäger w korespondencji, przeprowadzonej ze mną. Wypowiada on w niej zdanie: „Dla samego zastosowania oleju izolacyjnego jest wszystko jedno, czy ja wychodzę ze stanowiska, określającego pochodzenie jego jako parafinowego lub naftenowego. Zależy to jedynie od tego, czy olej był właściwie rafinowany”. A dalej: „Pan tamże (ma na myśli swoje prace) dowie się również, że przy sprawdzaniu i osadzaniu prawdziwej wartości oleju izolacyjnego liczba zesmalania nie jest miarodajna. Przy olejach przerafinowanych, naprzykład, jest liczba zesmalania praktycznie wzięwszy zero, mimo to są jednak te oleje prawie niebezpieczne przy eksploatacji transformatorów. Jest pozażalowania godne, że dziś jeszcze posiłkujemy się liczbą zesmalania”. „Daleko do stwierdzenia, że olej z niską liczbą zesmalania jest dobrym olejem transformatorowym”.

Tyle sam autor. — Prace innych badaczy zgadzają się z wywodami Dr. Stägera. Należy zauważyć, że wielu z nich w badaniu starzenia się olejów izolacyjnych zupełnie pomija sprawę ich pochodzenia, najwidoczniej nie rozróżniają ich w tym względzie. Gotard jest zdania, że wpływ rafinowania nazbyt posuniętego może być upodobniony do czynnika, naruszającego równowagę chemiczną oleju i powoduje ponadto zakłócenia w starzeniu się, co znajduje potwierdzenie w wynikach, otrzymywanych przy starzeniu sztucznym.

Przerafinowanie, aczkolwiek nadzwyczaj ważne, nie jest jedynym czynnikiem, wpływającym na szybkość starzenia się. Stwierdzono doświadczalnie wpływ światła, wody nawet w małych ilościach, jeśli posiada zanieczyszczenia, oraz metale, z których miedź jako dominująca w budowie transformatorów posiada duże znaczenie. Dlatego też Ryselberge wymaga dostatecznego uwzględnienia tego czynnika w badaniach, który, jak wiadomo, wzięty jest pod uwagę w niektórych metodach (BBC, Asea). Wymaga on słusznie, aby w budowie transformatorów zachowywano niezbędny warunek, niedopuszczający do bezpośredniego stykania się oleju z miedzią, co daje się osiągnąć przez impregnowanie uzwojeń lakierem, możliwie trwałym a jednocześnie dostatecznie obojętnym na działanie oleju. Przytoczony autor dochodzi na podstawie licznych badań do ogólnego wniosku: Oznacza on grupę poddanych badaniom olejów symbolem „A” mniej rafinowanych, przez „D” najbardziej rafinowanych i stwierdza, że pierwsze pochłaniają najmniej tlenu, drugie — najwięcej. Zatem oleje średnio rafinowane, aczkolwiek szybciej dają osady, posiadają słabą skłonność do tworzenia kwasów organicznych, podczas gdy oleje przerafinowane dają mało osadu, lecz silną kwasowość.

Co zaś do tych osadów, to zdaniem Boisselet'a, o ile uwarunkowane są działaniem metali, składają się głównie z mydeł tych metali. Kwasy zaś organiczne, uwarunkowane utlenianiem, stancją mieszaninę nader złożoną, w której głównie poza kwasem olejowym występuje przeważnie kwas mrówczany i octowy.

Wreszcie zauważymy, że jeszcze w roku 1924 z polecenia Związku Syndykatów Elektrycznych zapoczątkował prace badawcze nad olejami H. Gault, które następnie kontynuowane były przez H. Weissa i T. Salomona w „Państwowej Wyższej Szkole Ropy Naftowej i Płynnych Materjałów Palnych” w Strassburgu. Studja „przeprowadzone z dużym nakładem pracy w wymienionej uczelni, miały za zadanie w najszerszej skali ustalić nowe metody badania olejów izolacyjnych przy pomocy sztucznego starzenia, a to celem ich ujednostajnienia i możności porównaw-

czej wyników laboratoryjnych z danymi praktyki. Jak źródłowe i gruntowne były te prace oraz wyniki, dowodzi fakt, że Francuski Komitet Elektrotechniczny uprosił autora o reprezentowanie Komitetu w Międzynarodowej Komisji Elektrotechnicznej Olejów izolacyjnych. A wreszcie, co jest niemniej ważne, metody, ustalone przez H. Weissa i T. Salomona, znalazły zastosowanie jako metody oficjalne we Francji

Zdaniem wymienionych autorów, opartem na specjalnych badaniach, oleje przerafinowane, a więc takie, które wykazywać będą małą liczbę zesmalania, odznaczają się zdolnością nadmiernego wzrostu kwasowości.

