

# PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN STOWARZYSZENIA ELEKTROTECHNIKÓW POLSKICH.

WYCHODZI 1-go i 15-go KAŻDEGO MIESIĄCA.

<b>PRZEDPŁATA:</b> kwartalnie . . . . . zł. 6.—  Cena zeszytu 1 zł.	Biuro Redakcji i Administracji: Warszawa, Czackiego № 5 m 24, I piętro (Gmach Stowarzyszenia Techników), telefon № 90-23.  Administracja otwarta codziennie od g. 12 do g. 4 po poł.  - Redaktor przyjmuje we wtorki od godziny 7-ej do 8-ej wieczorem. -  Konto № 363 Pocztovej Kasy Oszczędności.	<b>CENNIK OGŁOSZEŃ:</b> Ogłoszenia jednoraz. na 1/1 str. zł. 120 " " " na 1/2 " " 75 " " " na 1/4 " " 40 " " " na 1/8 " " 20 Strona tytułowa (I) 50 proc. drożej, " okładki zewn. (II) 20% " " " " wewn. (III) i (IV) 20% droż. Ogłoszenia strony tytułowej przyjmowane są tylko całostronicowe. Podwyżka cennika ogłoszeń obowiązuje wszystkie już zlecone ogłoszenia od dnia zmiany cen bez uprzedniego zawiadom.
--	--	---

Rok VII.

Warszawa, 15 sierpnia 1925 r.

Zeszyt 16.

## Materiały izolacyjne.

Prof. K. Drewnowski.

### A. Materiały izolacyjne lotne. Powietrze.

Z ciał lotnych, które mogą mieć praktyczne znaczenie w elektrotechnice jako materiały izolacyjne, najważniejszą rolę odgrywa powietrze. Występuje ono jako naturalny izolator wszędzie tam, gdzie nie zachodzi potrzeba innego bezpośredniego odizolowania części metalowych, znajdujących się pod napięciem (np. przy przewodach napowietrznych poza miejscami umocowania). Jego własności izolacyjne mogą być jednak także specjalnie wyzyskane przy niektórych konstrukcjach (izolatory przepustowe i t. d.). Dokładna zatem znajomość własności izolacyjnych powietrza, a głównie jego wytrzymałości, jest niezbędna we wszystkich prawie przypadkach, kiedy mamy do czynienia z wysokim napięciem.

Badanie zjawisk, zachodzących w powietrzu pod wpływem pola elektrycznego i praw temi zjawiskami rządzących, należy właściwie do fizyki; tutaj zajmujemy się tą sprawą ogólnie, zatrzymując się zato dłużej na praktycznej stronie zagadnienia w zastosowaniu do wysokich napięć przemysłowych. Najwięcej obchodzi nas elektryczna wytrzymałość powietrza przy rozmaitej postaci układów i w rozmaitych warunkach, oraz sposoby mierzenia tej wytrzymałości. Naprzód jednak musimy ustalić określenia zjawisk, zachodzących pod wpływem wysokiego napięcia w powietrzu.

#### 1. Wyładowania elektryczne w powietrzu.

Jakkolwiek powietrze w normalnych warunkach jest dobrym izolatorem, to jednak izolatorem doskonałym nie jest. Przewodzi ono zawsze w mniejszym lub większym stopniu t. zn. że pod wpływem napięcia panującego między elektrodami zawsze płynie przez dielektryk (powietrze) większy lub mniejszy prąd.

Prąd elektryczny w gazie związany jest z ruchem cząstek gazu, naładowanych dodatnio lub ujemnie, które, ile możności, dążą w kierunku pola elektrycznego (mówiąc popularnie „wzdłuż linii pola”) do bieguna przeciwnego. Przy tym ruchu napotykają one inne cząsteczki gazu, o które się uderzają i przez to tracą na prędkości; ostatecznie prędkość ich jest mniej więcej proporcjonalna do natężenia pola w danym miejscu.

Jonizacja powietrza następuje albo skutkiem zewnętrznych czynników jonizacyjnych (jonizatorów), jak promienie pozajądłowe, rentgenowskie, radioaktywne, rozżarzone cząstki ciała i t. d., które rozkładają obojętne cząsteczki na jony, — i wtedy nazywamy ją niesamodzielną, albo też powodują ją swobodne jony, będące zawsze, choć w drobnej ilości, w powietrzu, które pod wpływem dostatecznie dużego natężenia pola nabierają stosunkowo dużej prędkości, uderzają o cząsteczki obojętne i rozbijają je na jony, — taka jonizacja nazywa się samodzielną czyli bodźczą.

Jeżeli natężenie pola jest dostatecznie duże, to zjawisko powstawania nowych swobodnych jonów skutkiem ciągłego ich uderzenia o cząsteczki gazu, potęguje się lawinowo, a powietrze traci zdolności izolacyjne, stając się stosunkowo dobrym przewodnikiem, i wreszcie może nastąpić zupełny zanik izolacyjności skutkiem wytworzenia niejako kanału przewodzącego między elektrodami w postaci iskry lub łuku elektrycznego, a więc zwarcie elektrod.

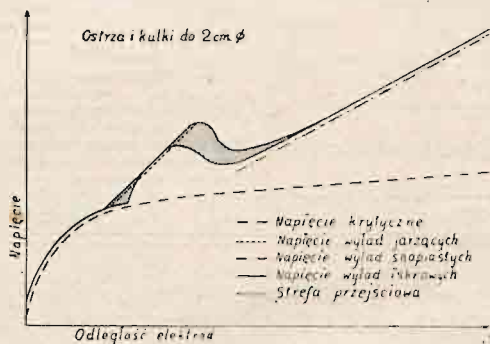
Do wytworzenia tych zjawisk potrzebna jest zatem jonizacja powietrza oraz pewna minimalna prędkość jonów, a przeto dostatecznie duże natężenie pola, a więc i napięcie, przyłożone do elektrod. Z licznych badań wynika jednak, że na wywołanie zjawiska gwałtownego wyładowania między elektrodami wpływa nie tylko bezwzględna wysokość napięcia tam panującego, lecz w bardzo dużym stopniu także i kształt tych elektrod, a przez to i układ pola.

Postać wyładowań. Zależnie od kształtu i odstępów elektrod wyładowania mogą przybrać różną postać w miarę zwiększania napięcia. Wyładowanie może być zupełne, jeżeli następuje zwarcie między elektrodami w postaci iskry lub łuku elektrycznego, — jest to wyładowanie iskrowe lub łukowe, — przy czym wyładowaniu iskrowemu towarzyszy charakterystyczny trzask, a łukowemu huczenie. Jeżeli do zupełnego zwarcia nie dojdzie, to wyładowanie będzie niezupełne; wtedy przybiera ono postać jarzenia się elektrod, z których, o ile napięcie jeszcze się zwiększy lub o ile na nich znajdują się ostre występy, — wyskakują snopy iskier, — mówimy wtedy o wyładowaniu jarzącym lub snopiastym.

W niektórych razach mogą te postacie wyładowań zjawiać się kolejno w miarę wzrostu napięcia. Np. przy małych elektrodach kulkowych i dosta-



tecnie dużym odstępem, zobaczymy przy pewnym napięciu wyładowanie jarzące, które przejdzie przy zwiększaniu napięcia w snopiaste, a wreszcie w iskrowe lub, gdy źródło prądu jest dostatecznie zasobne—w łukowe (Rys. 1). W innych razach znowu, np. przy elektrodach o dużym promieniu



Rys. 1.

krzywizny i przy niewielkim odstępem, zjawiają się odrazu wyładowania iskrowe wzgl. łukowe, bez innych postaci poprzedzających.

Napięcie, przy którym występuje pierwszy objaw wyładowania nazywa się napięciem krytycznym lub początkowym. Może ono wpadać w napięcie przebicia, przy którym następuje wyładowanie zupełne czyli przebicie, lub też poprzedzać je, a zatem wpadać w napięcie jarzenia lub wyładowań snopiastych. Natężenie pola odpowiadające napięciu krytycznemu, nazywamy natężeniem krytycznym i sprawia ono naprężenie krytyczne, które określa największą wartość naprężenia, do jakiego nie powinno się dopuścić, aby układ wytrzymał jeszcze panujące na nim napięcie. Napięcie krytyczne warunkuje zatem wytrzymałość układu, jakkolwiek przy nim do przebicia zupełnego może jeszcze nie dojść. W niektórych jednak razach układy mogą pracować—przynajmniej przejściowo—podczas wyładowań jarzących, a nawet snopiastych, bez widocznego uszczerbku dla ich wytrzymałości (zjawisko ulotu elektrycznego przewodów napowietrznych). Normalnie jednak o ile te wyładowania mogą nadpsuć izolację układu, nie należy do nich dopuszczać.

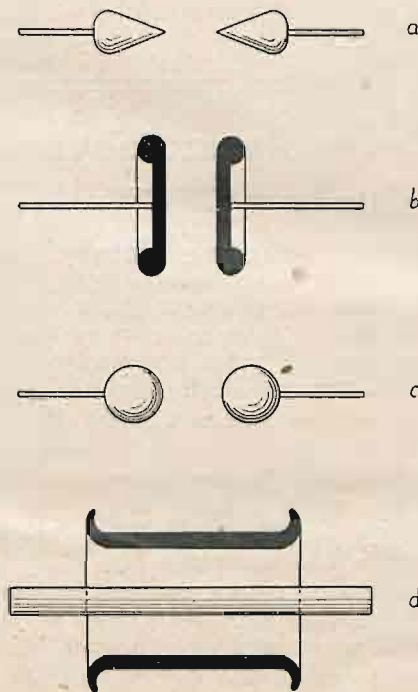
## 2. Napięcie krytyczne.

Chwilę występowania napięcia krytycznego przy wyładowaniu niepełnym naogół tylko z trudnością można dokładnie uchwycić i to wzrokiem lub także słuchem, jako słaby, suchy trzask. W niektórych przypadkach, np. przy elektrodach cylindrycznych spółośrodkowych, daje się ten trzask dosyć wyraźnie usłyszeć; pochodzi on z pierwszego gwałtownego rozrywania cząsteczki pod wpływem pola elektrycznego; na tej zasadzie zbudowane iskierniki pomiarowe dają dobre wyniki. Przy wyładowaniu zupełnym o ile występuje ono przy napięciu krytycznym, można względnie dokładnie określić wysokość tego napięcia; np. przy iskiernikach kulistych.

Wyznaczenie napięcia krytycznego jest szczególnie ważne przy badaniu wytrzymałości układów. Dla prądu zmiennego (mierzonego zwykle w wartościach skutecznych), przebicie jest zależne od wartości maksymalnej, która odpowiada naogół wysokości odpowiedniego napięcia prądu stałego. Najle-

piej zatem (przy badaniu wytrzymałości układu) podawać wartości napięcia krytycznego lub przebicia przy prądzie zmiennym w wartościach maksymalnych. Jest to wskazane zwłaszcza, gdy mamy do czynienia z odkształconą krzywą napięcia, co często występuje skutkiem dużych pojemności układu badanego.

Pomiar napięcia krytycznego uskutecznia się za pomocą iskierników pomiarowych o elektrodach kulistych, cylindrycznych, płaskich, rzadziej śpiczastych (Rys. 2.) Elektrody śpiczaste



Rys. 2.

(a) stosuje się według przepisów amerykańskiego Instytutu inżynierów elektryków do napięć poniżej 30 kV. Takie ograniczenie w stosowaniu tych elektrod jest stawiane ze względu na stapianie się ostrzy pod wpływem łuku przy wyższych napięciach, co powoduje przy pomiarach znaczne błędy. Zjawisko wyładowań jarzących i snopiastych, występujących przy tych elektrodach, wpływa także ujemnie na dokładność pomiarów.

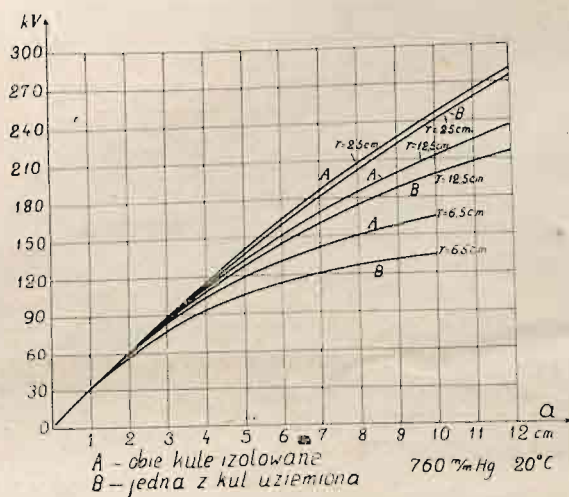
Elektrody płaskie (b) wykazują przy pomiarach pewne trudności w równoległym ustawieniu płaszczyzn oraz zakrzywienie pola na ich krańcach, co powoduje tam inne warunki pomiaru niż pośrodku. Mają jednak tę dużą zaletę, że przy nich odrazu występuje przebicie, napięcie przebicia wpada odrazu w napięcie krytyczne. Przy zastosowaniu pewnych środków ostrożności (lekką wypukłość płyt, łagodne zakrzywienie krawędzi) można za pomocą nich otrzymać dobre wyniki pomiarów.

Najdogodniejszym jest iskiernik o elektrodach kulistych (c), można go stosować przy wszelkich napięciach (zalecają go np. przepisy szwajcarskie). Używane tu kule w zależności od mierzonego napięcia, mają średnicę od paru do 1000 milimetrów. Napięcie krytyczne wpada odrazu w napięcie przebicia, o ile odległość jest mniejsza od dwu do trzechkrotnej średnicy.



W. Petersen stosuje iskiernik cylindryczny, składający się z cylindra i pręta wewnątrz niego, przesuwanego równoległe do osi cylindra ( $d$ ). Iskiernik ten pozwala, łatwiej niż inne, określić przebicie powietrza, bo suchy trzask, oznaczający napięcie początkowe wyładowań widzialnych, jest w nim wcześniejszy i wyraźniejszy. Napięcie początkowe nie jest jednak wtedy napięciem przebicia.

Ze względu na nierówny przebieg pola między rozmaitymi elektrodami należy zawsze, podając odległość przeskołu iskry w iskierniku pomiarowym, odpowiadającą pewnemu napięciu, zaznaczyć rodzaj elektrod, względnie ich promień krzywizny, gdyż dla tego samego odstępów otrzymujemy rozmaite wartości napięcia. Przebieg napięcia krytycznego w funkcji odległości elektrod, dla kul o różnych średnicach przedstawia (Rys. 3 \*).



Rys. 3.

Wpływy postronne. Napięcie krytyczne zależy nie tylko od kształtu i odstępów elektrod. Różne czynniki postronne mają na to napięcie większy lub mniejszy wpływ. I tak, nie jest obojętnym, czy elektrody, między którymi mierzymy panujące napięcie, są obie izolowane, czy też jedna z nich uziemiona; czy wreszcie środek transformatora zasilającego te elektrody jest uziemiony czy też nie.

Uziemienie środka uzwojenia górnego napięcia transformatora daje symetryczny podział napięcia względem ziemi, wtedy na elektrodach mamy jednakowe  $\pm \frac{1}{2} V$  względem ziemi. W przeciwnym razie napięcia te układają się nierównomiernie i zależne są od pojemności elektrod i przyległej części uzwojenia; przy małych jednak odstępach (mniejszych niż promień elektrody) nie daje się to odczuć. W razie uziemienia jednej elektrody otrzymuje się wartości napięcia krytycznego niższe, niż przy symetrycznym rozdziale napięcia np. przy kulach 12,5 cm i 10 cm przeskołu—197 kV wobec 213 kV.

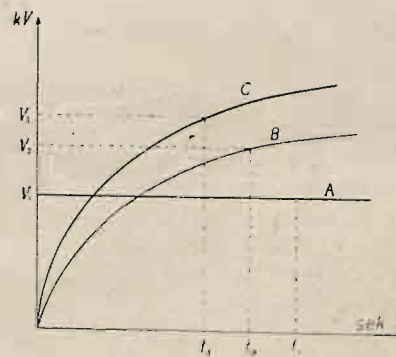
Temperatura ma wpływ na napięcie krytyczne, o ile przy tem zmienia się gęstość powietrza. Przy stałej prężności jest ono odwrotnie proporcjonalne do temperatury bezwzględnej. Prężność powietrza zwiększa napięcie krytyczne proporcjonalnie. Natomiast wilgotność w normalnych granicach nie ma

\*) Według F. W. Peeka

na nie prawie żadnego wpływu. Podobnie i częstotliwość w normalnych granicach. Pole wytworzone przez napięcia, panujące między elektrodami, jest bardzo czułe na obce pola, względnie obce ładunki. Przeważnie przyspieszają one wyładowania, t. zn. zmniejszają napięcie krytyczne.

Obce ładunki mają bardzo duży wpływ na usunięcie zjawiska opóźniania się wyładowania iskrowego. Łatwo bowiem można zauważyć, że między chwilą przyłożenia do elektrody napięcia odpowiadającego napięciu przebicia a chwilą samego przebicia, upływa pewien, stosunkowo długi, okres czasu (sekundy). W ciągu tego czasu można chwilowo, nawet znacznie (stosunkowo) zwiększyć napięcie ponad napięcie przebicia,—i mimo to, do przebicia od razu nie dojdzie. Wygląda to, jakby wytrzymałość powietrza przy naprężeniach krótkotrwałych była większa niż przy dłuższych trwających. Pochodzi to stąd, że do wytworzenia iskry potrzeba pewnego czasu, zanim powietrze zjonizuje się w dostatecznym stopniu.