Przytaczam odnośny wyjątek z pracy, na którą się powołuję:

„Oleje parafinowe mają okres długi (równy lub przewyższający 30 — 36 godzin). Charakteryzują się one bardzo silnem wzrastaniem kwasowości w ciągu starzenia się, jakie stanowi zasadniczo proces utleniania. To spostrzeżenie, uczynione również przy innych badaniach laboratoryjnych, nasunęło obawę, że oleje przerafinowane mogą tworzyć podczas ich pracy znaczną ilość produktów kwasowych, zdolnych uszkodzić izolację, a nawet metal. Z tego powodu oleje te są zabronione w niektórych państwach Europy środkowej. *Mamy tu wypadek błędu, jaki można popełnić, gdy się wnioskuje o wartości danego oleju jedynie na podstawie wyników próby laboratoryjnej.*

Pomiędzy temi olejami możemy wyodrębnić dwie wielkie grupy, pod względem różnic w przebiegu krzywych ich osadu: oleje o podstawie naftenowej (charakteryzujące się z innej strony niskim punktem krzepnięcia) oraz oleje o podstawie parafinowej (o punkcie krzepnięcia wysokim). *Pierwsze dają również podwójną krzywą, mającą to samo znaczenie jak w wypadku olejów przerafinowanych, pomimo różnicy, jaka zachodzi w naturze tworzonych osadów.*

Trudno podawać tu szereg wykresów, ilustrujących wyżej powiedziane. Ograniczam się do zamieszczenia tabelki, zaczerpniętej z omawianej pracy wraz z uwagą, że wywody H. Weissa i T. Salomona, zupełniejsze i dalej idące, zgadzają się z wykresami i wywodami Dr. Stägera.

Przechodzę z kolei do innych zarzutów, np., że wspomina o doświadczeniach zagranicznych w zakresie przepisów na oleje i że zupełnie ich nie cytuję. — Zachodzi tu nieporozumienie. O doświadczeniach żadnej wzmianki w swym artykule nie znajduję. Wspomniałem tylko, że przepisy różnych krajów wykazują między sobą dość znaczne odchylenia, co jest jasne, gdyż inaczej byłyby ujednostajnione i zidentyfikowane. Gdybym każde ze swoich twier-

Porównanie starzenia się dwu świeżych olejów różnego rodzaju oraz ich mieszaniny przed i po pracy w transformatorze mocy 10 kVA.

Czas pracy w transf. mocy 10 kVA	Olej 127 (podstawa parafinowa)			Olej 128 (podstawa naftenowa)			Olej 215 mieszanina (1:1) z 127 + 128		
	pierwszy okres			pierwszy okres			pierwszy okres		
	Czas g. min.	Osadu gr/100 cm <sup>3</sup> oleju	Kwasowość organicz. w % kwasu olej.	Czas g. min.	Osadu gr/100 cm <sup>3</sup> oleju	Kwasowość organicz. w % kwasu olej.	Czas g. min.	Osadu gr/100 cm <sup>3</sup> oleju	Kwasowość organicz. w % kwasu olej.
Bez pracy	74	0,010	0,15	22	0,003	0,08	15 30	0,011	0,16
po 1 roku	16	0,005	0,16	15 30	0,008	0,13	15 45	0,012	0,10
po 2 latach	5	0,001	0,008	3	0,0010	0,145	4 15	0,003	0,13
po 3 „	4	0,001	0,009	2	0,0010	0,120	3	0,002	0,09

dzeń miał objaśniać i uzupełniać szczegółowo, wyszedłbym znacznie poza ramy zwykłego artykułu. Odnosnie oleju marki VOC Oil S 2069 wbrew informacji, na jakiej się oparł Dr. Namysłowski, oświadczam, iż posiadane oferty oliarowują mi olej marki 2069 wyrobu krajowego.

Pan Dr. Namysłowski twierdzi, że niezbędnym warunkiem przy stosowaniu oleju łatwo krzepnącego jest stałe pozostawianie transformatorów pod napięciem. Wszak w moim artykule wskazywałem, że bardzo surowa zima 1928/29 roku nie spowodowała zakłóceń ani przerw pracy transformatorów naszych siłowni. P. Dr. Namysłowski ani jednego takiego wypadku nie przytacza.

Przykład elektrowni amerykańskich, przechodzących na jeden rodzaj olejów, zastosowania względem nas nie znajduje. Sam Dr. Namysłowski w swojej broszurce o olejach mówi, że „każdy kraj powinien starać się o wprowadzenie przepisów, najbardziej mu odpowiadających”. Czy Ameryka ze swym obszarem, zwyczajami technicznymi i t. p. jest identyczna z Polską i jej potrzebami? Ustalenie u nas dwu rodzajów olejów nie wpłynie na jednolitość przepisów i ich uznawanie przez obcych. Obaw swoich w tym względzie Dr. Namysłowski nie uzasadnił.

W swoich wnioskach wreszcie zgadza się p. Dr. Namysłowski, że istnieje możliwość przyjęcia *dwu olejów*, zastrzega się jednak, że *musi* to być jeden olej o punkcie krzepnięcia — 15°C oraz drugi o — 35°C. Punkt krzepnięcia dla pierwszego stara się uzasadnić względami klimatycznymi, co pozostaje w sprzeczności z doświadczeniami, poczynionymi w roku 1928-29. Wymaga zaś, aby w tym wypadku punkt krzepnięcia — 15°C był zachowany jako niezbędny warunek dla olejów, przeznaczonych do *pomieszczeń zamkniętych*. Dla czego nie — 12½° lub nawet — 6°, — 8° C? Istotnej przyczyny szukać należy w tem, że p. Dr. Namysłowski, o ile można sądzić, uznaje wyłącznie oleje o podstawie naftenowej, gdy parafinowym odmawia prawa stosowania. Wiadomo wszak, że oleje parafinowe o punkcie krzepnięcia poniżej — 10°C trudno jest otrzymywać. A więc drogą ustalenia w przepisach nazbyt niskiego punktu krzepnięcia usuniemy te oleje z obiegu. Takie stanowisko, nie poparte dostatecznym uzasadnieniem, nie wydaje mi się słuszne. Dr. Namysłowski stara się również wykazać konieczność stosowania jednego rodzaju oleju — i to tylko trudno krzepnącego — względami, płynącymi z ewent. potrzeb

przerzucania transformatorów z jednego miejsca pracy na drugie.

Transformatory o budowie napowietrznej, napełniane normalnie olejem wyżej wspomnianym, w ogromnej większości wypadków bez zmian mogą być przeniesione do zamkniętych pomieszczeń z dostatecznym przewietrzaniem.

Trudniej to znacznie uczynić z transformatorami, budowanymi dla pomieszczeń zamkniętych. W najprostszym wypadku będą one wymagać poważnej przeróbki (dopływów, zastosowania odpowiednich izolatorów i t. d.), co pociągnie za sobą szereg innych zmian nie tylko kłopotliwych, lecz niejednokrotnie niemożliwych bez gruntownej przeróbki. Taki zatem „kontredans transformatorowy” przez każdego doświadczonego elektryka uważany będzie za bardzo wątpliwy, o ile mielibyśmy te przerzucania wykonywać w krótkim czasie. W przeciwnym zaś razie, gdy będą skutecznie przeróbki bynajmniej nie proste, a więc długotrwałe, wystarczy czasu do napełnienia transformatora stosownym olejem.

Twierdzenie zatem Dr. Namysłowskiego traci znacznie argumentu, jakie mu się starał nadać. Również nie jest przekonywujące twierdzenie, że zagraniczni wytwórcy transformatorów mogą się uchylić od udzielenia gwarancji fabrycznych, jeżeli zostaną ustalone u nas dwa rodzaje olejów. Najbardziej rozpowszechnione co do mocy transformatory są wyrabiane w kraju. Podobno fabryka BBC już szereg lat temu wstecz budowała je do mocy 800 kVA; P.T.E. również dawno przekroczyło w budowie moce 1000 kVA; P. Z. Skody buduje je tej samej mocy, a wreszcie nawet mniejsze wytwórnie polskie, (przytoczymy tu np. „Elektrobudowę” w Łodzi) podejmują się wykonywania transformatorów o mocy 1250 kVA! W obecnym stanie naszego przemysłu elektrotechnicznego, mogącego jak to widzimy pokrywać najważniejsze zapotrzebowania rynku krajowego, dostawy zagraniczne na transformatory winny być brane tylko wtedy pod uwagę, gdy chodzi o jednostki wielkie, na które zapotrzebowanie jest odpowiednio mniejsze.

Jest to zgodne z interesami rodzimego przemysłu elektrotechnicznego. Co zaś do trudności przy takich dostawach zagranicznych, każdorazowo traktowanych indywidualnie, to czy nasi nabywcy transformatorów spotykali trudności z powodu olejów?

J. Gryff - Chamski.

## PRZEMYSŁ I HANDEL.

### Przywóz do Polski artykułów elektrotechnicznych w kwietniu 1932 r.

W kwietniu r. b. sprowadzono maszyn elektr. 23 t za 263 tys. zł., wobec 13 t wartości 165 tys. w marcu b. r. i 210 t wartości 1812 tys. zł. w kwietniu 1931. Import maszyn elektr. w tym miesiącu wykazał zatem wzrost o 77% co do wagi i 59,5% co do wartości w porównaniu z marcem. Przywóz przyrządów, przewodników i innych materiałów elektrycznych przedstawiał się jak następuje: kwiecień 1932 — 190 t za 2 183 tys. zł., czyli o 7,9% mniej co do wagi, a o 26,5% więcej co do wartości w porównaniu z marcem b. r. Przywóz tych dwóch kategorii wyrobów łącznie wynosił w kwietniu 213 t (— 2,3% niż w marcu) za zł. 2 446 tys. (+ 29,4% niż w marcu).

Tak więc już drugi miesiąc mamy do czynienia z znacznym jak na nasze stosunki wzrostem przywozu w zakresie elektrotechniki (p. zeszyt 10 Przeglądu), a mianowicie:

Marzec 1932 + 54,5% wagi i + 10,85% wart. w porównaniu z lutym.

Kwiecień 1932 — 2,3% wagi + 2,4% wart. w porównaniu z marcem, czyli, od lutego do kwietnia b. r. przywóz zwiększył się o 32,4% swojej wartości.

Oczywiście wniosków ogólnych wyciągać nie można z tak krótkiego przeciągu czasu; wzrost omawiany może być przypadkowy i przemijający. Następnym miesiącem wykażą, jakie będą dalsze fazy rozwojowe tego bądź co bądź ważnego dla naszego przemysłu elektrotechnicznego zjawiska.

### Stan zatrudnienia w marcu 1932 r.

W przemyśle elektrotechnicznym zajętych było 3387 robotników w 40 zakładach czynnych, zatrudniających 20 lub więcej pracowników, wobec 3 440 w lutym b. r. i 4 234 w marcu ub. roku. Przepracowano 135 058 robotniko-go-

dzin tygodniowo, t. j. o 2,14% mniej, niż w miesiącu ubiegłym, a o 29,6% mniej, niż w marcu 1931 r.