Również i szybkość wzrastania napięcia na elektrodach ma wpływ na napięcie krytyczne. Jeżeli np. prosta A (Rys. 4) przedstawia wysokość



Rys. 4.

ustalonego napięcia przebicia, a czas od chwili przyłożenia tego napięcia do chwili przebicia jest  $t_1$ , to, jeżeli napięcie wzrosło według krzywej B, przebicie nastąpi po czasie  $t_2$  krótszym, i przy napięciu  $V_2$  wyższym od  $V_1$ . Podobnie będzie  $t_3 < t_2$ , a zato  $V_3 > V_2$ . Im prędzej napięcie przyłożone wzrosło tem napięcie krytyczne bywa większe, i tem prędzej następuje przebicie. Z tego wynika, że fale o dużej częstotliwości, lub fale uskokowe o stromym przebiegu czoła, wywołują przebicie przy wyższych wartościach napięcia krytycznego niż o częstotliwości normalnej.

Przy określaniu wartości napięcia przebicia trzeba więc zwrócić uwagę na przebieg krzywej napięcia, który charakterzuje t. zw. (według F. W. Peeka) stopień impulsu\*), równy stosunkowi napięcia krytycznego przy danej krzywej do tego napięcia przy krzywej normalnej. Zależnie od potrzeby można dążyć do dużego (izolatory) lub małego (ochronniki rozłkowe) stopnia impulsu.

Zjawisko opóźnienia się wyładowań może być osłabione lub usunięte przez sztuczne zjonizowanie przeskołu iskrowego za pomocą naświetlenia pro-

\*) Journ. A. I. E. E. 1920.



mieniami pozafiołkowymi, radioaktywnymi itp., często wystarczy zwykła lampa łukowa, płonąca w pobliżu iskiernika.

Na podstawie powyższego zjawiska przy wszelkich pomiarach czy doświadczeniach zaleca się utrzymywanie równomiernego i powolnego podwyższania napięcia, aby zbliżyć się do warunków ustalonych. Wtedy można się zadowolnić tylko poprawkami ze względu na temperaturę i ciśnienie barometryczne.

Normalne tablice napięcia krytycznego dla różnych elektrod są podawane dla ciśnienia 760 mm sł. Hg i 25° C (wzgl. 20° C). Wtedy napięcie krytyczne  $V$  przy temperaturze  $t^{\circ}C$  i ciśnienie  $b$  mm Hg będzie

$$V = \frac{b}{760} \cdot \frac{273 + 25}{273 + t} V_{(760 \text{ mm}, 25^{\circ})} = \frac{0,392 \cdot b}{273 + t} V_{(760 \text{ mm}, 25^{\circ})} \quad 1)$$

Zjawisko proporcjonalnego do prężności powietrza wzrostu napięcia przebicia można wyzyskać do otrzymania dużych wartości wytrzymałości powietrza. Np. powietrze o prężności 20 atmosfer ma wytrzymałość 20 razy większą od normalnego, przewyższa więc prawie wszystkie inne znane materiały izolacyjne. Ma to zastosowanie np. przy kondensatorach.

**3. Wytrzymałość powietrza przy różnych układach.**

Wytrzymałość powietrza, — którą określa się zwykle liczbą woltów, przypadających na centymetr grubości  $a$  warstwy powietrza, znajdującej się między elektrodami, pomiędzy którymi występuje napięcie krytyczne  $V_0$ , — nie jest wielkością stałą, gdyż właśnie to napięcie krytyczne zmienia się zależnie od kształtu elektrod i innych wpływów postronnych. Naprężenie krytyczne  $F_0$ , miarodajne dla wytrzymałości powietrza, również — jak poznaliśmy — zależy od tych warunków. O ile zatem  $\frac{V_0}{a}$  określi dostatecznie wytrzymałość danego układu o powietrznym dielektryku o tyle, aby z góry można było podać wartość napięcia krytycznego trzeba znać  $V_0 = f(V_0)$  dla danego układu. W niektórych przypadkach można oprzeć się na podstawie wzorów doświadczalnych.

Wytrzymałość powietrza jako takiego nie jest zatem wielkością, którąby można było wyrazić jako stałą materiału. Mówiąc przeto o wytrzymałości powietrza musimy zawsze zaznaczyć, do jakiego układu ona się odnosi, albo też zgodzić się z góry na pewien układ, o elektrodach określonego kształtu i określonej odległości.

Przy pomiarach wytrzymałości powietrza (względnie przy pomiarach napięcia krytycznego) używa się iskierników płaskich, cylindrycznych lub kulistych; stanowią one charakterystyczne układy powietrzne.

a) Układ o elektrodach płaskich. Elektrody płaskie, równoległe do siebie ułożono (Rys. 2-b) stanowią kondensator płaski powietrzny, w którego środku panuje pole jednostajne, a zatem występuje tam naprężenie jednakowe w każdym punkcie:  $F = \frac{V}{a}$ , jeżeli  $V$  oznacza napięcie przyłożone do elektrod, a  $a$  ich odstęp. (Ścisłe biorąc, naprężenie tuż przy powierzchni elektrody jest nieco

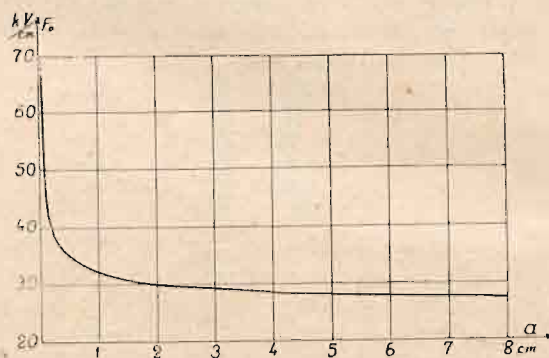
większe niż zdale od niej, a to wskutek specjalnego wpływu elektrod).

Naprężenie krytyczne takiego układu jest przeto;

$$F_0 = \frac{V_0}{a} \dots \dots \dots 2)$$

Znając więc napięcie krytyczne  $V_0$  dla odstepu  $a$ , można zawsze obliczyć  $F_0$  według powyższego wzoru. Naprężenie krytyczne ( $F_0$ ) nie jest jednak wielkością stałą, — zależy bowiem od odstepu elektrod ( $a$ ).

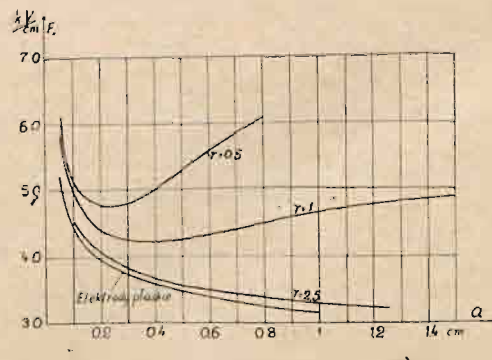
Przebieg naprężenia krytycznego  $F_0$  w V/cm w zależności od odstepu elektrod płaskich w cm przedstawia Rys. 5. Widać z tego, jak naprężenie



Rys. 5.

krytyczne, a więc wytrzymałość powietrza, maleje z rosnącą odległością, czego zresztą można było się spodziewać na podstawie teorii jonizacyjnej wylądowań w powietrzu. Krzywa  $F_0 = f(a)$  dąży — jak się zdaje — asymptotycznie do równoległej do osi odciętych, doświadczalnie bowiem nie doszło się jeszcze powyżej 12 cm odstepu elektrod <sup>1)</sup>. Wytrzymałość powietrza zmniejsza się zatem w miarę wzrostu grubości jego warstwy między elektrodami płaskimi. Dla grubości 1 cm wynosi około 31 kV/cm, powyżej 12 cm — ok. 26 kV/cm (w wartościach maksymalnych).

b) Układ o elektrodach kulistych. Elektrody kuliste, pomiędzy którymi panuje napięcie  $V$  (Rys. 2-c), wytwarzają pole niejednostajne, zależnie od wielkości tych elektrod i od ich odstepu. Przy małych promieniach  $r$  kul i małych odstepach  $a$  naprężenie krytyczne osiąga bardzo duże wartości, (Rys. 6) następnie z rosnącym odstepem



Rys. 6.

<sup>1)</sup> W. O. Schumann. Arch. F. E. 1922.



maleje i osiąga minimum, a później znów zaczyna rosnąć. Przy dużych promieniach przebieg jest podobny jak dla elektrod płaskich.

Zależność naprężenia krytycznego od promieni kul  $r$  w cm i odstepu  $a$  w cm da się wyrazić według F. W. Pecka następującym wzorem <sup>1)</sup>:

$$F_0 = \beta \frac{V_0}{a}, \text{ wzgl. } F_0 = \beta_0 \frac{V_0}{a} \dots \dots \dots 3)$$

gdzie  $V_0$  jest napięciem krytycznym w wartościach skutecznych  $\beta$  i  $\beta_0$  są współczynnikami, zależnymi od promieni kul i ich odstepu,  $\beta_0$  stosuje się do przypadku, kiedy jedna kula jest uziemiona  $\beta$ , kiedy obie są izolowane.

Dla  $a$  zawartego w granicach między  $0,54 \sqrt{r}$  a  $2r$ , mamy:

$$F_0 = 19,3 \left(1 + \frac{0,54}{\sqrt{\delta r}}\right) \text{ kV/cm.}$$

Współczynniki  $\beta$  i  $\beta_0$  są znalezione doświadczalnie i podane w tablicach w zależności od stosunku  $\frac{a}{r}$ . W granicach  $\frac{a}{r} = 0,1 \div 4 - \beta = 1,034 \div 2,686$ ,  $\beta_0 = 1,055 \div 3,20$ .

Pole elektryczne między elektrodami jest bardzo czułe na wpływy pól obcych i to tem bardziej im większy jest odstęp. Pochodzi to stąd, że im kule są dalej od siebie, tem mniej na siebie wpływają i tem bardziej jednostajna jest gęstość ładunku na powierzchniach. A zatem np. przewody łączeniowe i doprowadzenia do elektrod muszą znacznie wpływać na zmianę gęstości ładunku, a przeto i na ukształtowanie pola. Wobec tego pręty trzymające kule nie mogą być za cienkie, — mniejsze niż  $\frac{1}{10}$  średnicy kuli, odstęp elektrod nie większy niż dwukrotna średnica kul, a odległości elektrod od reszty konstrukcji iskiernika, od ziemi, względnie części uziemionych, ścian, transformatora itp. nie za małe, równe przynajmniej podwójnej długości odstepu. Wtedy dopiero można posługiwać się tablicami wzgl. wykresami, które zostały sporządzone dla normalnych, lecz ściśle określonych warunków pracy iskiernika.

Pomiar wytrzymałości powietrza za pomocą iskiernika kulistego daje różne wartości, wytrzymałość zatem powietrza i w tym przypadku nie jest stałą materiału lecz w znacznym stopniu zależną od kształtu i układu elektrod i innych warunków pomiaru. W porównaniu z pomiarami za pomocą iskierników płaskich otrzymujemy dla kul stosunkowo dużych (np. 25 cm i więcej) podobny przebieg naprężenia krytycznego jak dla płaskich, tylko wyżej leżący. Dla dużych odstepów, ponad 10 cm, naprężenie krytyczne dąży asymptotycznie do osi odciętych; osiągając wartorci nieco wyższe niż 30 kV/cm (maksym.)

c) Układ o elektrodach cylindrycznych. Najbardziej regularne pole, wolne od wpływów zewnętrznych ładunków i dające się dosyć ściśle obliczyć, daje układ złożony z cylindra wydrążonego i pręta okrągłego, umieszczonego wewnątrz spółśrodkowo (Rys. 2-d). Iskiernik taki, syst. Petersena <sup>2)</sup> można wobec tego stosować

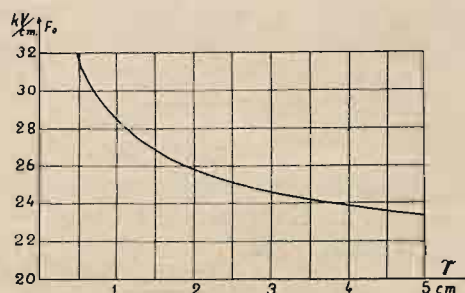
dla pomiarów dokładnych. Długość cylindra zewnętrznego musi być przynajmniej dwa razy większa niż jego średnica, a wewnętrznego przynajmniej jeszcze dwa razy tak duża.

Napięcie krytyczne takiego układu występuje prawie dokładnie, jak wypada z obliczenia lub z innych, ściślejszych pomiarów. Jest ona zależna od promieni obu elektrod:  $r$  — wewnętrznego i  $R$  zewnętrznego walca i wyraża się znanym wzorem:

$$F_0 = \frac{V_0}{r \lg \frac{R}{r}} \dots \dots \dots 4)$$

Naprężenie krytyczne takiego układu jest w większym stopniu zależne od promienia wewnętrznego walca niż zewnętrznego.

Z licznych pomiarów wypośrodkowaną krzywą zależności  $F_0 = f(r)$  przy  $R = \text{const}$  przedstawia Rys. 7. Przebieg jest prawie niezależny od  $R$ , a więc stosuje się do każdych wartości  $R$ .



Rys. 7.

Z poprzednich trzech przypadków pomiaru wytrzymałości powietrza widać, że nie jest ona stałą materiału, że raczej trzeba mówić o wytrzymałości układów powietrznych. Najlepsze wyniki pomiarów tej wytrzymałości dają elektrody płaskie. Na podstawie różnych pomiarów wypośrodkować można 25,7 kV/cm jako najprawdopodobniejszą wartość wytrzymałości powietrza przy dużych odstepach (przynajmniej kilkanaście centymetrów elektrod. Przy obliczeniach z grubsza i przy polach niezbyt odbiegających od jednostajnych orientacyjnie można ją przyjąć.

#### 4. Ulot elektryczny.

Drut pod wysokim napięciem po przekroczeniu pewnej granicy tego napręcia, zaczyna świecić w ciemności. Są to wyładowania jarzące, zachodzące między nim a drugą elektrodą, np. drugim drutem, ziemią lub przedmiotem uziemionym. Przewody linii elektrycznych zwykle wykazują te zjawiska przy napięciach powyżej 80 kV. Zjawisko jarzenia się przewodów może przybrać postać wyładowań snopiastych, wytryskujących z nierówności i występów na przewodach, zwłaszcza przy linkach. Pociąga to za sobą stałą stratę energii, która uchodzi w powietrze. Nazywamy to ulotem elektrycznym i mówimy, że linja posiada ulotność.

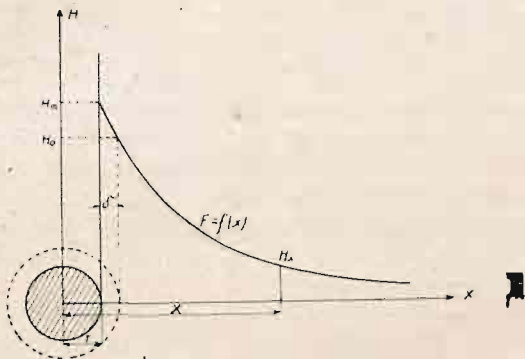
Zjawisko takie występuje, jeżeli napięcie robocze jest nieco — o określoną wartość większe od napięcia krytycznego  $V_0$  danego układu. Napięcie to przy którym zaczyna się zjawiać ulot, nazywa się napięciem ulotu —  $V_u$ .

<sup>1)</sup> Proc. Amer. Inst. E. E. 1914.

<sup>2)</sup> Petersen — Hochspannungstechnik, 1911.



Zawsze  $V_u > V_0$ . Tłumaczymy to sobie w sposób następujący (według H. J. Ryan'a)<sup>1)</sup>: Naprężenie powstaje, otaczającego przewód cylindryczny przedstawia się w funkcji odległości  $x$  od przewodu jako pewna krzywa  $F_x = f(x)$  (Rys. 8). Dla prze-



Rys. 8.

wodu izolowanego od ziemi i zawieszono w odległości  $a$  od niej (równolegle), funkcja ta posiada postać:

$$F_x = \frac{V}{x \log_n \frac{a}{r}},$$

gdzie  $V$  jest napięciem względem ziemi,  $r$  — promieniem przewodu. Naprężenie największe będzie na powierzchni przewodu.

$$F_m = \frac{V}{r \cdot \log_n \frac{a}{r}}$$

Jednakowoż jarzenie się nie zjawi się od razu, skoro tylko naprężenie na powierzchni drutu osiągnie tę wysokość; do tego potrzebna jest jeszcze jonizacja, która wystąpić może dopiero wtedy, skoro jony mają do dyspozycji pewną drogę do przebiecia, aby nabrać prędkości odpowiedniej do wywołania jonizacji lawinowej. Droga ta jest zależna od grubości drutu; przy cienkich jest ona mniejsza, a zato naprężenie potrzebne do wywołania wyładowania — większe; przy grubych odwrotnie. (Przy wszystkich drutach grubszych niż 0,5 cm ta droga jest prawie jednakowa i wynosi ok. 1,6 ÷ 1,8 mm).

Jarzenie na drutach przejawia się w postaci warstwy świecącej o grubości równej owej drodze przebiegu jonów. Warstwa ta, będąc dobrą przewodzącą, przedstawia niejako zwiększenie średnicy przewodu, na granicy zewnętrznej tej warstwy panuje właśnie naprężenie krytyczne:

$$F_0 = \frac{V_0}{(r+\delta) \log_n \frac{a}{r+\delta}} \dots \dots \dots (5)$$

Im bliżej przewodu tem naprężenie jest większe, przeto naprężenie na powierzchni drutu ( $F_m$ ) musi być większe od  $F_0$ ;  $F_m > F_0$ .