Stan zamówień wykazał pewne pogorszenie, gdyż wyraził się cyfrą względną 144,1 wobec 152,4 w ub. miesiącu i 167,1 w marcu 1931 roku.

Przeciętny czas zajęcia robotnika zmniejszył się również, gdyż wynosił tygodniowo 41,4 godzin, wobec 41,9 godzin w lutym b. r. i 43,8 w marcu 1931 r. Pod względem wyzyskania czasu pracy, przemysł elektrotechniczny stoi na 9-tym miejscu poza cementowniami, cegielniami, hutami szkła, fabrykami porcelany, przemysłem naftowym, papierniczym, garbarskim i młynarskim.

#### Udział poszczególnych państw w przywozie artykułów elektrotechnicznych w r. 1931.

Refleksje, nasuwające się przy przeglądaniu pozycji naszego handlu zagranicznego, są niezmiernie pouczające. Pierwszem i najsilniejszym wrazeniem jest dysproporcja pomiędzy przywozem i wywozem artykułów przemysłowych, dowodząca, że sąsiedzi nasi pamiętają o nas daleko lepiej i obsługują nas staranniej, niż my sami. Nie byłoby w tem nic dziwnego, gdyby chodziło o artykuły, wogóle niewyrobiane w kraju, wymagające surowców zagranicznych lub ochraniające specjalnymi patentami i to z pewnym zastrzeżeniem, gdyż niewątpliwie w pewnych wypadkach opłacałoby się sprowadzać surowiec z zagranicy dla dalszej produkcji u nas i nabywać licencje patentowe. Ale co powiedzieć o całym szeregu artykułów, które mogą być doskonale produkowane w fabrykach krajowych, posiadających dostateczne wyposażenie techniczne i doświadczenie i mogących zaopatrzyć cały rynek miejscowy danej branży, gdy tymczasem import tych produktów wynosi setki i tysiące ton i pochłania wiele milionów złotych, wywożonych z kraju? Ten „eksport pieniędzy” nie daje się oczywiście wytłumaczyć ani rzekomą wyższością produkcji zagranicznej, ani stwierdzonym zresztą naszym upodobaniem do wszystkiego, co zagraniczne. Napewno głównie rozstrzygającą w tych sprawach względy ekonomiczne, czyli tańsze ceny wyrobów obcych.

Te „nożyce” muszą być jednak szeroko otwarte, jeżeli koszty celne, manipulacyjne, spedycyjne, transport itd. nie wystarczają do ich zamknięcia. Produujemy widocznie zadrogo, nie poświęcamy dostatecznej uwagi reklamie i akwizycji. Kartele i syndykaty w wielu wypadkach idą na rękę zagranicznych dostawców, podnosząc ceny w fabrykach zrzeszonych, zamiast zwalczać import zagraniczny. Nie pomogą w tym stanie rzeczy zakazy wywozu, reglamentacji i kontyngenty, jak tego dowodzi fakt, że właśnie po zaostrożeniu warunków wwozu sprowadziliśmy z zagranicy w marcu b. r. o 54,5% co do wagi, a o 10,85% co do wartości więcej artykułów elektrotechnicznych, niż w lutym, w kwietniu zaś wprawdzie o 5 t mniej, zato o 556 tys. złotych więcej, niż w marcu.

Przemysł elektrotechniczny nie stanowi wyjątku w odniesieniu do zjawisk ogólnych, wymienionych powyżej. Pomiędzy sprowadzanymi artykułami znajdujemy surowce, których nie posiadamy w kraju (miedź, kauczuk, mika, cyna), ale też równocześnie gotowy drut z miedzi elektrolitycznej, prądnice i silniki różnych kategorii, odkurzacze,

wentylatory, akumulatory, transformatory, oporniki, kondensatory, odgromniki, bezpieczniki paskowe i rurkowe, wyłączniki i przełączniki drążkowe, ogniwa i baterje, aparaty telefoniczne, radjowe, dzwonki elektryczne, przyrządy grzejne, wyroby z węgla i wiele innych. Wymienione artykuły w olbrzymiej większości są wyrabiane w naszych fabrykach, uskarżających się na zastój i brak zbytu. Rozumiemy dobrze, że rozwój produkcji krajowej i zwalczanie importu nie jest rzeczą łatwą, zwłaszcza wobec niedostatecznej często ochrony celnej i stosowania przez zagranicę wiadomych metod protekcyjnych, że wymaga kapitału, o który coraz trudniej, ale wzrost wwozu, który pomimo obostrzeń obserwujemy od dwóch miesięcy, powinien zwrócić naszą uwagę i skłonić do wyzyskania wszystkich możliwości w celu przynajmniej częściowego przerzucenia go na produkcję krajową. Charakterystyczne jest przytem, że największy udział w naszym wwozie artykułów elektrotechnicznych posiada to państwo, z którym jesteśmy od siedmiu lat w stanie wojny celnej.

Załączona tablica wskazuje, jaki był udział poszczególnych państw w naszym przywozie artykułów elektrotechnicznych w roku 1931:

Państwa	Waga q	Wartość 1000/zł.	% wagi ogólnej	% wartości ogólnej
Anglja . . . . .	12620	6074	15,2	8,9
Niemcy . . . . .	46062	30879	55,5	45,3
U. S. A. . . . .	4463	928	5,4	1,3
Austrja . . . . .	1981	3402	2,4	5,0
Francja . . . . .	5411	3905	6,5	5,7
Czechosłowacja . . . . .	3509	2176	4,2	3,2
Szwajcaria . . . . .	2296	4193	2,8	6,1
Szwecja . . . . .	3773	10314	4,5	15,0
Belgia . . . . .	1412	628	1,7	0,9
Holandja . . . . .	958	4019	1,2	6,0
Węgry . . . . .	546	1781	0,6	2,6
	83031	68300	100,0	100,0

q = kwintal = 100 kg.