Na podstawie licznych pomiarów znaleziono, że między  $F_m$  i  $F_0$  zachodzi związek:

$$F_m = F_0 \left( 1 + \frac{0,301}{\sqrt{\delta \cdot r}} \right) \dots \dots \dots (6)$$

gdzie  $\delta$  jest znanym współczynnikiem korekcyjnym ze względu na temperaturę (p. wzór 1) i ciśnienie barometryczne, a  $r$  — promieniem przekroju drutu

Jako naprężenie krytyczne F. W. Peek podaje wartość 29,8 kV/cm dla drutów i 25,7 kV/cm dla linek siedmiożyłowych tego samego przekroju. W wartościach skutecznych dla prądu zmiennego te naprężenia wyniosą odpowiednio 21,1 i 18,2 kV/cm.

Stosunek  $m$  naprężenia krytycznego dla pewnego przewodu do naprężenia krytycznego dla przewodu doskonale gładkiego wynosi

$$\begin{aligned} \text{dla nowych, gładkich drutów } m &= 1 \\ \text{„ drutów chropowatych } &= 0,98 \div 0,88 \\ \text{„ linek } &= 0,89 \div 0,72 \end{aligned}$$

Napięcie maksymalne, przy którym występuje zjawisko jarzenia się drutów, czyli napięcie ulotu, przy uwzględnieniu współczynników korekcyjnych wynosi.

$$V_u = F \cdot m \cdot \delta \cdot r \log_n \frac{a}{r}$$

Uwzględniając wzór (6) i wartość  $F_0$ .

$$V_u = 29,8 \left( 1 + \frac{0,301}{\sqrt{\delta \cdot r}} \right) m \delta r \log_n \frac{a}{r} \dots (7)$$

Powyższy wzór wyraża napięcie ulotu dla przewodu względem ziemi, w wartościach maksymalnych. Przy układzie dwuprzewodowym trzeba otrzymaną wartość pomnożyć przez 2, a przy trójfazowym — przez  $\sqrt{3}$ .

Napięcie ulotu zmniejsza się z rosnącym promieniem, t. zn. ulot występuje prędzej przy cienkich drutach niż przy grubych. Pozatem zależy od rodzaju i stanu przewodów, oraz stanu atmosfery. W razie silnych opadów, odwilży i tp. bierze się  $V_u$  ok. 0,8 wartości  $V_u$ , obliczonej dla ładnej pogody. Ulotność powoduje straty energii, którą można zmierzyć. Wprawdzie teoretycznie powinna ona występować przy każdym napięciu panującym między dwoma przewodami, lecz zwykle jest ona bardzo mała. Dopiero kiedy napięcie robocze przekroczy wartość napięcia ulotu straty stają się wyraźne i zależą od kwadratu różnicy tych napięć. Prócz tego zależą od średnicy drutu, odległości przewodów częstotliwości (są do niej proporcjonalne w granicach częstotliwości technicznej), stanu atmosfery, i t. d.

Te zależności można wyrazić doświadczalnie otrzymanym wzorem Peeka<sup>1)</sup>

$$p = \frac{344}{\delta} f \sqrt{\frac{r}{a}} \left[ V - V_u \right]^2 \cdot 10^{-5} \text{ kW/km} \dots (8)$$

dla jednego przewodu; napięcie tu wchodzi w wartościach skutecznych, w kV,  $r$  i  $a$  — w cm.

Straty do pewnego stopnia są zależne także od kształtu krzywej napięcia. Dla dwóch bowiem krzywych o tej samej amplitudzie lecz innego kształtu, czas trwania ulotu jest dłuższy przy krzywej płaskiej niż przy ostrej.

Straty z powodu ulotności nie są zbyt wielkie, wynoszą bowiem zwykle zaledwie parę kW na kilometr w niekorzystnych warunkach co przy dużych

<sup>2)</sup> Trans. Amer. Inst. E. E.

<sup>1)</sup> l. c.



mocach przesyłanych na znaczne odległości nie zbyt wiele znaczy. Zawsze jednak przy obliczaniu przewodów należy skontrolować, jakie straty będą i dobrać odpowiednie odstępy przewodów, a nawet ich grubości tak, aby napięcie ulotu nie było większe od napięcia roboczego, ale jednak możliwie się do niego zbliżało (ze względu na koszt przewodów i słupów).

W niektórych przypadkach ulot nawet może być pożyteczny, gdyż może tłumić przepięcia t. j. nagle, zwykle krótkotrwałe, podskoki napięcia roboczego, skutkiem działania wentylowego.

### 5. Wyładowania ślizgowe.

Wyładowania w powietrzu przybierają nieco inną postać, jeżeli odbywają się tuż w pobliżu innego dielektryku, przedewszystkiem—stałego. Mamy wtedy przypadek równoległego połączenia dielektryków między elektrodami. W praktyce technicznej zachodzi to bardzo często, przy każdym izolatorze przewodowym, przepustowym, a przedewszystkiem—wsporczym. Zjawiska te występują obok przepływu prądu (zwykle minimalnego) po powierzchni izolatora stałego, która jest zawsze w pewnym przynajmniej stopniu, przewodzącą; odbywają się jednak w samym powietrzu, a mianowicie w jego warstwie przylegającej do tamtego izolatora, który tylko pośrednio bierze udział w tem zjawisku.

Najlepiej obserwować je można na płycie izolacyjnej między dwiema elektrodami płaskimi o ostrych krawędziach i powierzchni mniejszej niż powierzchnia płyty. Po przyłożeniu napięcia do elektrod narazie płynie tylko prąd powierzchniowy, przy zwiększaniu napięcia na krawędzi elektrody, przylegającej do płytki, pokaże się światelko dosyć jaskrawe; są to wyładowania krawędziowe.

Przy dalszem zwiększaniu napięcia nastąpią na powierzchni płytki tuż przy elektrodach wyładowania smużyste, — smugi światła jarzącego, które rozszerzają się stopniowo, aż zjawią się snopy świetlne wyskakujące z elektrod ku krawędziom i trzymające się tuż przy powierzchni, oraz pojedyncze iskry ślizgające się po powierzchni izolatora; są to wyładowania ślizgowe, które przy dalszym zwiększaniu napięcia dosięgają krawędzi płytki i wywołują przeskoki iskry naokoło dielektryku, o ile przedtem nie nastąpi przebicie.

Z tym zjawiskiem liczymy się przedewszystkiem przy izolatorach. Jakkolwiek przeskoki iskry naokoło izolatora jest niepożądany, to jednak lepiej jest dopuścić do niego niż do przebicia, które psuje izolator zupełnie, podczas gdy przeskoki iskry stanowią tylko chwilowe zwarcie elektrod przez powietrze.

Zjawisko wyładowań ślizgowych występuje z reguły na granicy dwóch dielektryków o różnych stałych dielektrycznych, leżących ukośnie do pola. Zwykle jednym z nich jest powietrze, lecz również i w oleju można obserwować wyładowania po powierzchni stałego izolatora, zanurzonego w oleju. Powstają one skutkiem naprężeń stycznych do powierzchni zetknięcia dielektryków. Jak wiadomo, natężenie pola elektrycznego, przechodzącego z jednego dielektryku do drugiego doznaje odchylenia tem większego im większa jest stała dielektryczna materiału do którego przechodzi<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> p. Podst. wytr. el. Przegl. Elekt. str. 131.

Natężenie to można rozłożyć na składową prostopadłą do powierzchni zetknięcia, naprężającą dielektryk na przebicie oraz styczną do tej powierzchni, powodującą wyładowania powierzchniowe, a więc naprężającą na przeskoki. Tylko w przypadkach, gdy linie natężenia pola są prostopadłe do powierzchni zetknięcia dielektryków,—do wyładowań powierzchniowych nie dojdzie. Przypadek prostopadłego przechodzenia linii pola elektrycznego przez dielektryk jest bardzo rzadki (w środku między okładzinami kondensatora płaskiego o dielektryku uwarstwionym), najczęściej pole jest skrzywione, przeważnie na krawędziach elektrod. Tam powstaje nadmierne skupienie linii pola i wyładowania wczesne, które powodują wytwarzanie swobodnych jonów; są to właśnie wyładowania krawędziowe.

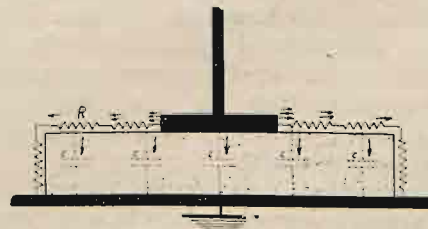
Powstające tu jony przebiegają drogę według linii pola elektrycznego. Jeżeli ośrodek jest jednolity, wyładowania powinny iść według prostych; zwykle powierzchnia izolatora i jej najbliższe otoczenie nie jest jednolite są pory, występy i tp., tak, że droga wyładowań zmienia się roznaicie.

Wyładowania krawędziowe występują szczególnie wyraźnie przy dużej różnicy w wartości stałych dielektrycznych izolatora i powietrza otaczającego. Na krawędzi elektrody, np. przy okładzinach kondensatora, znajduje się zawsze warstewka powietrza, zwłaszcza gdy okładzina odstaaje od dielektryku, gdyż w taką szczelinę wstępuje powietrze (o stałej dielektrycznej mniejszej).

Przez to wytrzymałość dielektryku jest mniejsza na krawędziach okładzin niż zdala od nich, gdyż skutkiem tych wyładowań następuje nierównomierne lokalne nagrzewanie się dielektryku, osłabiając go i sprowadzając wreszcie przebicie. Intensywność występowania tego zjawiska można zmniejszyć przez zastawanie izolatora o mniejszej stałej dielektrycznej. Na tej zasadzie opiera się budowa nowoczesnych kondensatorów.

Szkodliwy wpływ wyładowań krawędziowych na wytrzymałość izolatora stwierdzony został dla szkła w 1904 r. przez prof. I. Mościckiego,<sup>2)</sup> który, celem zwiększenia wytrzymałości kondensatorów szklanych, zgrubiał miejsca dotykające krawędzi okładzin i otrzymał w ten sposób techniczne kondensatory w postaci cylindrycznej, wytrzymałające do 60 kV.

Powstawaniu wyładowań ślizgowych sprzyja zanieczyszczenie powierzchni. Nawet słabo przewodząca (zanieczyszczona) powierzchnia izolatora bierze również udział w rozdzieleniu napięcia na izolatorze, tak, że możemy ją sobie wyobrazić jako zbiór elementarnych elektrod (Rys. 9) stanowiących okła-



Rys. 9.

<sup>2)</sup> E. T. Z. — 1904 str. 527.



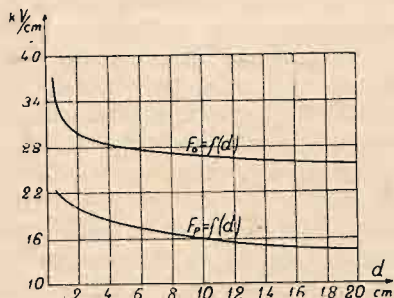
dziny elementarnych kondensatorów z przewodem jako drugą okładziną; okładziny pierwsze są połączone ze sobą równolegle dużym oporem powierzchniowym. Prąd ładujący płynie z jednej elektrody przez kondensatory, a następnie przez opór powierzchniowy  $R$  do drugiej elektrody, powodując większe spadki napięcia bliżej okładzin, gdzie też rzeczywiście występują największe naprężenia i zaczynają się wyładowania ślizgowe.

Im większa jest pojemność kondensatorów, tem większe są prądy pojemnościowe i tem wcześniejsze wyładowania ślizgowe. Dla uniknięcia tego zaleca się zmniejszenie pojemności przez stosowanie do budowy izolatorów materiałów izolacyjnych o małej stałej dielektrycznej.

Na tych rozważaniach oparta jest teoria i budowa izolatorów przepustowych i wsporczych, znana pod nazwą teorii prof. Kuhlmana z Zurychu. Podstawę do niej dały prace prof. Mościckiego.

Prawo, według których odbywają się wyładowania ślizgowe nie są jeszcze tak dobrze zbadane, jak wyładowań zwykłych w powietrzu. Ostatnie badania (Schweiger, 1922) wykazują, że te prawa są naogół takie same, jak prawa wytrzymałości na przebicie powietrza. A więc w polu jednostajnym—możliwe jest tylko wyładowanie zupełne; rozkład napięć wzdłuż powierzchni—jest taki sam jak w powietrzu między równoległymi płytami; naprężenie krytyczne zmniejsza się z rosnącą odległością i t. d.

Rys. 10 przedstawia przebieg krzywej naprężeń



Rys. 10.

krytycznych w funkcji długości izolatora w przypadku izolatora porcelanowego. Dla porównania podana jest krzywa naprężeń krytycznych na przebicie  $F_0$  dla powietrza. Jak widać, krzywa naprężeń krytycznych na przeskok  $F_p$  leży niżej niż tamta, ale ma prawie identyczny, przebieg. Zjawisko przeskoku nie jest przeto czemś innym niż zjawisko przebicia powietrza iskrą, tylko znajduje się pod wpływem ubocznych zjawisk w środowisku.

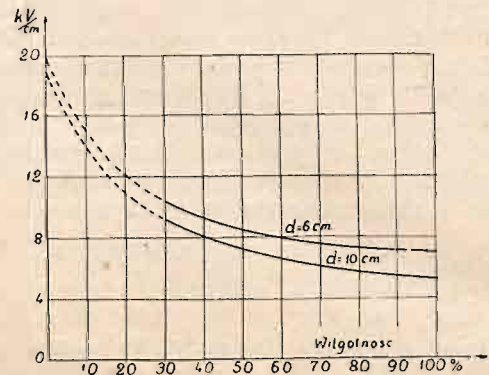
Niższe wartości krzywej  $F_p$  niż  $F_0$  tłumaczą się wpływem wilgotności na powierzchni izolatora. Zależność naprężeń krytycznych na przeskok od wilgotności podaje Rys. 11 dla różnych długości przeskoku ( $d=6$  i  $10$  cm). Widać, jak maleje ona ze wzrostem wilgotności.

Ponieważ wilgoć występuje naogół zawsze na izolatorach porcelanowych, ułatwia ona powstawanie dłuższych iskier ślizgowych na ich powierzchni.

Materiały izolacyjne „tłuste” np. parafina zachowują się bardziej odpornie pod tym względem.

Oporność powierzchniowa ma tylko pośredni wpływ na wyładowania powierzchniowe, a to zależ-

nie od stopnia wilgotności, spada ona bowiem dosyć znacznie z rosnącą wilgotnością.



Rys. 11.

Szerokość smugi wyładowań jarzących zwiększa się liniśnie z napięciem. Napięcie, zaś przy którym te wyładowania występują, jest odwrotnie proporcjonalne do stałej dielektrycznej.

Celem uniknięcia lub zmniejszenia wyładowań powierzchniowych unikać należy konstrukcji powodujących duże składowe styczne pola elektrycznego.

## Urządzenia do wzorcowania liczników.

inż. J. Rzańnicki.

(Referat, wygłoszony w Warsz. Kole Stow. El. P.)

(Dokończenie).

Drugie podobne urządzenie służy do badania przyrządów jednofazowych, dwu lub trójprzewodowych z zakresem pomiaru 50 A, 380 V i jest zasilane przez podwójną przetwornicę jednofazową.

Prócz tego jest jeszcze urządzenie dla prądu jednofazowego i dwufazowego skojarzonego i nieskojarzonego do 600 V i 100 A. Zasilanie odbywa się prądnicą Oerlikona, za pośrednictwem transformatora Scotta.

Do badania przyrządów prądu stałego w układzie dwu lub trójprzewodowym służy kompletnie urządzona stacja, której obwód napięciowy otrzymuje napięcie w granicach 0—240 V od baterji akumulatorów I, II i III, łączonych po dwie lub napięcie w granicach 240—1500 V od maszyn prądu stałego firmy „Cie de l'industrie électrique et mecanique”. Obwód prądowy jest zasilany baterją IV prądem 0—400 A.

Wszystkie przyrządy lusterkowe, jak: galwanometry, elektrometry, galwanometry wibracyjne, dynamometry wibracyjne, dynamometry i t. d. są ustawione na konsolach, przymocowanych do ścian. Urządzenia odczytowe, składające się z lunet i lampek żarowych dla oświetlenia skal, firmy Hartmanna i Brauna. Lunety odczytowe są umocowane na specjalnych rusztowaniach, wpuszczonych w mur. Przewody, prowadzące do przyrządów lusterkowych są prowadzone swobodnie w powietrzu w celu zapewnienia im dobrej izolacji.



### Urządzenia wzorcowe i do badania materiałów „Szwajcarskiego Związku Elektrotechnicznego” (SEV).

W celu zapewnienia niezależności w zasilaniu pracowni w prąd, zawarto układ z Elektrownią miejską, kabel zasilający na 600 V został przeprowadzony kosztem elektrowni, podczas gdy stacja transformatorowa została urządzona kosztem Związku. Stacja ta, mieszcząca się w jednej z piwnic, posiada jeden transformator dla siły i jeden dla światła, — firmy „Brown Boveri”, wraz z przyrządami łączeniowymi i pomiarowymi oraz tablicą rozdzielczą. Oprócz tego jest jeszcze przewidziane miejsce zapasowe dla ewentualnej późniejszej rozbudowy stacji. Jako rezerwa dla przenoszenia siły służy kabel na 500 V, dostarczający prądu w razie koniecznego unieruchomienia stacji transformatorowej, zaś dla światła — służy baterja akumulatorów; przy pełnym naładowaniu może ona zaspokoić całkowite zapotrzebowanie w ciągu 12 godzin.

Maszynownia składa się z przetwornicy i trzech zespołów wzorcowych. Oprócz tego znajduje się w niej stacja do badania silników na obciążenie za pomocą hamowania i urządzenie do długotrwałego badania żarówek. Ciepło, wypromieniowywane przez żarówki, może być użyte w zimie do ogrzewania pomieszczenia dla badań nad wysokim napięciem.

Do maszynowni przylega pomieszczenie na wysokie napięcie. Pomieszczenie to obejmuje dwa piętra, tj. piwnicę i pierwsze piętro. Tu znajduje się zbiornik, zawierający 10 ton oliwy, służący do badania na przebicie różnego rodzaju materiałów izolacyjnych, a w szczególności izolatorów. Przedmioty badane mogą być zawieszane na izolatorze wiszącym i następnie pogrążane w oleju lub — umieszczane na drewnianej kracie, znajdującej się w zbiorniku. Transformatory, wytwarzające wysokie napięcie, posiadają chłodzenie powietrzne, w przeciwieństwie do transformatorów próbnych, najczęściej używanych i posiadających chłodzenie oliwne. Przy połączeniu szeregowym i włączeniu jednego bieguna do ziemi, transformatory te mogą wytworzyć 500 kV. Większy z dwóch transformatorów o mocy 200 kVA może wytworzyć napięcie 400 kV przy izolowanych biegunach i 200 kV przy uziemionym jednym biegunie. Mniejszy transformator o mocy 100 kVA daje przy uziemieniu jednego bieguna 200 kV maximum. Zaletą tego urządzenia, — że badanie izolatorów może być wykonane aż do najwyższego osiągalnego napięcia przy uziemionym jednym biegunie. Przy tego rodzaju badaniu zbliżamy się bardziej do warunków rzeczywistych, niż to ma miejsce przy izolowanych biegunach.

Na szczególną uwagę zasługuje przejście przez ścianę, odpowiadające napięciu 500 kV, do pomieszczenia, gdzie odbywają się próby. Tu znajdują się dysze, wytwarzające sztuczną mgłę w czasie badania izolatorów, podnoszące niekiedy wilgotność powietrza do 100%. Należy zatem utrudnić przejście wilgotnego powietrza do sali, w której są umieszczone transformatory powietrzne. Ponieważ urządzenie przejścia przez ścianę dla napięcia 500 kV względem ziemi i do tego w przestrzeni wilgotnej następuje dużo trudności, zaś wymiary i koszt takiego przejścia są bardzo duże, poradzono sobie w ten sposób, że zamkniętą koń-

cówkę zastąpiono — otwartą, posiadającą kształt cylindra z uziemionym płaszczem; przed przejściem wilgotnego powietrza do pomieszczenia transformatorów zabezpieczono się przez wytwarzanie nadciśnienia w tem ostatnim lub zniżki ciśnienia w przestrzeni próbnej. Ta różnica ciśnień jest wytwarzana zapomocą wentyla'ora, umieszczonego w przestrzeni wilgotnej i usuwającego powietrze na zewnątrz. Ilość powietrza usuwanego, a więc wielkość zniżki ciśnienia, może być regulowana przy pomocy zaworu dławiącego. Dla osuszania przestrzeni próbnej i usuwania tworzącego się ozonu jest ustawiony drugi wentylator, wsysający z zewnątrz świeże powietrze.

Zapomocą tych dwu wentylatorów można osuszyć przestrzeń próbną w ciągu 10 minut. Powietrze wciągnięte przez drugi wentylator może być w razie potrzeby ogrzane elektrycznie. Transformatory probiercze są zasilane specjalną przetwornicą o mocy 130 kVA prądu trójfazowego dla obciążenia długotrwałego, wykonaną przez firmę „Oerlikom” i składającą się z silnika synchronicznego na napięciu 600 V oraz prądnicy jedno-trójfazowej. Silnik synchroniczny jest zwykłym silnikiem asynchronicznym trójfazowym dla napięcia 6000 V, posiadającym maszynę wzbudzącą, osadzoną na wspólnej osi. Rozruch tego silnika odbywa się tak samo, jak w zwykłym silniku trójfazowym zapomocą rozrusznika. Po doprowadzeniu liczby obrotów do wartości bliskiej do synchronicznej, wzbudza się maszynę wzbudzącą i silnik bez uderzenia prądu wstępuje w bieg synchroniczny. Synchroniczne napędzanie prądnicy jest bardzo korzystne dla badań, gdyż częstotliwość nie zmniejsza się ze wzrostem obciążenia, jak to ma miejsce w silniku asynchronicznym, lecz pozostaje stałą. Drugą zaletą jest możliwość regulacji przesunięcia fazy za pomocą zmiany prądu wzbudzającego.

Liczba biegunów wirnika silnikowego może być przełączona z 6 na 2, wskutek czego możliwa jest zmiana częstotliwości, przy stałej liczbie obrotów, z 50 na  $16\frac{2}{3}$  okresów na sek.

Częstotliwości, zawarte pomiędzy 50 i  $16\frac{2}{3}$ , otrzymują się przy pomocy specjalnego przełącznika. Dodać należy, że krzywa napięcia prądnicy, tak przy biegu luzem, jak i przy obciążeniu jest prawie idealną sinusoidą. Jest to spowodowane z jednej strony równomiernym rozłożeniem uzwojenia statora i z drugiej strony — obecnością tłumiącego uzwojenia klatkowego. Regulacja napięcia prądnicy jest skuteczniejsza na odległość przy pomocy 20-tu stopni opornikowych dla regulacji grubej, przyczem każdy z nich posiada 20 stopni dla regulacji dokładnej. Ogólna liczba stopni, umożliwiająca dokładną regulację napięcia wynosi zatem 400.

Urządzenia wzorcowe, rozmieszczone w trzech pokojach, znajdują się na parterze. Pierwszy pokój zawiera urządzenia do badania liczników jedno- i wielofazowych do 600 V i 500 A. Drugi, największy pokój jest przeznaczony do kontroli transformatorów pomiarowych i innych zespołów pomiarowych do 60000 V, 3000 i 15÷17 okr. sek. Prądnice wzorcowe, obsługujące te dwa pokoje, są umieszczone w maszynowni parterowej, przyczem ich regulacja i rozruch odbywają się tuż przy urządzeniach wzorcowych. Trzeci pokój jest przeznaczony



do badania przyrządów prądu stałego i dlatego sąsiaduje on z akumulatornią. Pokój ten ma urządzenie dla 1000 A oraz urządzenie dla pomiarów jedno i trójfazowych do 500 V i 25 A. Jako źródło prądu służy przenośna maszyna wzorcowa z wałem pionowym.

W oddzielnym małym pomieszczeniu (mała maszynownia) znajduje się przetwornica ładująca, złożona ze zwykłego silnika trójfazowego, prądnicy dla 140 V i prądnicy dla 6 V do baterji prądowej.

Akumulatornia, urządzona w obszernym, jasnym i dobrze przewietrzonym pokoju, składa się z 70-ciu ogniw o pojemności 61 Ah przy 61 A prądu wyładowania, 70 ogniw i pojemności 230 Ah przy jednogodzinnym wyładowaniu oraz 70 ogniw i pojemności 370 Ah przy 370 A prądu wyładowania. Akumulatory te służą wogóle do napędzania zespołów wzorcowych, mogą jednak służyć do wykonywania całego szeregu pomiarów prądem stałym, jak np. badania żarówek badania na zwarcie bezpieczników topikowych i tp. Oprócz powyższego znajduje się jeszcze baterja prądowa o liczbie ogniw  $4 \times 3$  i pojemności 407 Ah przy jednogodzinnym wyładowaniu każdy. Przez równoległe łączenie tych ogniw można uzyskać prąd 2 000 A; przez dołączenie zaś prądnicy ładującej można uzyskać jako maximum prąd 2 500 A. Tablica rozdzielcza umożliwi łączenie szeregowo lub równoległe tych czterech baterji oraz przyłączanie ich do odpowiednich miejsc odbioru.

Do dalszych urządzeń należy pokój fotometryczny o wymiarach podłogi  $11,5 \times 5$  m i wysokości 6 m. Pokój ten zawiera ławę fotometryczną o długości 11 m, fotometr kulisty Ulbrichta dwumetrowej średnicy i małą ławę fotometryczną Siemens'a dla bieżących pomiarów żarówek. Znaczna wysokość pokoju (6 m) pozwala na zdejmowanie całkowitego wykresu biegunowego i wykonanie pomiarów naświetlania.

Dla pomiarów precyzyjnych jest przeznaczony oddzielny pokój, zawierający dwa przyrządy kompensacyjne, różne urządzenia mostkowe, urządzenia do badania oporów izolacji, elektrometr kwadrantowy, przyrząd Epstein'a i inne przyrządy precyzyjne pomiarowe. Opory obciążające i normalne są połączone za pomocą szyn z tablicą rozdzielczą na prąd stały. Szyny te są obliczone na 2 000 A. W kącie tego pokoju, całkowicie zamkniętym w sobie, jest umieszczona baterja napięciowa o liczbie  $12 \times 45$  akumulatorów ołowianych pojemności 3,7 Ah przy 0,37 A prądu wyładowania. Baterja ta służy do wzorcowania liczników prądu stałego oraz woltomierzy i do badania oporów izolacji.

Naprawa liczników odbywa się w specjalnym pokoju, w którym znajdują się: tokarka, wiertarka, urządzenia do badania izolacji liczników, urządzenie do pomiaru natężenia pola magnetycznego magnesów hamujących i pomieszczenie dla części zapasowych do liczników.

Laboratorjum do badania materiałów posiada specjalną komorę, w której bada się punkt zapłonu oleju transformatorowego i wyłącznikowego oraz lakiery izolacyjnego, masy izolacyjnej i t. p.

Badania te wykonywują się przy pomocy próbnego transformatora o mocy 20 kV A i maksymalnym napięciu 100 kV. Napięcie tego transformatora jest regulowane zapomocą opornika indukcyjnego.

Przy badaniu większych wyłączników jest używany opornik obciążający z chłodzeniem wodnym dla 100 kW obciążenia długotrwałego. Opornik ten jest umieszczony na płaskim dachu pokoju fotometrycznego; manipulowanie odbywa się na odległość z pokoju do badania materiałów.

## Przyszły rozwój siłowni parowych.

E. Rauber, dyrektor wielkiej elektrowni w Gennevilliers, wygłosił na zjeździe związku elektrowni francuskich w Grenoble w lipcu r. b. referat („Sur l'évolution visible dans la technique des centrales à vapeur“), w którym, opierając się na dotychczasowym doświadczeniu wielkich elektrowni we Francji i innych krajach, tudzież na obecnych tendencjach w technice parowej, usiłuje ustalić granice możliwego rozwoju siłowni parowych w przyszłości.

Jakkolwiek lata ostatnie przyniosły w tej dziedzinie postęp poważny, sprawa dalszego udoskonalenia siłowni parowych wciąż zajmuje umysły techników w różnych krajach. Nieustanny rozwój sieci elektrycznych, tudzież konieczność zapobiegania trwonieniu naszych ograniczonych zasobów paliwa kopalnego nadają coraz większe znaczenie zagadnieniu ekonomicznego wytwarzania energii. Autor sądzi, że dokładność cyfr, które otrzymał, można ocenić na 2—3%.

1. Przebiegi. Autor wymienia następujące przebiegi, brane dotychczas w rachubę przy wyzyskaniu pary wodnej w siłowniach.

1) Przebieg Rankina, jedynie stosowany w praktyce aż do lat ostatnich. Tu wszystka para, doprowadzona do turbiny pod pewnym ciśnieniem i przy pewnej temperaturze, rozpręża się, o ile to jest możliwe, zupełnie, aż do osiągnięcia ciśnienia, panującego w skraplaczu.

2) Przebieg z pobieraniem pary z turbiny, kiedy nie wszystkiej parze pozwalamy rozprężać się w turbinie aż do ciśnienia kondensatora, lecz w trakcie rozprężania odprowadzamy część pary, która już wykonała pracę mechaniczną, i ciepło jej zużywamy do ponownego ogrzewania wody, powracającej ze skraplacza do kotła. Zmniejsza się przez to praca mechaniczna, ale w większym stopniu zmniejszają się jednocześnie straty w skraplaczu i w rezultacie sprawność cieplna wzrasta. Przebieg ten stosuje się w szeregu poważnych elektrowni (w Gennevilliers drogą dwukrotnego pobierania pary nagrzewa się wodę do 80—90° C).

3) Przebieg z ponownym przegrzewaniem pary, stosowany już w Ameryce i Anglii. Temperatura pary obniża się szybko podczas rozprężania w turbinie i w ostatnich kołach para bywa naogół nasycona, przyczem stopień wilgotności wzrasta w miarę zbliżania się ku skraplaczowi. W danym przebiegu parę rozprężoną przegrzewa się ponownie, przed osiągnięciem punktu nasycenia poczem para rozpręża się w dalszym ciągu aż do ciśnienia skraplacza. Możliwe jest kilkakrotne przegrzewanie pary. Zaletą tego przebiegu polega na tem, że, nie podwyższając tem-



peratury pary dolotowej przedłużamy okres rozprężania pary przegrzanej w turbinie.

4) Przebieg o dwóch cieczach (dotychczas rtęć i woda). Para rtęci rozpręża się w turbinie i przechodzi do skraplacza, w którym cieczą chłodzącą jest woda. Woda przytem paruje. Para wodna po przegrzaniu rozpręża się w turbinie ze skraplaczem zwykłym. Wyższa sprawność cieplna tego przebiegu tłumaczy się uniknięciem strat w skraplaczu rtęci. Zastosowanie tego przebiegu znajduje się w okresie prób. Zachodzi obawa, że brak rtęci i jej wysoka cena będą stanowić przeszkodę do rozpowszechnienia tego przebiegu.

5) Przebieg o przegrzewaniu ciągłym. Parę, wchodzącą do turbiny, poddaje się rozprężaniu izotermicznemu. W tym celu trzeba jej dostarczać ciepło podczas całego okresu takiego rozprężania. Doprowadzenie ciepła przerywa się po osiągnięciu takiego ciśnienia, że para, rozprężając się dalej adiabaticznie, wchodzi do skraplacza właśnie w stanie nasycenia. Przebieg ten pozwala najlepiej wyzyskać maksimum temperatury, przyjętej dla pary.

6) Różne przebiegi. Przebiegi wyżej wymienione można kombinować. Można, na przykład, pobierać parę z turbiny o przebiegu z ponownem lub ciągłym przegrzewaniem, a także z turbiny o przebiegu z dwiema cieczami. Należy jeszcze wymienić przebieg z przeciwprężnością, w którym para, wychodząca z turbiny, wyzyskuje się do ogrzewania budynków lub do celów przemysłowych. Przebieg ten zapewnia najwyższe wyzyskanie ciepła, lecz zakres zastosowania tego przebiegu jest stosunkowo szczupły. Naogół trudno przypuszczać, aby w pobliżu wielkich elektrowni można było zużyć do ogrzewania tak wielkie ilości ciepła, jakie daje do rozporządzenia ten przebieg. W samej elektrowni trzeba ogrzewać zazwyczaj tylko wodę zasilającą, a zastosowanie pary, pobieranej z turbiny, jest najlepszym do tego środkiem.

II. Czynniki najważniejsze, wywierające wpływ na sprawność cieplną. W przebiegu z odprowadzaniem pary (bez ponownego przegrzewania) czynnikami, których wybór decyduje o wartości ekonomicznej siłowni, są: a) ciśnienie pary, b) temperatura pary i c) temperatura, do której ogrzewa wodę para odprowadzana.

a) Ciśnienie pary przed wojną wzrastało wolno, nie przekraczając 17 atm. Obecnie 25 atm jest ciśnieniem dość rozpowszechnionem. Istnieją już instalacje na 40 atm, a nawet (tytułem próby w Ameryce) na 80 atm. Głównymi zaletami wysokich ciśnień są: 1) wyższa sprawność cieplna (wyższe ciśnienie pozwala ogrzewać wodę parą do wyższej temperatury); 2) większa zawartość ciepła w 1 kg wody (maksimum przy 40 atm); 3) mniejsze wymiary, a więc i mniejsza waga przyrządów i przyborów, zwłaszcza rur, zaworów i t. d.; 4) pewne zalety pośrednie, jak lepsze przenoszenie ciepła z metalu do wody w kotle lub z metalu do pary w przegrzewaczu, mniej burzliwe parowanie i t. d. Autor nie zgadza się z poglądem, dość rozpowszechnionym obecnie, że powyżej 40 atm korzyści otrzymywane już nie usprawiedliwiają wydatków na kosztowne urządzenia. Z punktu widzenia konstrukcyjnego nie stoi na przeszkodzie do zwiększania ciśnienia.

b) Wysoka temperatura pary następcza trudności poważniejsze. Konstruktorzy kotłów, a zwłaszcza

cza turbin długo zwlekali z zastosowaniem pary o temperaturze 300—350° C. Temperaturę 400° C dotychczas większość z nich uważa za kres, którego nie należy przekraczać dla metali zwykłych ze względu na ich wytrzymałość i trwałość. Wysokie temperatury dają korzyści następujące: 1) zwiększają sprawność cieplną; 2) przedłużają strefę przegrzewania w turbinie, co się korzystnie odbija na trwałości łopatek i zwiększa sprawność termodynamiczną turbiny; 3) zmniejszają zużycie pary na 1 kWh, ponieważ 1 kg pary zawiera nie tylko więcej ciepła, ale i większy procent ciepła, dającego się przetwarzać na pracę mechaniczną. Autor jest zdania, że przy zastosowaniu współczesnych materiałów wyborowego gatunku można w turbinach dojść do 450° C. Ale korzyści dużego przegrzewania pary są tak wielkie, że całkowicie usprawiedliwiają stosowanie metali specjalnych, nawet drogich. Oczywiście, jedynie przy wysokich ciśnieniach rury, zawory, części turbin i inne, poddane działaniu wysokiej temperatury, nie otrzymają zbyt wielkich wymiarów, pociągających nadmierne koszty. Już obecnie mamy metale, które wytrzymują temperatury, przekraczające poziom, stosowany dotychczas w praktyce, i należy się spodziewać, że, o ile zajdzie potrzeba, będą wynalezione nowe materiały, zadawalające zarówno pod względem wytrzymałości, jak i pod względem ceny.

c) Pobieranie pary w celu ogrzewania wody zasilającej wymaga dodatkowych organów w urządzeniu, nie sprawiających jednak żadnego kłopotu. Pod względem termicznym korzyści są tem większe, im niższe jest ciśnienie odprowadzanej pary, lecz opłaca się posuwać się do najwyższej możliwej temperatury, choćby wypadło zmniejszyć lub usunąć ekonomajzer. Przyrządy do nagrzewania wody ze skraplacza parą są stosunkowo tanie i działają doskonale wskutek czystości stykających się z niemi ciał. W obliczeniach swych autor zakłada, że temperatura nagrzania różni się o 50—60° C od temperatury parowania. Główne korzyści pobierania pary: 1) znaczne zwiększenie sprawności cieplnej (o 19% przy 20 atm, o 17,5% przy 100 atm, o 21% przy 200 atm w porównaniu z przebiegiem Rankina przy tych samych temperaturach i ciśnieniach); 2) zmniejszenie ilości pary, przepływającej przez ostatnie koła turbiny, co jest okolicznością bardzo ważną przy projektowaniu turbin współczesnych; 3) zmniejszenie powierzchni skraplacza; 4) zmniejszenie ilości wody chłodzącej, potrzebnej w skraplaczu.