Udział Niemiec jest zatem największy, zmniejszył się jednak co do wartości o 5% w stosunku do niedawnych czasów. Sześć siódmych miedzi elektrolitycznej dostarczają w równych ilościach Anglja i Niemcy, 1/7 — U. S. A. Prawie wyłączny monopol na drut miedziany posiadają Niemcy. Prądnice i silników dostarczają głównie Niemcy, jednak artykułów tych o wadze powyżej 3000 kg dostarczyła Francja tyle, ile wszystkie inne państwa razem. Zespołami turbo - elektrycznymi podzieliły się Niemcy i Czechosłowacja po połowie. Dostawcą odkurzaczy jest Szwecja, 12% pochodzi z Niemiec. Francja dostarczyła maszyn specjalnie niewymienionych tyleż, co wszystkie inne państwa razem. Nakoniec 65% przyrządów, przewodników i innych materiałów elektr. przywieziono z Niemiec. Jednak oporniki, rozruszniki i regulatory dostarcza Belgja narówni z Niemcami, kondensatory głównie Czechosłowacja, najwięcej tablic rozdzielczych pochodzi z Anglji, latorów z Czechosłowacji, sznur płaski do lamp dostarcza wyłącznie Szwecja, a wyrobów z porcelany głównie Czechosłowacja, 15% zaś Niemcy.

L. J.

**Nowość w technice oświetlenia!**



3901

Lampa  
do  
opuszczania  
zapewniająca  
**OŚWIETLENIE:**

silne  
nierzące  
ekonomiczne  
higieniczne

Wykonanie solidne.

Wygląd estetyczny.

Cena  
zł. 32.50.



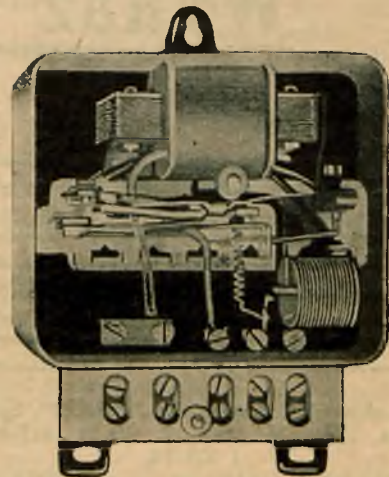
3902

**A. MARCINIAK S. A.**

Warszawa, Wronia 23.

SPRZEDAŻ DETALICZNA: ZŁOTA 49.

**N. JACOBSEN'S ELEKTRISKE VERKSTED A/S**  
**OGRANICZNIKI PRĄDU**



**Z PRZEKAŹNIKIEM CZASOWYM**

umożliwiającym włączanie małych silników  
do 380 V. (prąd stały i zmienny) i do 35,0 A.

**NAJBARDZIEJ GODNE ZAUFANIA**



Przedstawicielstwo:

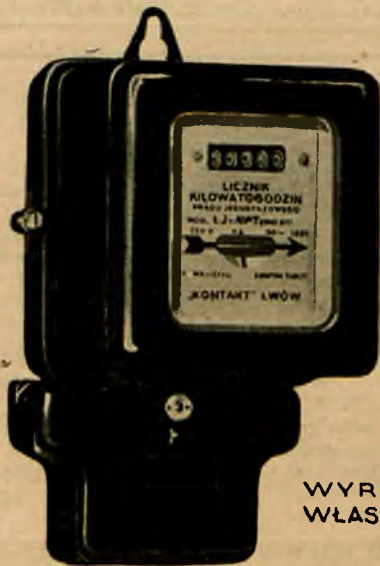
POLSKO-NORWESKI DOM HANDLOWY

Christian Fredrik Berg, Sp. z o. o.

Warszawa, Wierzbowa 8

Telefon 225-08.

**LICZNIKI**  
**JEDNOFAZOWE TYP RPT. 3,9**  
W OKAPTURZENIU BAKELITOWEM  
WYKONANIE PRAWNIE STRZEŻONE



WYRÓB  
WŁASNY

**"KONTAKT"**

TOWARZYSTWO ELEKTRYCZNE SPÓŁKA Z O.P.  
LWÓW

**POLSKIE TOWARZYSTWO**  
**AKUMULATOROWE S. A.**

Błaża k. Bielska

Wytwarza  
doskonale

**AKUMULATORY**

RADJOWE

SAMOCHODOWE

TELEFONICZNE

DLA OŚWIETLENIA

WAGONÓW

DLA WÓZKÓW

AKUMULATOROWYCH

STACYJNE DLA ŚWIATŁA I SIŁY

DLA WSZELKICH CEŁÓW

# Wykaz źródeł zakupu

## AKUMULATORY.

**EKA** — Fabryka Akumulatorów, Spółka z ogr. odp.  
Lwów, ul. Kopernika 18, tel. 54-17, 29-18.

Polskie Tow. Akumulatorowe „PETEA” S. A.  
Fabryka i biura główne: Biała k. Bielska.