Wpływ trzech wymienionych czynników widoczny jest z tablicy I.

Tablica I.

Ciśnienie atm	Temperatura pary °C	Temperatura wody podgrzanej °C	Sprawność cieplna	Korzyść %
40	450	180	0,449	11,5
80	500	225	0,495	19,7
140	550	275	0,535	25,8
200	600	300	0,564	29,5

W ostatniej rubryce wskazana jest korzyść, którą dadzą ciśnienia i temperatury, wymienione w tablicy, w porównaniu z wynikami w Genevilliers (25 atm, 375° C i podgrzanie do 90° C). Wi-



dzimy więc, że można jeszcze osiągnąć rezultaty o 30% lepsze, niż w najlepszych siłowniach współczesnych. Korzyść ta usprawiedliwiałaby w zupełności ponoszenie większych kosztów zakładowych. W rzeczywistości zaś koszty te raczej będą się zmniejszać w miarę wzrostu ciśnień i temperatur.

III. Wpływ najważniejszych czynników na wielkość powierzchni, potrzebnych do wymiany ciepła, czyli powierzchni czynnych. Autor oblicza ilość ciepła, przypadającą na 1 kg pary, i rozkład ciepła na różne powierzchnie czynne. Biorąc za punkt wyjścia wodę ze skraplacza, autor określa ilość ciepła, które kolejno powinny dostarczyć: parowy podgrzewacz wody, kocioł z ekonomajzerem, o ile ten istnieje (ekonomajzer należy uważać za część kotła), i przegrzewacz. Ciepło, zawarte w parze przegrzanej, zużywa się na wykonanie pracy mechanicznej, na podgrzewanie wody parą odprowadzoną, reszta zaś uchodzi przez skraplacz. Wyniki obliczeń autora są zawarte w tablicy II, która podaje dla szeregu przypadków ilość ciepła, wymienianego przez cztery części urządzenia na 1 kilowatogodzinę, wyprodukowaną na wale turbiny. Jeżeli założyć, że kocioł wymienia 30 000 kalorii na m<sup>2</sup> i godzinę, przegrzewacz 20 000 kal., podgrzewacz parowy wody 50 000 kal. i skraplacz 40 000 kal. (normy te są raczej skromne i według opinii autora mogą być znacznie przekroczone), to otrzymamy podane również w tablicy wielkości powierzchni czynnych, niezbędne na 1 000 kW mocy, rozporządzałej na wale turbiny.

czynnika  $k$  i różnicy temperatur. Autor przytacza następującą tablicę intensywności (tabl. III). Cyfry  $A$  są przyjęte w praktyce społecznej, cyfry  $B$  są łatwe do osiągnięcia.

Tablica III.

	A	B
Kocioł . . . . .	20 000 — 30 000	40 000
Przegrzewacz . . . . .	10 000 — 20 000	20 000 — 30 000
Ekonomajzer . . . . .	2 000 — 5 000	6 000
Podgrzewacz powietrza . . . . .	800 — 1 000	1 500
Podgrzewacz parowy wody . . . . .	40 000 — 60 000	60 000
Skraplacz . . . . .	20 000 — 40 000	50 000

Są to cyfry średnie. W kotle spotyka się wahania od 100 000 (pod bezpośrednim działaniem ognia) do 3 000 — 4 000 (w końcu powierzchni ogrzewalnej).

Warunkami, które sprzyjają osiągnięciu dużej intensywności, są: 1) czystość powierzchni; 2) duża prędkość cieczy i gazów, zwiększająca współczynnik  $k$  i zmniejszająca zanieczyszczenie powierzchni; 3) cienkie strumienie cieczy i gazów (a więc np. rurki o małej średnicy, gęsto ustawione), pozwalające zwiększać prędkość bez zwiększania strat wskutek tarcia i zmieścić większą powierzchnię w danej przestrzeni; 4) ustawianie rur w szachownicę; 5) cyrkulacja poprzeczna, jeżeli przyrząd do wymiany ciepła jest rurkowy i zewnątrz rur przepływa gaz; 6) cyrkulacja przeciwpądowa. Duże trudności następuje wymiana ciepła między gazem a metalem, zwłaszcza jeżeli ścianki są zanieczyszczone. Zaleca się stosowanie

Tablica II.

Wielkości wybrane	Ilość ciepła (w kalorjach), którą muszą wymienić na 1 kWh				Niezbędna powierzchnia (w m <sup>2</sup> ) na 1000 kW			
	kocioł	prze-grzewacz	podgrze-wacz parowy	skrap-lacz	kotła	prze-grzewacza	podgrze-wacza parowego	skraplacza
20 atm, 400° C, podgrz. do 90° C	2375	416	367	1930	{(100—120)	{(30—50)	{(4—6)	{(80—100)
40 " 450° " " 180° "	1885	520	714	1540	80	21	7,8	49
80 " 500° " " 225° "	1525	665	861	1335	62,5	26	14,4	39
140 " 550° " " 275° "	1290	730	1096	1159	51	32	17,5	34
200 " 600° " " 300° "	986	930	1195	1051	42,5	36	21	28,7
					33	47	24	26,3

Cyfry, podane w nawiasie, odpowiadają praktyce współczesnej, która nie dochodzi nawet do norm, przyjętych przez autora w jego obliczeniach. Jeżeli natomiast podwyższyć intensywność wymiany ciepła, co według autora jest najzupełniej ziszczalne, to rezultaty zastosowania wysokich ciśnień i wysokich temperatur będą jeszcze jaskrawsze. Kotły i skraplacze będą się kurczyć w przyszłości, natomiast powierzchnia przegrzewaczy i podgrzewaczy parowych będzie wzrastać. Ewolucja taka jest bardzo pożądana, albowiem 1 m<sup>2</sup> powierzchni ostatnio wymienionych aparatów jest znacznie tańszy niż 1 m<sup>2</sup> powierzchni kotła. W przyszłości zniknie potrzeba budowania bardzo wielkich kotłów. Na 10 000 — 15 000 kW wystarczy 500 m<sup>2</sup>.

IV. Intensywność wymiany ciepła, czyli ilość kalorii, przechodząca przez 1 m<sup>2</sup> powierzchni na godzinę, zależy od pewnego współ-

wanie rur żeberkowych, znacznie zwiększających powierzchnię czynną, stykającą się z gazem.

Wysokie ciśnienia ułatwiają wymianę ciepła między metalem a wodą lub parą. Wysokie temperatury zwiększają współczynnik  $k$ . Samo podwyższenie średniej temperatury wymiany ciepła zwiększa intensywność tej wymiany (z wyjątkiem skraplacza).

V. Możliwe udoskonalenie poszczególnych części siłowni.—Palenisko. Trzy główne rodzaje palenisk są obecnie w użyciu: palenisko łańcuchowe, schodkowe, i do węgla sproszkowanego. Dobre palenisko winno odpowiadać następującym wymaganiom: przydatność do najróżnorodniejszych gatunków węgla, a zwłaszcza łatwość spalania bardzo złych gatunków, elastyczność w pracy, dobre spalanie (dużo CO<sub>2</sub>, mało CO), popiół wolny od niedopałków. Warunkom tym najlepiej bodaj czyni zadość stosowanie paliwa sprosz-



kowanego, które wymaga jednak kosztownych urządzeń i szeregu uciążliwych operacji, jak suszenie i mielenie paliwa i t. d. Niema pewności, czy paliwo sproszkowane znajdzie kiedyś zastosowanie powszechne. Jeżeli paleniska łańcuchowe i schodkowe uda się zaopatrzyć w urządzenia, zapewniające bardzo mały procent niespalonego węgla w żużlu, to nie będą one ustępowały w niczem paleniskom na węgiel sproszkowany. Przy zachowaniu należytych wymiarów komory paleniskowej oba wymienione rodzaje palenisk dają dużą zawartość  $\text{CO}_2$ . Nie wykluczone jest otrzymywanie w nich żużla w postaci bardzo cennego produktu ubocznego, mianowicie cementu; w tym celu należałoby dodać do węgla drobne ilości itu lub wapienia. Jednoczesne stosowanie w tej samej siłowni palenisk łańcuchowych lub schodkowych i palenisk na węgiel sproszkowany może być niekiedy racjonalne: pierwsze z nich spalałyby odsortowane grubsze gatunki węgla, drugie zaś pozostały po przesianiu miał.

Czwartym paleniskiem, dotychczas jeszcze mało rozpowszechnionym, jest palenisko na gaz, wytwarzany w urządzeniach dystylacyjnych lub w generatorach gazowych. Gazy spalinowe są tu czyste, możliwe jest zmniejszenie komory paleniskowej, ułatwione jest przegrzewanie pary w samej turbinie.

Udoskonaleniem wielkiej wagi jest ochrona ogniotrwałych ścian komory paleniskowej zapomożą rur kotłowych lub przegrzewaczowych. Jednocześnie zwiększa się znacznie powierzchnia, wystawiona na bezpośrednie działanie ognia.

Kocioł. Zmniejszanie powierzchni kotła w miarę wzrostu ciśnienia i temperatury jest okolicznością pomyślną ze stanowiska eksploatacji, bezpieczeństwa i kosztów. Intensywność wymiany ciepła w kotle jest duża wskutek użycia części rur kotłowych do ochrony obmurowania paleniska. Ostatnie części powierzchni ogrzewalnej kotła dobrze jest wykonać z rur żeberkowych o małej średnicy.

Gazy spalinowe należy przeprowadzać przez kocioł z bardzo dużą prędkością, lecz bez nadmiernego zużycia energii, a więc bez żadnych zakrętów. Sprawa czystości powierzchni wewnętrznej kotła jest rozwiązana przez stosowanie szczelnych skraplaczy i dodawanie wody bardzo starannie oczyszczonej, albo poprostu dystylowanej. Bardzo ważną rzeczą jest utrzymywanie zewnętrznej powierzchni stale w stanie czystym. Duża przestrzeń komory paleniskowej i duża prędkość gazów ułatwiają to w znacznym stopniu.

Szczegółnej uwagi wymagają w kotłach o intensywnym parowaniu dwa punkty: samoczynne zasilanie kotła z zachowaniem stałego poziomu wody i oddzielanie wody od pary, by zapobiec zanieczyszczeniu przegrzewacza, którego rury muszą mieć bardzo małą średnicę.

Przegrzewacz. Jest to bardzo ważny organ przyszłego kotła. Składać się będzie z dwóch części. Pierwsza będzie przegrzewaczem typu zwykłego, podnoszącym temperaturę pary do  $450^\circ$ , a powyżej  $500^\circ\text{C}$ , wykonanym z rur (żeberkowych) ze stali miękkiej o bardzo małej średnicy wewnętrznej i umieszczonym w końcu powierzchni ogrzewalnej. Druga część przegrzewacza pozwoli podnieść temperaturę do  $600^\circ\text{C}$ , wykonana będzie z rur (również żeberkowych) z metalu specjalnego i umieszczona

będzie pomiędzy rurami ogniowemi kotła a częścią poprzednią. Można sobie również wyobrazić, że ta druga część przegrzewacza będzie umieszczona przy samej turbinie.

(Dok. nast.)

## Przepisy na przewodniki izolowane i kable do urządzeń prądu silnego.

Komisja Przepisowa Polskiego Komitetu Elektrycznego podaje do wiadomości niniejszy projekt „Przepisów na przewodniki izolowane i kable” z prośbą o nadsyłanie uwag pod adresem Polsk. Kom. Elektr. w terminie 6-ciomiesięcznym.

§ 1. Napięcie nominalne przewodnika lub kabla nie powinno być niższe od napięcia, panującego między dwoma dowolnymi przewodami i od napięcia, panującego między dowolnym przewodem a ziemią.

### I. Żyłła miedziana.

§ 2. Żyłła w przewodnikach i kablach powinna być wykonana z miedzi przewodowej o przewodności względem miedzi wzorowej co najmniej 96,6% (czyli przy  $+20^\circ\text{C}$  przewodność właściwa ma wynosić co najmniej  $0,966 \times 58 = 56 \frac{m}{\Omega \text{ mm}^2}$ , a oporność właściwa co najwyżej  $\frac{1}{0,966 \cdot 58} = 0,01785 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{m}$ ).

§ 3. Dla zmierzenia przewodności właściwej należy wyprostować kawałek drutu, zważyć, zmierzyć długość i obliczyć przekrój. Ciężkość właściwą znajduje się zapomocą specjalnego pomiaru lub przyjmuje się równą 8,89.

§ 4. Przekrój czynny określa się zasadniczo zapomocą pomiaru oporności, przyjmując przewodność miedzi równą 96,6% przewodności wzorowej miedzi przewodowej.

Dla żył wielodrutowych (linek) i dla przewodów wielodrutowych przyjmuje się rzeczywistą długość gotowych przewodników (lub sznurów), bez dodawania na skręt.

§ 5. Normalne przekroje nominalne są następujące: 0,5 mm<sup>2</sup>; 0,75; 1; 1,5; 2,5; 4; 6; 10; 16; 25; 35; 50; 70; 95; 120; 150; 185; 240; 300; 400; 500; 625; 800; 1 000 mm<sup>2</sup>.

### II. Przewodniki w odzieży włóknistej.

§ 6. Przewodniki w odzieży włóknistej są nieuznawane za przewodniki izolowane.

§ 7. Przewodnik minjowany lub haketalowski (drut: *DM*, *DH*; linka: *PM*, *PH*); odzież służy, wyłącznie jako ochrona żyły od wpływów chemicznych.

Żyłła miedziana, opleciona bawełną lub jutą nasyconą; masa minjowa (*M*), lub haketalowska (*H*).

§ 8. Przewodnik w odzieży papierowej, minjowany, lekkiej budowy (drut: *DPMK*, linka: *PPMK*).

Żyłła miedziana, owinięta podwójnie taśmą papierową, opleciona bawełną, nasycona minją.



§ 9. Przewodnik w odzieży papierowej minjowany (druć: *DPM*, linka: *PPM*) lub hatetalowski (druć: *DPH*, linka: *PPH*).

Żyła miedziana, owinięta podwójnie taśmą papierową, owinięta bawełną nasycaną i opleciona bawełną nasycaną; masa minjowa (*M*) lub haketalowska (*H*).

### III. Przewodniki w izolacji gumowej.

#### Żyła miedziana.

§ 10. Żyła przewodowa ma się składać z drutów miedzianych, ocynowanych w ogniu.

§ 11. Żyły o przekroju do 16 mm<sup>2</sup> włącznie mogą być wykonane: 1) bądź w postaci drutów jednolitych, 2) bądź w postaci linek, zwitych co najmniej z 7-iu drutów.

Żyły o przekroju 25 mm<sup>2</sup> i wyżej mają być wykonane z linek wielodrutowych. Liczba drutów w lince ma wynosić co najmniej:

dla przekroju 25 mm <sup>2</sup>	7
35 „ do 95 mm <sup>2</sup> włącznie	19
120 „ „ 185 „ „	37
240 „ „ 400 „ „	61
500 „ „ 625 „ „	91
800 „ „ 1 000 „ „	127

Żyły, zwite z większej liczby drutów, nazywają się giętkimi.

§ 12. Żyły w przewodnikach i w sznurach do wszelkich odbiorników przenośnych i w przewodnikach w oponie gumowej mają być skręcone z cienkich drucików o średnicy nie większej, niż podaje tablica następująca:

Przekrój żyły:	Najmniejsza średnica druczika:
0,5 mm <sup>2</sup> do 0,75 mm <sup>2</sup> włącznie	0,2 mm
1 „ „ 2,5 „ „	0,25 „
4 „ „ 6 „ „	0,3 „
10 „ „ 35 „ „	0,4 „

§ 13. Wyjątkowo przewodniki świecznikowe o przekroju 0,5 mm<sup>2</sup> i 0,75 mm<sup>2</sup> i sznury zwieszakowe o przekroju 0,75 mm<sup>2</sup> mogą być zwite z drucików o średnicy 0,25 mm.