**Z. A. T.**  
Zakłady akumulatorowe syst. „TUDOR”, Sp. Akc.  
Warszawa, Złota Nr. 35, tel. 404-94, 617-45, 329-46  
i 721-74.  
Oddziały: Bydgoszcz, ul. Śląska 13, tel. 13-77.  
Katowice, Ś-go Pawła 6, tel. 26-50.  
Lwów, Nabelaka 21, tel. 52-35.  
Poznań, ul. Mostowa 4 tel. 11-67.

## APARATY ELEKTRYCZNE.

„Bezet” Sp. Akc. (patrz niżej dział: „Maszyny elektr.”).  
„Era”, Polskie Zakłady Elektrotechniczne, S. A.  
Zarząd i Fabryka Włochy pod Warszawą,  
tel. 239-50 i 430-95.  
Fabryka Aparatów Elektrycznych S. Kleiman i S-owie,  
Warszawa, Okopowa 19, tel. 734-26 i 683-77.

## ARMATURY KABLOWE (KONCÓWKI, ZŁĄCZA I MASA KABLOWA).

Fabryka Aparatów Elektrycznych S. Kleiman i S-owie,  
Warszawa, Okopowa 19, tel. 734-26 i 683-77.  
Fabryka Kabli, Sp. Akc. Kraków — Płaszów, tel. 15 270.  
Polskie Fabryki Kabli i Walcownie Miedzi, Spółka  
Akcyjna, Ożarów, woj. Warszawskie,  
tel. I Podmiejska Nr. 16.

## BIURA I ZAKŁADY ELEKTROTECHNICZNE

Inż. J. BOYE i S-ka, Zakłady Elektrotechniczne,  
Sp. z ogr. odp., Warszawa, Chłodna 19, tel. 698-86.  
Szenic i Płatek — Warszawa, Zielna 3. Tel. 785-77.

## CHŁODNIE KOMINOWE I TĘŻNIOWE.

Balcke i S-ka, Budowa Kondensacji i Chłodnic Komino-  
wych, Sp. z ogr. por. Katowice, 3-go maja 25, tel. 8-64.  
Adam Slucki i Synowie, Inżynierowie, Warszawa,  
ul. Królewska 27, tel. 741-38.

## DRUT MIEDZIANY I KRZEMO - BRONZOWY.

Fabryka Kabli, Sp. Akc. Kraków — Płaszów, tel. 15 270.  
Polskie Fabryki Kabli i Walcownie Miedzi, Spółka  
Akcyjna, Ożarów, woj. Warszawskie,  
tel. I Podmiejska Nr. 16.

## ELEKTROWIERTARKI I SZLIFIERKI.

„DEA” Antoni Dąbrowski (wytłórnia krajowa).  
Warszawa, ul. Tamka 45-a, tel. 725.21.

## GRZEJNIKI (APARATY NAGRZEWAJNE).

Bracia Borkowscy Zakł. Elektr. Sp. Akc. (fabr.)  
Warszawa, Jerozolimska 6, tel. 642-79.  
„Kontakt” Tow. Elektryczne, Sp. z o. o. (Fabryka) Lwów  
telef. 580, 4213, 8021.  
„Zakł. Elektr. Elektrotermja” — Nowy Świat 61, tel.  
747-08.

## IMPREGNACJA DRZEWA.

Polska Kobra, Impregnacja Drzewa, Sp. z o. o.  
Warszawa, Marszałkowska 94, tel. 769.94.

## IZOLATORY.

„Norden” Polsko-Duńskie Towarzystwo Izolatorów  
Warszawa, Okopowa 19, tel. 683-77 i 734-26

## KABLE.

Fabryka Kabli, Sp. Akc. Kraków — Płaszów, tel. 15 270.  
„Kabel Polski” Bydgoszcz, Fordońska 106, tel. 1007.  
Polskie Fabryki Kabli i Walcownie Miedzi, Spółka  
Akcyjna, Ożarów, woj. Warszawskie,  
tel. I Podmiejska Nr. 16.

## KABLOWE KONCÓWKI, ZŁĄCZA I MASA KABLOWA

Fabryka Aparatów Elektrycznych S. Kleiman i S-owie,  
Warszawa, Okopowa 19, tel. 734-26 i 683-77.  
Fabryka Kabli S. A. Kraków, skrytka 273, tel. 15 270.

## KWAS SIARKOWY DO AKUMULATORÓW.

Polskie Tow. Akumulatorowe „PETEA” S. A.  
Fabryka i biura główne: Biała k. Bielska.

**Z. A. T.**  
Zakłady akumulatorowe syst. „TUDOR”, Sp. Akc.  
Warszawa, Złota Nr. 35, tel. 404-94, 617-45, 329-46  
i 721-74.  
Oddziały: Bydgoszcz, ul. Śląska 13, tel. 13-77.  
Katowice, Ś-go Pawła 6, tel. 26-50.  
Lwów, Nabelaka 21, tel. 52-35.  
Poznań, ul. Mostowa 4, tel. 11-67.

## LAMPY.

Bracia Borkowscy, Zakł. Elektr. Sp. Akc. (fabr.)  
Warszawa, Jerozolimska 6, tel. 642-79  
A. Marciniak, S. A. (fabr.) Warszawa.  
Zarząd i fabryka, ul. Wronia 23, tel. 795-08 i 792-02.  
Wzorownia, ul. Złota 49, tel. 260-06 i 260-76.  
Nowik i Serejski, (fabr.) — Warszawa, Elektoralna 20,  
tel. 670-89.