§ 14. Przekrój żyły doziemnej ma być dostosowany do przekroju przewodowego, jak podaje następująca tablica. Żyła ma być skręcona z cienkich drucików o średnicy nie większej, niż podaje tablica

Żyła przewodowa przekrój:	Żyła doziemna przekrój najmniejszy:	największa średnica druczika:
1 mm <sup>2</sup> do 2,5 mm <sup>2</sup> włącznie	1 mm <sup>2</sup>	0,25 mm.
4 „ „ 6 „ „	2,5 „	0,25 „
10 „ „ 16 „ „	4 „	0,3 „
25 mm <sup>2</sup> „ „	6 „	0,3 „
35 „ „	10 „	0,4 „

#### Powłoka gumowa.

§ 15. Powłoka z gumy wulkanizowanej ma zawierać co najmniej 33% kauczuku. Żywicy nie powinno być więcej ponad 6% wagi kauczuku. Tworzywa organiczne są dopuszczalne tylko w postaci stałej parafiny. Parafiny tej nie powinno być więcej ponad 5% wagi wszystkich przymieszek. Ciężkość właściwa powłoki gumowej ma wynosić co najmniej 1,5.

§ 16. W zasadzie najmniejsza grubość powłoki gumowej ma odpowiadać wymaganiam tablicy I.

Tablica I. Grubość powłoki gumowej.

Napięcie nominalne w V	do 750	2 000	3 000	6 000	10 000	15 000	25 000
Przekrój żyły w mm <sup>2</sup>	Najmniejsza grubość w mm.						
0,75; 1; 1,5	0,8	1,5	1,7	—	—	—	—
2,5; 4	1	1,5	1,8	3	—	—	—
6	1	1,5	1,8	3	4,7	—	—
10	1,2	1,7	2	3,2	4,5	7	—
16	1,2	1,7	2	3,2	4,3	6,5	8,5
25	1,4	2	2,2	3,2	4,3	6	8
35	1,4	2	2,2	3,2	4,3	6	7,5
50; 70	1,6	2,3	2,4	3,4	4,3	6	7,5
95; 120	1,8	2,6	2,6	3,4	4,3	6	7,5
150	2	2,8	2,8	3,6	4,3	6	7,5
185	2,2	3	3	3,6	4,3	6	7,5
240	2,4	3,2	3,2	3,8	4,3	6	7,5
300	2,6	3,4	3,4	3,8	4,3	6	7,5
400	2,8	—	—	—	—	—	—
500; 625	3,2	—	—	—	—	—	—
800; 1 000	3,5	—	—	—	—	—	—

§ 17. Wyjątkowo przewodniki świecznikowe o przekroju 0,5 mm<sup>2</sup> i 0,75 mm<sup>2</sup> i sznury zwieszakowe o przekroju 0,75 mm<sup>2</sup> otrzymują powłokę gumową o grubości 0,6 mm.

#### Próba na przebicie.

§ 18. W zasadzie wszelkie przewodniki jedno i wielożyłowe, tudzież sznury probuje się na przebicie w wodzie o temperaturze do 25° C.

Przewodnik po 24-ro godzinnem leżeniu w wodzie powinien wytrzymać napięcie probiercze w ciągu 1/2 godziny.

Napięcie nominalne:	Napięcie probiercze	
	prądu stałego:	prądu zmiennego 50 okr. na sek.
do 750 V	2 800 V	2 000 V
„ 2 000 „	—	4 000 „
„ 3 000 „	—	6 000 „
„ 6 000 „	—	10 000 „
„ 10 000 „	—	15 000 „
„ 15 000 „	—	23 000 „
„ 25 000 „	—	35 000 „

Probując prądem stałym, należy stosować źródło prądu o mocy co najmniej 2 kW.

§ 19. Wyjątkowo probuje się na przebicie w stanie suchym, w ciągu 1/2 godziny przewodniki następujące:

Rodzaj przewodnika:	Napięcie probiercze prądu zmiennego 50 okr. na sek.
przewodnik gumowy z wieszarkową linką stalową lub żelazną do 750 V	2 000 V
przewodnik płaszczowy („Kuhlo” itp.)	2 000 „
przewodnik pancerny . . . . .	4 000 „
przewodnik świecznikowy . . . . .	1 000 „
sznur zwieszakowy . . . . .	1 000 „

§ 20. Plan próby na przebicie:



		Czas trwania próby	
Przewodnik	1-żył.	a) żyła 1 względem 0	30 min.
"	2	{ a) żyła 1 wzgl. żyły 2 b) " 1+2 " 0	{ 15 " } { 15 " }
"	3	{ a) żyły 1+2, " żyły 3+0 b) " 1+3 " " 2+0 c) " 2+3 " " 1+0	{ 10 " } { 10 " } { 10 " }
"	4	{ a) żyły 1+3 " " 2+4 b) " 1+2 " " 3+4 c) " 1+2+3+4 wzg. 0	{ 10 " } { 10 " } { 10 " }

O w powyższym planie oznacza:

1) przy próbie przewodników z dodatkową żyłą lub osłoną metalową—ową żyłą lub osłonę, a więc: żyłą doziemną, metalową linkę wieszarkową, płaszcz lub pancierz.

2) przy próbie wodnej — wodę.

§ 21. Jednożyłowe przewodniki świecznikowe próbuje się na dwóch odcinkach 5-cio metrowych, skręconych ze sobą na kształt sznura.

**Przewodniki zakładane na stałe.**

§ 22. Przewodnik ogumowany do 750 V (drut — DG; linka — PG; linka giętka — PGG; linka bardzo giętka PGE).

Żyła miedziana ocynowana o przekroju od 1 do 1000 mm<sup>2</sup>, powleczona gumą wulkanizowaną, owinięta bawełną, owinięta bawełnianą taśmą nagumowaną i opleciona nasyconym materiałem włóknistym.

W przewodnikach wielożyłowych oplecenie może być wspólne.

§ 23. Przewodnik ogumowany wielowarstwowy do wysokich napięć: 2000, 3000, 6000, 10000, 15000 i 25000 V (drut: DGW; linka — PGW).

Żyła miedziana ocynowana o przekroju 1 do 300 mm<sup>2</sup>, powleczona gumą wulkanizowaną wielowarstwową owinięta bawełnianą taśmą nagumowaną i opleciona nasyconym materiałem włóknistym.

W przewodnikach wielożyłowych oplecenie może być wspólne.

§ 24. Przewodnik płaszczowy do zakładania na tynku w urządzeniach niskiego napięcia (PGP).

Żyła miedziana ocynowana, powleczona gumą wulkanizowaną, owinięta bawełnianą taśmą nagumowaną i pokryta warstwą włóknistą o grubości co najmniej 0,4 mm.

Jedną lub kilka takich żył izolowanych otacza obcisły płaszcz metalowy na zakładkę. Płaszcz może być wykonany z materiału twardego zabezpieczonego od rdzy o grubości co najmniej 0,25 mm.

Napięcie probiercze — 2000 V.

§ 25. Przewodnik pancerny do 1000 V (PGU).

Żyła miedziana ocynowana, powleczona wulkanizowaną gumą wielowarstwową na 2000 V, owinięta bawełnianą taśmą nagumowaną i pokryta warstwą włóknistą, wytrzymałą mechanicznie.

Jedną lub kilka takich żył izolowanych otacza pancierz z drutów metalowych, zabezpieczonych od rdzy, w postaci obwoju lub oplotu.

Napięcie probiercze — 4000 V.

**Przewodniki do świeczników.**

§ 26. Przewodnik świecznikowy do zakładania wewnątrz świeczników lub na świecznikach w urządzeniach niskiego napięcia (drut jednożyłowy — DS; linka jednożył. — PS; wielożyłowy płaski — PSP; wieloż. okrągły — PSO; wielożył. skręcony — PSS).

Żyła miedziana (p. § 13) ocynowana o przekroju 0,5 lub 0,75, mm<sup>2</sup> powleczona warstwą gumy wulkanizowanej (§ 17) i opleciona materiałem włóknistym, który może być w odpowiedni sposób nasycony.

W przewodnikach dwużyłowych oplot może być wspólny.

Napięcie probiercze — 1000 V.

§ 27. Sznur zwieszakowy do niskiego napięcia (jednożył. — SZ; skręcony — SZS; okrągły — SZO).

Żyła miedziana (p. § 13) ocynowana o przekroju 0,75 mm<sup>2</sup>, oprzędzona bawełną i powleczona warstwą gumy wulkanizowanej (p. § 17).

Jedna lub dwie takie żyły izolowane, wraz ze szpagatem wieszarkowym oplata się wspólnie. Zamiast szpagatu może być linka metalowa oprzędzona lub opleciona. Sznur może nie mieć wspólnego oplecenia, ale wówczas przewodniki pojedyncze muszą być oplecione z osobna.

Sznur zwieszakowy musi być tak giętki, aby przewodnik pojedynczy nawijał się na krążek o średnicy 25 mm, a sznur podwójny — na krążek o średnicy 35 mm.

Napięcie probiercze — 1000 V.

**Przewodniki do przenośnych odbiorników prądu.**

§ 28. Sznur pokojowy na małe obciążenie mechaniczne, do urządzeń niskiego napięcia w suchych pomieszczeniach mieszkalnych (skręcony — S; okrągły — SO).

Żyła miedziana (p. § 12) ocynowana o przekroju od 0,75 mm<sup>2</sup> do 6 mm<sup>2</sup>, oprzędzona, powleczona warstwą gumy wulkanizowanej (§ 16) i opleciona przędzą, nićmi lub jedwabiem. Żyła o przekroju 4 mm<sup>2</sup> i 6 mm<sup>2</sup> może być nieoprzędzona.

Dwie lub trzy takie żyły izolowane skręca się ze sobą. W sznurach okrągłych oplot dla wszystkich żył jest wspólny. Sznury o przekroju 0,75 mm<sup>2</sup> są dopuszczalne tylko w wykonaniu okrągłym.

§ 29. Sznur przenośny na małe obciążenie mechaniczne, do urządzeń niskiego napięcia w suchych pomieszczeniach, do odbiorników niewielkich (SRO).

Żyła miedziana (p. § 12) ocynowana o przekroju od 1 do 6 mm<sup>2</sup>, oprzędzona, powleczona warstwą gumy wulkanizowanej. Żyła o przekroju 4 mm<sup>2</sup> i 6 mm<sup>2</sup> może być nieoprzędzona.

Dwie lub trzy żyły izolowane owija się wspólnie wraz z włóknem wyokrąglającem bawełnianą taśmą nagumowaną i oplata nasyconą przędzą bawełnianą.

§ 30. Sznur warsztatowy lekki na małe obciążenie mechaniczne, do urządzeń niskiego napięcia w suchych warsztatach, do odbiorników niewielkich (SWK).



Żyła miedziana (p. § 12) ocynowana o przekroju od 1 do 6 mm<sup>2</sup>, oprzędzona, powleczona warstwą gumy wulkanizowanej i owinięta bawełnianą taśmą nagumowaną. Żyła o przekroju 4 mm<sup>2</sup> i 6 mm<sup>2</sup> może być nieoprzędzona.

Dwie lub trzy takie żyły izolowane owija się wspólnie wraz z włóknem wyokrąglałym bawełnianą taśmą nagumowaną i oplata nasmołowanym szpagatem konopnym.

§ 31. Sznur warsztatowy normalny na średnie obciążenie mechaniczne, do urządzeń niskiego napięcia w warsztatach (SW).

Żyła miedziana (p. § 12) ocynowana o przekroju od 1 do 35 mm<sup>2</sup>, oprzędzona, powleczona warstwą gumy wulkanizowanej i owinięta bawełnianą taśmą nagumowaną. Żyła o przekroju 4 mm<sup>2</sup> i wyżej może być nieoprzędzona.

Dwie lub trzy takie żyły owija się wspólnie wraz z włóknem wyokrąglałym bawełnianą taśmą nagumowaną, otacza się gęstym oplotem z bawełny nasyconej i jeszcze raz oplata się nasycionym szpagatem konopnym.

Sznur może mieć pozatem żyłę doziemną wg. § 14.

§ 32. Przewodnik w oponie gumowej lekki do odbiorników niskiego napięcia 1) o przekroju 0,75 — 1 mm<sup>2</sup> dla odbiorników pokojowych (naczyni do gotowania, żelazek do prasowania i t. d.) o mocy do 1000 V i 2) o przekroju 1,5 — 2,5 mm<sup>2</sup> dla odbiorników kuchennych i t. p. o mocy do 2000 W.

Żyła miedziana (§ 12) ocynowana o przekroju od 0,75 mm<sup>2</sup> do 2,5 mm<sup>2</sup>, oprzędzona, powleczona warstwą gumy wulkanizowanej (§ 16) owinięta bawełnianą taśmą nagumowaną.

Dwie lub kilka takich żył izolowanych otacza się gumą wulkanizowaną tak, aby wszelkie szczeliny były wypełnione i aby wspólna opona gumowa w miejscu najszlubszym miała grubość

dla przekroju 0,75 mm <sup>2</sup>		0,8 mm
" 1 "	"	1 "
" 1,5 "	"	1,2 "
" 2,5 "	"	1,5 "

Szczeliny mogą być wypełnione również nitkami konopnymi lub bawełnianymi, otoczonemi gumą. Mieszanka gumy do wypełnienia szczelin i do wspólnej opony gumowej ma być wytrzymała mechanicznie i zawierać co najmniej 25% kauczuku. Mieszanie tej nadaje się barwę brunatno-czerwoną, aby wyróżnić oponę od powłoki izolacyjnej.

§ 33. Przewodnik w oponie gumowej normalny do 750 V, do odbiorników przenośnych i przewoźnych (silników w rolnictwie, wiertarek i t. d.).

Ustrój: żyła miedziana (§ 12) ocynowana o przekroju od 1,5 do 16 mm<sup>2</sup>, oprzędzona, powleczona warstwą gumy wulkanizowanej i owinięta bawełnianą taśmą nagumowaną. Żyła o przekroju 4 mm<sup>2</sup> i wyżej może być nieoprzędzona.

Dwie lub kilka takich żył izolowanych otacza się wspólnie oponą gumową tak, aby wszelkie szczeliny były wypełnione. Na oponę nawija się bawełnianą taśmą nagumowaną i powleka jeszcze jedną oponą gumową.

Najmniejsza grubość warstwy gumowej w oponach:

Przekrój żyły:	Grubość warstwy gumowej wewnętrznej:	w oponie zewnętrznej:
1,5 mm <sup>2</sup>	1	1,6
2,5 mm <sup>2</sup> —6 mm <sup>2</sup>	1,2	2
10 mm <sup>2</sup>	1,4	2,2
16 mm <sup>2</sup>	1,5	2,5

Szczeliny mogą być wypełnione również nitkami konopnymi lub bawełnianymi, otoczonemi gumą. Mieszanka gumy do wypełnienia szczelin i do wspólnej opony gumowej ma być wytrzymała mechanicznie i zawierać co najmniej 25% kauczuku. Mieszanie tej nadaje się barwę brunatno-czerwoną, aby wyróżnić oponę od powłoki izolacyjnej. Przewodnik może mieć pozatem żyłę doziemną wg. § 14.

§ 34. Sznur przemysłowy lekki na małe obciążenie mechaniczne do urządzeń w przemyśle, górnictwie i rolnictwie do 1000 V (SPK).

Żyła miedziana (§ 12) ocynowana, o przekroju 1 do 16 mm<sup>2</sup> oprzędzona, powleczoną wulkanizowaną gumą wielowarstwową na 2000 V i owinięta bawełnianą taśmą nagumowaną.

Żyła o przekroju 4 mm<sup>2</sup> i wyżej może być nieoprzędzona.

Dwie lub kilka takich żył izolowanych wraz z włóknem wyokrąglałym owija się wspólnie bawełnianą taśmą nagumowaną, oplata ocynowanymi drucikami miedzianymi dla utworzenia żyły doziemnej (§ 14), otacza się gęstym oplotem z bawełny nasyconej i jeszcze raz oplata się nasycionym szpagatem konopnym.

Napięcie probiercze — 4000 V.

§ 35. Sznur przemysłowy normalny do urządzeń w przemyśle, górnictwie i rolnictwie do 1000 (SP).

Ustrój pojedynczy żyły izolowanej taki sam, jak w sznurach przemysłowych lekkich (SPK).

Dwie lub kilka takich żył wspólnie powleka się gumą wulkanizowaną tak, aby wszelkie szczeliny były wypełnione i żeby wspólna powłoka gumowa w miejscu najszlubszym było co najmniej tej samej grubości, co powłoka żył pojedynczych. Guma, użyta na powłokę wspólną, podlega przepisom ogólnym § 15. Na wspólną powłokę gumową nawija się bawełnianą taśmą nagumowaną, oplata ocynowanymi drucikami miedzianymi dla utworzenia żyły doziemnej (§ 14), otacza gęstym oplotem z bawełny nasyconej i jeszcze raz oplata się nasycionym szpagatem konopnym.

Napięcie probiercze — 4000 V.

§ 36. Oznaczenia. Każdy przewodnik powinien być zaopatrzony w nitkę zieloną na znak, że odpowiada niniejszym przepisom i w drugą nitkę barwną dla oznaczenia fabryki, z której pochodzi. Nitki należy umieszczać pod oplecieniem wewnętrznym wzgl. pod wspólną oponą gumową.

Przydział barw fabrycznych należy do kompetencji Polskiego Komitetu Elektrotechnicznego.

#### IV. Kable obołowiane.

§ 37. Ustrój żyły przewodowej w kablach jednożyłowych podaje tabl. II, a wielożyłowych — tabl. III.



Tablica II. Ustrój jednożyłowych kabli obołowiowych na prąd stały do 500 i 750 V.