## LICZNIKI ENERGJI ELEKTRYCZNEJ.

„Kontakt” Tow. Elektryczne, Sp. z o. o. (Fabryka) Lwów  
telef. 580, 4213, 8021.

## MASY IZOLACYJNE.

A. Willenz i S-ka, Spółka z ogr. odp. Fabryka Chemiczna, Dziedzice, Śląsk.

## MASY IZOLACYJNE DO WYLEWANIA ARMATUR KABLOWYCH, OGNIW AKUMULATOROWYCH, BATERYJ i t. p.

Fabryka Kabli, Sp. Akc. Kraków — Płaszów, tel. 15-270.

## MASZYNY ELEKTRYCZNE (SILNIKI, PRĄDNICE, PRZETWORNICZCE).

Tow. Elektryczne „BEZET” Sp. Akc. w Warszawie  
Fabryka własna maszyn elektrycznych  
Generalne Przedstawicielstwo na Polskę i W.M. Gdańsk  
Ateliers de Constr. Electriques de Charleroi (ACEC)

Skierniewicka 7, tel. 274-49, 637-40, 637-41.

„Era”, Polskie Zakłady Elektrotechniczne, S. A.  
Zarząd i Fabryka Włochy pod Warszawą,  
tel. 239-50 i 430-95.  
Georg Schwabe. Najstarsza w Kraju Fabryka Silników.  
Bielsko-Śląsk, telef. Bielsko 2828.

## MATERJALY INSTALACYJNE.

Bracia Borkowscy, Zakł. Elektr., Sp. Akc. (fabr.),  
Warszawa, Jerozolimska 6, telef. 642-79.  
„Kontakt” Tow. Elektryczne, Sp. z o. o. (Fabryka) Lwów,  
telef. 580, 4213, 8021.

## MATERJALY PRASOWANE DLA CEŁÓW ELEKTRO- I RADJOTECHNICZNYCH.

Fabryka Kabli, Sp. Akc. Kraków — Płaszów, tel. 15-270.

## MIEDZ ELEKTROLITYCZNA.

Polskie Fabryki Kabli i Walcownie Miedzi, Spółka  
tei. I Podmiejska Nr. 16.  
Akcyjna, Ożarów, woj. Warszawskie,  
„Woltar” Sp. Akc. — Warszawa, Królewska 27.  
Tel. 277-89, 720-35 i 777-68.

## NAPRAWA I PRZEWIJANIE MASZYN ELEKTRYCZNYCH.

Inż. J. BOYE i S-ka, Zakłady Elektrotechniczne,  
Sp. z ogr. odp., Warszawa, Chłodna 19, tel. 698-86.

## OGRANICZNIKI PRĄDU.

N. Jacobsens Elektriske Verksted A/S.  
Przedstaw.: „Polsko-Norweski D/H. Chr. F. Berg  
Sp. z o. o., Warszawa, Wierzbowa 8, tel. 225-08.

## OPORNIKI.

Fabryka Aparatów Elektrycznych S. Kleiman i S-owie,  
Warszawa, Okopowa 19, tel. 734-26 i 683-77.

## OPORNIKI SUWAKOWE

Inż. Edmund Romer, Zakład Pomocy Naukowych,  
Lwów 14, tel. 78-37.

## OGRZEWACZE ELEKTRYCZNE.

Bracia Borkowscy, Zakł. Elektr. Sp. Akc. (fabr.)  
Warszawa, Jerozolimska 6, tel. 642-79.  
„Zakł. Elektr. Elektrotermja” — Nowy Świat 61, tel.  
747-08.

## OLEJE TURBINOWE, TRANSFORMATOROWE I WYŁĄCZNIKOWE.

„KARPATY”  
Srzedaż Produktów Naftowych  
Sp. z ogr. por.  
Centrala Lwów, ul. Batorego 26.

## PALENISKA NA MIAŁ WĘGLOWY.

Adam Stucki i Synowie, Inżynierowie, Warszawa,  
ul. Królewska 27, tel. 741-38.

## PASY PĘDNE.

WINNER I. P. Inż. Warszawa Marszałkowska 12.  
tel. 8-10-77.

## PATENTY.

Czempiółski i Skrzypkowski, Inżynierowie  
Warszawa, Krucza 43, tel. 8-25-70.  
Adres teleg.: „Warszawa — Prawo”.

I. Myszczyński, rzecznik patentowy  
Warszawa, ul. Hoża 50 m. 45, tel. 9-59-10  
adr. teleg.: „Warszawa, Patent”.

## PRZEWODNIKI.

„CENTROPRZEWÓD”  
Warszawa, Marszałkowska 87. Tel. 9-42-87, 9-42-85

Fabryka Kabli, Sp. Akc. Kraków — Płaszów, tel. 15 270.  
„Kabel Polski” Bydgoszcz, Fordońska 106, tel. 1007.  
Polskie Fabryki Kabli i Walcownie Miedzi, Spółka  
Akcyjna, Ożarów, woj. Warszawskie,  
tel. I Podmiejska Nr. 16.