Przekrój w mm <sup>2</sup>	Żyła miedziana		Izolacja papierowa		Płaszcz ołowiany.	Materiał włóknisty.	Pancerz		Materiał włóknisty
	Najmniejsza liczba drutów w kablu	z żyłą probierczą.	na 500 V	na 750 V			grubość wstęgi w mm.	grubość drutu w mm.	
			grubość w mm						
1	1	—	1,5	1,75	1,1	1,5	—	co najmniej 1,8	1,5
1,5	1	—	1,5	1,75	1,1	1,5	—		1,5
2,5	1	—	1,5	1,75	1,1	1,5	—		1,5
4	1	—	1,5	1,75	1,2	1,5	—		1,5
6	1	—	1,5	1,75	1,2	1,5	2×0,5		1,5
10	1	—	1,5	1,75	1,2	1,5	2×0,5		1,5
16	1	3	1,5	2	1,2	1,5	2×0,5		1,5
25	7	6	1,5	2	1,2	1,5	2×0,7		2,0
35	7	6	1,5	2	1,3	1,5	2×0,7		2,0
50	7	6	1,5	2	1,3	1,5	2×0,7		2,0
70	19	18	1,5	2	1,4	1,5	2×0,7	2,0	
95	19	18	1,5	2	1,4	1,5	2×0,7	2,0	
120	19	18	1,5	2	1,5	2,0	2×0,7	2,0	
150	19	18	1,8	2,25	1,6	2,0	2×0,9	2,0	
185	37	36	1,8	2,25	1,7	2,0	2×0,9	2,0	
240	37	36	1,8	2,5	1,8	2,0	2×0,9	2,0	
300	37	36	2,3	2,5	1,9	2,5	2×0,1	2,0	
400	37	36	2,3	2,5	2,0	2,5	2×0,1	2,0	
500	37	36	2,3	2,75	2,1	2,5	2×0,1	2,0	
625	37	36	2,3	2,75	2,3	2,5	2×0,1	2,0	
800	37	36	2,3	3,0	2,4	2,5	2×0,1	2,0	
1000	61	60	2,3	3,0	2,6	2,5	2×0,1	2,0	

Tablica III. Ustrój żyły miedzianej i grubość warstwy papierowej wokoło każdej żyły w kablach wielożyłowych.

Przekrój w mm <sup>2</sup>	Żyła miedziana.	Grubość warstwy papierowej wokoło każdej żyły w mm.							
		Najmniejsza liczba drutów.	500 V	750 V	2000 V	3000 V	5000 V	6000 V	10000 V
1	1	1,0	1,8	2,0	—	—	—	—	—
1,5	1	1,0	1,8	2,0	—	—	—	—	—
2,5	1	1,0	1,8	2,0	—	—	—	—	—
4	1	1,0	1,8	2,0	2,8	—	—	—	—
6	1	1,0	1,8	2,0	2,8	3,5	4,0	4,5	—
10	1	1,0	1,8	2,0	2,8	3,5	4,0	4,5	—
16	1	1,0	2,0	2,5	3,3	3,5	4,0	4,5	—
25	7	1,0	2,0	2,5	3,3	3,8	4,5	5,0	—
35	7	1,0	2,0	2,5	3,3	3,8	4,5	5,0	—
50	19	1,0	2,0	2,5	3,3	3,8	4,5	5,0	—
70	19	1,0	2,0	2,5	3,3	3,8	4,5	5,0	—
95	19	1,0	2,0	2,5	3,8	4,3	5,0	5,5	—
120	19	1,0	2,0	2,5	3,8	4,3	5,0	5,5	—
150	37	1,0	2,0	2,5	4,0	4,5	5,5	6,0	—
185	37	1,0	2,0	2,8	4,0	4,5	5,5	6,0	—
240	37	1,0	2,0	2,8	4,0	4,5	5,5	6,0	—
300	61	1,0	2,0	2,8	4,0	4,5	5,5	6,0	—
400	61	1,0	2,0	2,8	4,0	—	—	—	—

§ 38. Druty probiercze są dopuszczalne tylko w kablach na napięcie robocze do 750 V. Najmniejszy przekrój dopuszczalny — 1 mm<sup>2</sup>.

§ 39. W kablach, izolowanych gumą, powłoka gumowa ma odpowiadać wszystkim wymaganiom, podanym w § 15.

§ 40. W kablach, izolowanych gumą, grubość powłoki gumowej ma odpowiadać wymaganiom tablicy I (§ 16), jednak ma wynosić co najmniej 1,5 mm.

§ 41. Papier, używany do izolowania kabli, powinien być dokładnie przesycony. Grubość warstwy papierowej w kablu jednożyłowym powinna odpowiadać wymaganiom tablicy II. W kablu wielożyłowym grubość warstwy papierowej, otaczającej każdą żyłę z osobna, powinna być dostosowana do wymagań tablicy III. Izolacja, otaczająca wszystkie żyły razem, powinna być tak dobrana, aby grubość warstw izolacyjnych między każdą żyłą a powłoką ołowianą równała się grubości warstw między dwiema żyłami.

§ 42. Grubość płaszcz ołowianego, warstwy włóknistej, pancerza i zewnętrznej warstwy włóknistej dla kabla jednożyłowego podaje tablica II, a dla kabla wielożyłowego — tablica IV.

Tablica IV. Ustrój kabli wielożyłowych.

Rdzeń kablo- wy (żyły wraz z izolacją).	Płaszcz ołowiany.	Materiał włóknisty.	Pancerz; grubość wstęgi.	Materiał włóknisty.
średnica w mm.	grubość w mm.			
do 10	1,2	1,5	2×0,5	1,5
12	1,3	1,5	2×0,8	2
14	1,4	1,5	2×0,8	2
16	1,4	1,5	2×0,8	2
18	1,5	1,5	2×0,8	2
20	1,6	2,0	2×1,0	2
23	1,7	2,0	2×1,0	2
26	1,8	2,5	2×1,0	2
29	1,9	2,5	2×1,0	2
32	2,0	2,5	2×1,0	2
35	2,1	2,5	2×1,0	2
38	2,2	2,5	2×1,0	2
41	2,3	2,5	2×1,0	2
44	2,4	2,5	2×1,0	2
47	2,6	2,5	2×1,0	2
54	2,7	2,5	2×1,0	2
62	2,9	2,5	2×1,0	2
70	3,1	2,5	2×1,0	2

§ 43. Kable, izolowane czy to gumą, czy papierem próbuje się w fabryce w ciągu pół godziny na przebiegu prądem zmiennym o 50 okresach na sekundę. Kable jednożyłowe na 500 V próbuje się napięciem 1000 V, a kable na 750 — 1200 V. Napięcie probiercze dla kabli wielożyłowych wynosi podwójne napięcie robocze plus 1000, a więc dla 500 V — 2000 V, dla 750 — 2500 V i t. d.

§ 44. Plan próby taki sam, jak dla przewodników w izolacji gumowej — p. § 20, przy czym 0 będzie oznaczało płaszcz ołowiany.

§ 45. Kable izolowane gumą, niezależnie od próby kabla wykończonego (§ 43) podlegają podczas



fabrykacji próbie następującej. Każdą żyłę izolowaną próbuje się z osobna na przebicie w wodzie tak, jak przewodniki ogumowane (§ 18).

§ 46. Stopień bezpieczeństwa kabla sprawdza się na odcinku o długości mniej więcej 5 metrów. Napięcie przykłada się między żyły i płaszcz wg. układu, podanego w § 44. Napięcie szybko podnosi się w górę, aż do 5-cio krotnej wartości napięcia roboczego. Kabel powinien znieść to napięcie w ciągu 5-ciu minut.

§ 47. Wytrzymałość mechaniczną kabla sprawdza się na odcinku o długości mniej więcej 5 metrów. Obnażywszy kabel z pancerza żelaznego, nawija się go na walec, następnie odwija się, prostuje, nawija w kierunku przeciwnym i znów odwija się i prostuje. Po trzykrotnemu powtórzeniu tej próby (6-cio krotne nawijanie) odcinek kabla powinien wytrzymać normalną próbę na przebicie wg. § 43. Średnica walca ma wynosić 15-to krotną średnicę kabla zmierzoną na płaszczu ołowianym. Próba ma się odbywać przy temperaturze nie niższej od 10°C.

§ 48. Ułożone linje kablowe próbuje się w ciągu godziny na przebicie prądem zmiennym o 50 okresach na sekundę lub prądem stałym. Napięcie probiercze prądu zmiennego ma wynosić półtorakrotną wartość napięcia roboczego, a napięcie prądu stałego—trzykrotną wartość napięcia roboczego. Plan próby taki, jak w § 44 z tą tylko zmianą, że czas trwania będzie podwójny.

§ 49. Każdy kabel, odpowiadający niniejszym przepisom, powinien być zaopatrzony w wyraźny znak fabryczny.

Przydział znaków fabrycznych należy do kompetencji Polskiego Komitetu Elektrotechnicznego.

## Zabezpieczanie urządzeń elektrycznych od nadmiernych prądów zwarcia.

inż. Jan Gize.

W miarę wzrostu społecznych elektrowni „zabezpieczanie” automatami stawało się coraz mniej bezpieczne. Przy niezwykłych wartościach mocy zwarcia, jakie mają miejsce w urządzeniach społecznych, zachodzi obawa, że wyłączniki olejowe przestaną działać, same częstokroć ulegając zniszczeniu.

Już przy średniej wielkości elektrowni np. 5 000 kW, przy trzech prądnicach o wewnętrznym spadku napięcia 15% moc zwarcia może osiągnąć 100 000 kVA. Tymczasem granicą mocy zwarcia dla najpotężniejszych społecznych wyłączników olejowych jest liczba znacznie mniejsza.

Naogół w małych urządzeniach opór przewodów zasilających, opór wewnętrzny samych maszyn i t. p. ograniczają wartość prądu zwarcia do tego stopnia, że odpowiedni wyłącznik automatyczny działa pewnie.

W wielkich jednak urządzeniach z potężnymi prądnicami turbinowymi, a częstokroć wielu stacjami, pracującymi na sieci sprzężone, kiedy już i umiejscowienie błędu zwarcia staje się kwestją pierwszorzędnej wagi, — doszliśmy do takich mocy, że należało pomyśleć o ograniczeniu wartości prądów zwarcia. W sposób zadawalniający ograniczenie takie osiągamy za pomocą dławika prądowego (current limiting reactor) liczba znacznie mniejsza.

Jest to cewka dławikowa, stale włączona w obwód i powodująca nieznaczne straty napięcia i energii w warunkach normalnych. W wypadku jednak krótkiego zwarcia jej opór indukcyjny wystarcza do ograniczenia prądu zwarcia do wysokości, przy której dobrze działają wyłączniki samoczynnie. Tu zmniejsza się w znacznym stopniu niebezpieczeństwo, grożące prądnicę, głównie wobec sił elektrodynamicznych, jakie występują przy krótkich zwarciach w uzwojeniu maszyny, a zwłaszcza w połączeniach zewnętrznych statora.

Wielkości, charakteryzujące dławik prądowy. Jeżeli przyjmiemy że reaktancja dławika wynosi —  $X^1$ ), to odpowiadający mu spadek napięcia przy prądzie pełnego obciążenia  $I$ , będzie:

$$V_d = I X,$$

— pomijając znikomą opór omowy dławika. Przy napięciu przewodowym  $V_p$ , a więc fazowym  $\frac{V_p}{\sqrt{3}}$ , stosunek  $V_d$  do napięcia fazowego w procentach będzie:

$$P_d \% = \frac{100 I X \sqrt{3}}{V_p} \dots \dots \dots (1)$$

W praktyce posługujemy się właśnie wielkością  $P_d$ , dla charakterystyki warunków w poszczególnych wypadkach.

Stosunek

$$100 : P_d \dots \dots \dots (2)$$

wyraża stosunek prądu zwarcia do prądu pełnego obciążenia, jeżeli przyjmiemy, że w obwodzie mamy tylko opór indukcyjny dławika.

Rodzaje dławików. Podstawowym wymaganiem, stawianym dławikowi prądowemu, jest wymaganie aby spadek indukcyjny napięcia w dławiku wzrastał linjowo wraz z prądem. Obecność więc żelaza w obwodzie magnetycznym dławika nie jest pożądana ze względu na obawę nasycenia magnetycznego. Stąd ogromna większość typów rynkowych dławików jest budowana bez żelaza. Przez to wymiary ich są znaczne, a więc — i cena. Zastosowanie dławików wymaga powiększenia budynku rozdzielni. W typowej stacji amerykańskiej mocy 160 000 kW<sup>2)</sup> przestrzeń, zajęta przez dławiki, wynosi około 20% objętości rozdzielni (cała rozdzielnia pod dachem, z wyjątkiem zabezpieczenia od przepięć oraz części transformatorów).

Początkowo budowano dławiki w sposób dość kosztowny, zaopatrując je w płaszcz z cegieł porcelanowych. Później zaczęto budować dławiki „otwarte”, które wymagają przegród, wykonywanych zazwyczaj z betonu.

Z takich dławików najbardziej rozpowszechniony obecnie w Ameryce jest dławik, składający się z gołego drutu miedzianego, ułożonego w zwoje spiralne, umocowane w cementowych słupkach. Zwoje nawinięte są na bocznych powierzchniach stożków ściętych, zwróconych ku sobie raz wierzchołkami, to znowu podstawami. Wskutek tego przewody o dużej różnicy potencjałów (Rys. 1) są od siebie dostatecznie oddalone. Rys. 1a przedstawia układ trzech dławików trójfazowych, rys. 1b — dławik w przewietrzanej komorze.

Umieszczenie dławików.

A) Dławiki prądnicowe umieszczane są pomiędzy prądnicą a szynami zbiorczymi. Naogół, jeżeli maszyna posiada dostateczną reaktancję wewnętrzną, dławiki prądowe są tu zbędne. Ostatecznie więc sprawa dławików

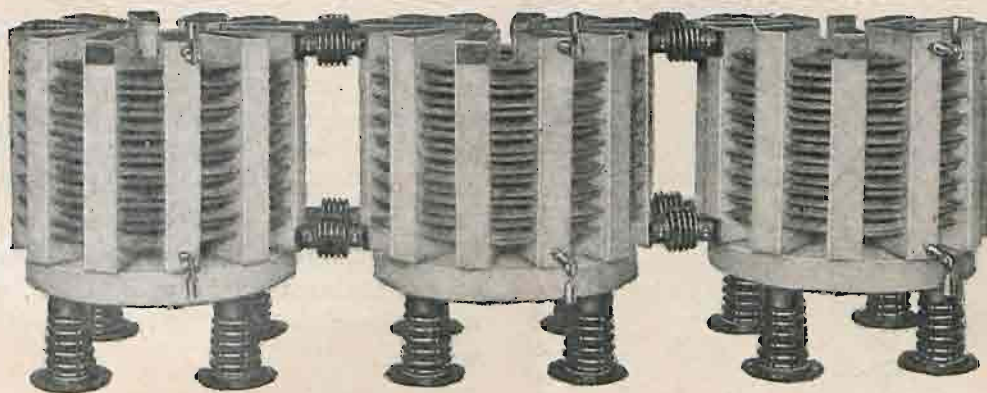
<sup>1)</sup>  $X = 2\pi fL$ .

<sup>2)</sup> Przykład ten jest zaczerpnięty ze stacji projektowane w Venice, Ollinois Pa.



prądnicowych należy raczej do konstruktora maszyn. Traktując samą maszynę jako dławik (w wypadku krótkiego zwarcia), znajdziemy, że  $P_d$  (patrz wzór 1) dla prądnicy 50 okresowej wynosi tu 15 do 20%. Dodanie np. 7% reaktancji zewnętrznej (t. j. w dławiku) wystarczy zupełnie.

Działanie tego typu dławików jest więcej wszechstronne. Zabezpieczają one różne części urządzenia od zwarć na sieci, które najczęściej się zdarzają. Ponadto chronią od znacznego spadku napięcia na szynach zbiorczych, a więc umiejscawiają wpływ uszkodzenia.



Rys. 1-a.

Należy zaznaczyć, że dławiki prądnicowe zabezpieczają tylko samą prądnicę oraz jej wyłączniki olejowe. Nie przyczyniają się natomiast one do utrzymania na szynach

Wymiary dławików przewodowych zależą od wielkości elektrowni. Dla wielkich stacji, gdy stosunek mocy przesyłanej przez jeden przewód do mocy maszyny jest duży, wystarcza dać dławiki o  $P_d = 3\%$  (wzór 1), dla warunków gorszych — wzwyż do ok 10%, — oczywiście przy pełnym prądzie przewodu zasilającego. Wartości te ustala się, rzecz jasna, przez obliczenie.