## PRZYRZĄDY POMIAROWE ELEKTROTECHNICZNE.

„Era”, Polskie Zakłady Elektrotechniczne, S. A.  
Zarząd i Fabryka Włochy pod Warszawą,  
tel. 239-50 i 430-95.  
„Elektroprodukt” — Warszawa, Nowy Świat 5, tel. 9-68-86.

„POLAM” — Warszawa Hoża 36, tel. 9-27-64.

## RADJOAPARATY I CZĘŚCI SKŁADOWE.

„Kontakt” Tow. Elektryczne, Sp. z o. o. (Fabryka) Lwów  
telef. 580, 4213, 8021.  
„Natawis”, Warszawa, Królewska 25, tel. 508-46.  
„Lódź, Piotrkowska Nr. 152, tel. 42-20  
Kraków, Starowiślna Nr. 17, tel. 10-64.  
Polskie Zakłady Radjotechniczne Sp. z ogr. odp. —  
Warszawa, Zielna 7, tel. 303-00.

## RURY IZOLACYJNE I PRZYBORY DO RUR.

Centralne Biuro Sprzedaży Rur Izolacyjnych  
Warszawa, ul. Moniuszki 9, tel. 419-15 i 682-47.

„Kontakt“, Tow. Elektr. S-ka z ogr. por., Lwów  
(Fabryka pozasyndykatoowa) tel. 5-80, 42-13, 95-60, 80-21.

## SILNIKI ELEKTRYCZNE.

(patrz dział „Maszyny elektr.“).

## SZCZOTKI WĘGLOWE DO MASZYN ELEKTROT. I KINEMATOGRAFICZNE.

„Elektroprodukt“—Warszawa, Nowy Świat 5, tel. 9-68-86.

## URZĄDZENIA DO OCZYSZCZANIA WODY. ZASILAJĄCEJ KOTŁY.

Balcke i S-ka, Budowa Kondensacji i Chłodnic Komino-  
wych, Sp. z ogr. por. Katowice, 3-go maja 25, tel. 8-64.

## WENTYLATORY.

„Era“, Polskie Zakłady Elektrotechniczne, S. A.  
Zarząd i Fabryka Włochy pod Warszawą,  
tel. 239-50 i 430-95.

Ercole Marelli et Co, S. A., Milano

Jeneralne zastępstwo na Polskę:

„Woltar“ Sp. Akc. — Warszawa, Królewska 27.  
Tel. 277-89, 720-35 i 777-68.

FEILCHENFELD ADAM, inż.  
Warszawa, Zielna 11, tel. 727-01.

## ŻYRANDOLE.

Bracia Borkowscy, Zakł. Elektr. Sp. Akc. (fabr.)  
Warszawa, Jerozolimska 6, tel. 642-79.

A. Marciniak, S. A. (fabr.) Warszawa.

Zarząd i fabryka, ul. Wronia 23, tel. 795-08 i 792-02.

Wzorownia, ul. Złota 49, tel. 260-06 i 260-76.

Nowik i Serejski, (fabr.) — Warszawa, Elektoralna 20,  
telefon 670-89.

## LOKOMOBILĘ 500 - konną

WOLFA, 15 atm., z podwójnym prze-  
grzaniem i z kondensacją, w znakomitym  
stanie i z gwarancją zużycia pary

## GENERATOR ELEKTRYCZNY 325 kVA

bardzo tanio do sprzedania razem lub  
oddzielnie.

Zgłoszenia: telefonicznie 741-38 w Warszawie, lub  
pod „500 koni“ do „Przeglądu Elektrotechnicznego“  
Warszawa, ul. Czackiego 5.

FABRYKA CHEMICZNA

## A. WILLENZ i S-KA

SPÓŁKA Z OGR. ODP.

**Dziedzice**

### AWIZOL KB 20

masa izolacyjna  
do zalewania  
muf kablowych  
dla napięć  
do 170 000 woltów



## T. R. E.

Towarzystwo Robót Elektrycznych  
Sp. z ogr. odp.

**WARSZAWA**

Smolna 19, telefon 220-40

**projektuje i wykonywa**

**W S Z E L K I E  
I N S T A L A C J E  
E L E K T R Y C Z N E**

Wytwórnia aparatów elektrycznych

## „DEA“

**ANTONI DĄBROWSKI**

w Warszawie. Biuro Tamka 45a, tel. 725-21

Poleca:

Wiertarki i szlifierki elektryczne: ręczne,  
suportowe, z wałami giętkimi. Aparaty  
do czyszczenia kamienia w rurach kotł-  
owych. Aparaty z regulacją obrotów do  
nastawiania dynamo i magneto samocho-  
dowych.

Wszystkie aparaty „DEA“ posiadają sil-  
niki krótkozwarte, oraz w szlifierkach  
suportowych hermetycznie zamknięte.

Popierajcie wyroby krajowe. Żądajcie prospektów i ofert.

**Inżynier dyplomowany** 7 lat pierwszorząd-  
nej praktyki (5 l. budowa i projekt. zakł. wodno-elekt.  
w kraju i zagranicą). Budown. podziem. i naziem.: żel-  
bet, mosty; kierown. robót. Języki obce. Pierwszorzędne  
referencje. Od 2 lat zagranicą — wróci do kraju.

Łaskawe oferty pod „Elektryfikacja“ do Administracji  
„Przeglądu Technicznego“ w Warszawie, Czackiego 3/5

**CZAS**

**OPLACIĆ**

**PRENUMERATĘ**