Zrozumiałe jest, że dławiki przyczyniają się do obniżania współczynnika mocy układu. Istotnie, na rys. 2:

- $I$  — prąd pełnego obciążenia,
  - $V_1$  — napięcie za dławikiem,
  - $V_2$  — napięcie przed dławikiem,
  - $\varphi_1$  i  $\varphi_2$  — kąty fazowe,
  - $V_d$  — indukcyjny spadek napięcia na dławiku.
- Z rysunku tego widzimy, że:

$$\cos \varphi_2 = \frac{V_1}{V_2} \cos \varphi_1$$

Podstawiając wartość  $V_2$  z trójkąta  $OAB$ , i zastępując  $V_d$  przez równoważną wartość

$$\frac{P_d}{100} \cdot V_1,$$

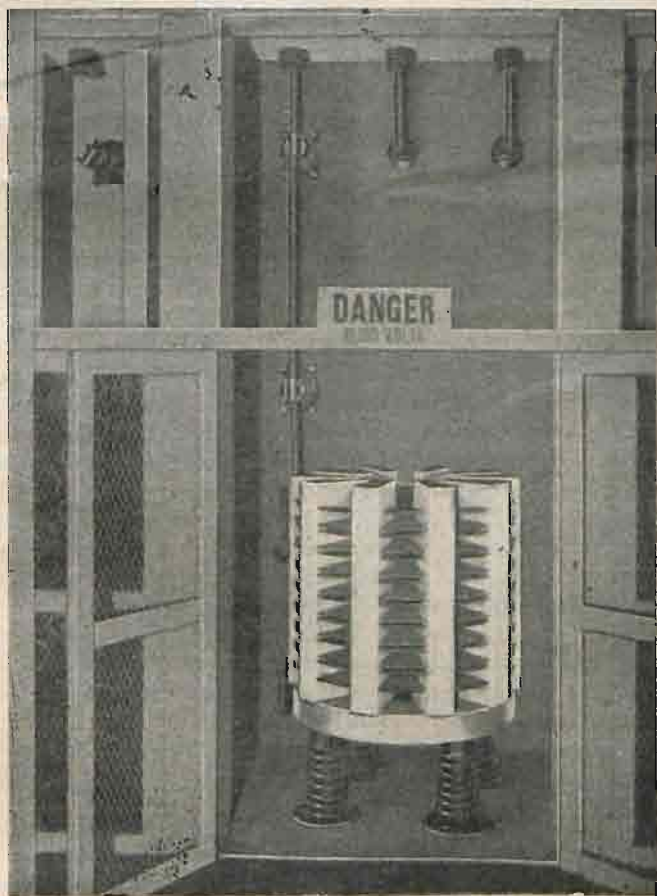
znajdziemy:

$$\cos \varphi_2 = \frac{1}{\sqrt{1 + 0.02 P_d \sin \varphi_1 + \left(\frac{P_d}{100}\right)^2}} \quad (3)$$

Ze wzoru tego widać, że współczynnik mocy maleje wraz ze wzrostem indukcyjności dławika oraz kąta fazowego.

C) Trzecim typem dławika prądowego jest dławik szynowy. Stosowanie tego typu dławika wiąże się z powszechnym obecnie dążeniem do dzielenia elektrowni na sekcje. Każda sekcja posiada swoją jednostkę wytwarzającą energię oraz układ przewodów zasilających, tworząc wystarczający dla siebie zespół.

Dławiki szynowe wiążą poszczególne sekcje i ograniczają dopływ prądu w wypadku krótkiego zwarcia w jednej z sekcji. Obecność dławików szynowych związana jest z przesunięciem faz pomiędzy napięciami poszczególnych sekcji, a również i pomiędzy ich prądami. Dławik więc szynowy musi mieć dostateczną indukcyjność, aby ograni-



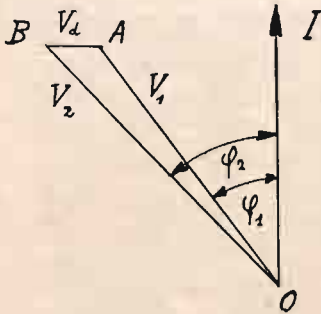
Rys. 1-b.

zbiorczych napięcia, a więc do ewentualnego utrzymania w biegu aparatów synchronicznych, jak również do umiejscowienia wpływu zwarcia. Działanie ich więc jest bardzo ograniczone.

B) Dławiki przewodowe — umieszczone w przewodach zasilających.

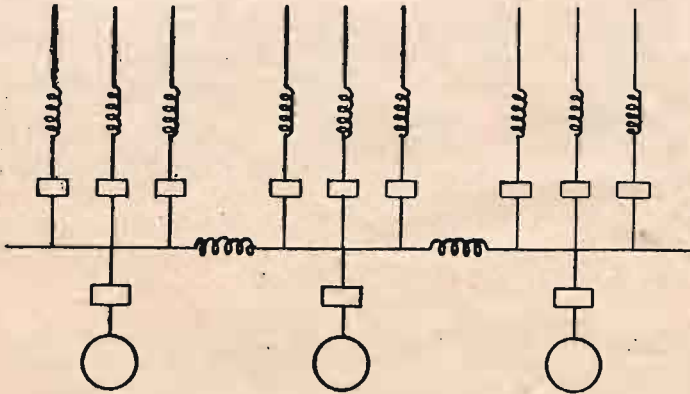


czyć skutki zwarcia, jednocześnie jednak nie powinien zakłócać normalnego biegu równoległej pracy prądnic. Wartość  $P_d = 50\%$  przy prądzie pełnego obciążenia jednej sekcji jest wystarczająca, a przy biegu normalnym, gdy



Rys. 2.

prądy pomiędzy sekcjami są małe, nie jest wcale wysoka. W wyniku ogólnym—użycie dławików sprowadza się do dławików przewodowych i szynowych, z dławików prądnicowych rezygnując (rys. 3).



Rys. 3.

#### Dalszy rozwój dławików prądnicowych.

Dławik z obwodem magnetycznym nasyconym. Wbrew początkowym zasadom unikania żelaza w obwodzie magnetycznym dławika obecnie zaczęto budować dławiki z żelazem. Rdzeń żelazny dławika jest magnetycznie nasycony przez wzbudzenie prądem stałym, tak że wzbudzenie prądem zmiennym nakłada się na wzbudzenie stałe, działając w części płaskiej krzywej magnesowania. Przenikliwość magnetyczna, a więc i proporcjonalna do niej indukcyjność są niskie. Straty w żelazie też są małe. W wypadku przeciążenia przekładnik otwiera obwód wzbudzenia prądem stałym. Wówczas wahania zmiennego strumienia magnetycznego przenoszą się do obszaru stromego krzywej magnesowania. Indukcyjność wzrasta znacznie, a z nią — spadek indukcyjny napięcia na dławiku.

Rdzeń żelazny sprawia znaczne zmniejszenie wymiarów i ceny dławika.

Dławik do wysokich napięć. Jeżeli zachodzi potrzeba ustawienia dławików po stronie wysokiego napięcia (33 kV i wyżej), stosuje się dławiki, zanurzone w oleju. Wygląda on wtedy zewnętrznie jak transformator.

Jakkolwiek fabryki amerykańskie pracowały nad rozwojem dławików już przed laty kilkunastu i już w 1915 np. G. E. miało gotowy swój typ, to jednak szersze zastosowanie dławików rozpoczęło się zaledwie przed kilku laty.

Tłumaczy się to tem, że budowa wielkich elektrowni posuwa się w Ameryce w ostatnich latach bardzo szybko, a takie właśnie wielkie elektrownie szczególnie są zmuszone do stosowania zabezpieczenia dławikowego.

Chicago, w lutym, 1925 r.

Dzisiaj już każde dziecko wie o tem, że połączonymi siłami nawet słabi mogą dokonać rzeczy trudnych i wielkich. Nie godzi się, aby człowiek dorosły powtarzał za dzieckiem tę prawdę, i nie stwierdzał czynem, że ją rzeczywiście rozumie.

Elektrotechnik, który nie należy do Stowarzyszenia Elektrotechników Polskich, naraża się na zarzut, że rozmyślnie zamyka oczy na prawdę wyższą.

## Uprawnienia i wiadomości rządowe.

### Uprawnienia na drobne zakłady elektryczne.

W dzienniku Ustaw (Nr. 75 poz. 529) zostało ogłoszone nowe rozporządzenie Ministra Robót Publicznych w sprawie udzielania uprawnień rządowych na wytwarzanie, przetwarzanie i rozdzielanie energii elektrycznej przez drobne zakłady elektryczne.

Pod „drobnym zakładem elektrycznym” rozporządzenie pojmuje zakład, mający zbywać energię elektryczną w poszczególnych osiedlach miejskich lub wiejskich o zaludnieniu, nie przewyższającym 8 000 dusz. Postępowanie przy udzieleniu uprawnienia w tym przypadku jest uproszczone. Podanie do Ministra Robót Publicznych należy wnieść nie bezpośrednio do Ministerstwa Robót Publicznych, lecz do właściwego Urzędu Wojewódzkiego. Wojewoda ogłasza o wpłynięciu podania, zawiadamia odnośnie starostwa i zarządy gmin i wyznacza termin dwutygodniowy do zgłaszania ewentualnych zarzutów, zastrzeżeń i żądań. Po rozpatrzeniu wszystkich zgłoszonych opinii wojewoda przekazuje akta Ministerstwu Robót Publicznych, dołączając swe wnioski: 1) co do kwestji udzielenia uprawnienia, w szczególności ze względu na celowość zakładu elektrycznego, na proponowane warunki, na zdolność finansową petenta i opinię o nim, a gdy o uprawnienie ubiega się gmina — na możliwość sfinansowania przez nią zamierzonego przedsięwzięcia; 2) co do rozstrzygnięcia wszystkich następujących się zarzutów, zastrzeżeń i żądań. Ministerstwo Robót Publicznych ustala ostateczną treść aktu uprawnienia i nadaje je petentowi.

### Z urzędu patentowego.

1541. Lodevijk Hamburger, Dirk Lely jun. i Naamlooze Vennootschap Philip's Metaal-Gloeilampenfabrick (Niderlandy). Żarówka o włóknie metalowem 6.VII.20.

1595. Marius Latour (Francja). Antena radiotelegraficzna 8.VII.20.

1732. Adolfo Poucharu (Włochy). Sposób zapobiegania stracie cynku w ogniach elektrycznych 20.X.20.



1733. Adolfo Poucharu (*Włochy*). Sposób zmniejszenia działania elektrotechnicznego na brzegi płyt ujemnych w akumulatorach elektrycznych 30.X.20.

1612. Martin Hochstädter (*Niderlandy*). Samoczynny przyrząd sygnalizujący i wyłącz. kontr. odcinków sieci elektrycznych dwuprzewodowych 19.III.21.

1668. Hugo Sachs (*Niemcy*). Przełącznik przy-ciskowy 6.X.20.

1684. Siemens - Schuckert - Werke G. m. b. H. (*Niemcy*). Korek bezpiecznikowy z gwintem 29.X.20.

1685. Siemens - Schuckert - Werke G. m. b. H. (*Niemcy*). System niedających się zamieniać bezpieczników korkowych z gwintem, posiadających ciała dopasowane w kołach bezpiecznikowych i występy na wstawkach topliwych 19.III.21.

1686. Polska Żarówka Osram, Sp. Akc. (*Polska*). Lampa łukowa z zamkniętym łukiem świetlnym 20.XII.20.

1578. Naamloze Vennootschap Philips Gloeilampenfabrieken (*Niderlandy*). Przeciągnadło do wyrobu drutu 27.VI.22.

1611. Małopolska Fabryka Żarówek „Żareg”, Sp. z ogr. odpowiedzialn. (*Polska*). Sposób odnawiania elektrycznych lam żarowych z drucikiem metalowym 29.X.22.

1579. Allgemeine Elektrizitäts Ges. (*Niemcy*). Oprawka z gwintem do żarówki 30.VIII.20.

1669. Rütgerswerke A—G. (*Niemcy*). Sposób otrzymywania stałych łuków świetlnych przy wielkiem obciążeniu elektrod 19.VIII.20.

1670. Rütgerswerke A—G. (*Niemcy*). Jednolita elektroda do światła łukowego o domieszkach świecących 19.VIII.20.

1671. (Dodatkowy do 1670).

1672. Firma C. Conradty (*Niemcy*). Elektroda dla łuku świetlnego o prądzie znacznego natężenia 23.XII.20.

1818. Jerzy Gabrys (*Polska*). Telefonograf 7.IV.22.

1857. Marconi's Wireless Telegraph Co, Ltd. (*Anglja*). Urządzenie odbiorcze radjotelegraficzne 8.VII.20.

1858. Marconi's Wireless Telegraph Co, Ltd. (*Anglja*). Udoskonalenia w reflektorach, stosowanych w radjotelegrafii i radjotelefonji 8.VII.20.

1859. A. G. Brown, Boveri & C. cie (*Szwajcarja*). Uzwojenie prętowe wirników w silnikach indukcyjnych z połączeniem wstecznem podczas rozruchu 10.VII.20.

1789. Polska Żarówka Osram, Sp. Akc. (*Polska*). Lampa łukowa z zamkniętym łukiem świetlnym 18.XII.20.

1790. Thermos A—G. (*Niemcy*). Grzejnik elektryczny w formie wstęgi 24.XII.20.

Wpływy kolei elektrycznej łódzkiej ze sprzedaży biletów wynosiły:

w styczniu . . . . .	573 251 złotych
w lutym . . . . .	547 749 „
w marcu . . . . .	624 182 „

ogółem . . . . . 1 745 182 złotych

Z przytoczonych cyfr wynika, że tramwaje łódzkie przewożą dziennie średnio 116 tysięcy pasażerów, dzienne zaś wpływy ze sprzedaży biletów wynoszą około 20 tysięcy złotych.

Nie o drzewcy będzie porównać powyższe dane z danymi przedwojennymi. W „Roczniku Statystycznym m. Łodzi za r. 1923” podane są następujące liczby pasażerów z pierwszego kwartału 1913 roku:

styczeń 1913 rok . . . . .	2 333 574
lutym „ „ . . . . .	2 168 529
marzec „ „ . . . . .	2 521 449

Ogółem . . . . . 7 023 552

Jak widać, tramwaje miejskie mają obecnie pasażerów znacznie więcej niż w 1913 roku. Wzrost wynosi około 50%.

Wpływy ze sprzedaży biletów w I-ym kwartale 1913 roku, przeliczone na złote, dają kwotę 898 576 złotych. Odpowiednie zestawienie wykazuje, że w stosunku do 1913 roku wpływy ze sprzedaży biletów wzrosły prawie o 100%.

Liczba pasażerów na łódzkich kolejach dojazdowych w pierwszym kwartale r. b. w porównaniu z pierwszym kwartałem 1924 r. przedstawia się jak następuje:

Linja:	1924 r. I kwartał	1925 r. I kwartał
Łódź — Zgierz . . . . .	244 617	412 500
Łódź — Aleksandrów . . . . .	98 114	187 069
Łódź — Pabjanice . . . . .	170 896	304 192
Łódź — Ruda Pabjanicka . . . . .	47 126	85 305
Łódź — Rzgów-Kruszew . . . . .	16 914	30 114
Zgierz — Ozurków . . . . .	38 240	60 011
Łódź — Konstantynów . . . . .	83 078	163 100

Jak z powyższego zestawienia wynika, liczba pasażerów na wszystkich liniach wzrosła prawie dwójnasób.

Zespolenie gospodarcze Łodzi z okolicznymi miastami zacieśnia się coraz to więcej. (Kurjer Łódzki.)

**Górnośląskie Koleje Elektryczne.** Teren Górnego Śląska oddawna jest pokryty siecią miejscowych kolei z trakcją elektryczną. Po podziale Górnego Śląska znaczna część tych kolei były dwa niemieckie Towarzystwa: „Oberschlesische Kleinbanen”. Na sąsiednich terenach polskich brak dotychczas środków miejscowej komunikacji i dopiero w końcu 1923 roku utworzono Spółkę p. n. „Tramwaje elektryczne w Zagłębiu Dąbrowskiem”, która od początku swego powstania czyniła kroki w celu utworzenia wspólnej organizacji z siecią górno-śląskich kolejek. Usiłowania te zostały uwieńczone powodzeniem. Jako pierwszy stopień do zupełnego połączenia się dwóch przedsiębiorstw komunikacyjnych jest utworzenie wspólnego Towarzystwa eksploatacyjnego p. n. „Śląsko-Dąbrowskie kolejowe Towarzystwo eksploatacyjne”, w którym biorą jednakowy udział dawni właściciele kolejek górnośląskich i Sp. Akc. „Siła

## RÓŻNE.

**Ze statystyki tramwajów Łódzkich.** Z publikacji miejskiej p. t. „Miesięcznik Statystyczny m. Łodzi” czerpiemy następujące dane o ruchu tramwajowym w Łodzi w pierwszym kwartale roku bieżącego.

Sprzedano biletów:

w styczniu . . . . .	3 410 624
w lutym . . . . .	3 279 601
w marcu . . . . .	3 752 639

ogółem . . . . . 10 442 846



i Światło", jako główny akcjonariusz Sp. Akc. „Tramwaje elektr. w „Zagłębiu Dąbrowskiem“.

**Drugi Międzynarodowy Kongres Naukowej Organizacji Pracy.** W dniach 14, 15 i 16 października odbędzie się drugi Międzynarodowy Kongres Naukowej Organizacji Pracy w Brukseli pod protektoratem króla belgijskiego.

Program kongresu:

1) Ogólne zagadnienia organizacji. Podstawowe zasady. Prawidła organizacyjne. Prawidła kontrolujące. Pole działania dla organizacji. Dążenia, trudności, oraz możliwości. Popularyzowanie, wykłady.

2) Organizacja zaopatrywania. Procesy organizacyjne w warsztatach. Wewnętrzna dyspozycja fabryk. Bieg materiałów Plan wykonania produkcji (plening). Systemy płac w raportach organizacyjnych. Chronometraż. Badanie ruchów. Organizacja pracy. Technika najmu.

3) Organizacja aprowizacji. Obsługa wozów. Inwentarz. Kontrola materiałami surowymi.

4) Określenie kosztów własnych. Stosowanie rachunkowości w organizacji. Łączenie elementów kosztów własnych. Metody określania wydatków pośrednich. Plac.

5) Organizacja sprzedaży. Metody i rozplanowanie sprzedaży działalność rynkowa. Publikacje. Racjonalne określenie cen. Organizacja wielkich składów. Obsługa ekspedycji.

6) Organizacje binr. Dyspozycja według klasyfikacji. Materiał organizacyjny. Zależność obsługi wykonawczej. Hierarchja. Subordynacja obsługi. Biuro badawcze.

7) Stosowanie organizacji w administracji społecznej. Warunki poszczególne. Trudności. Sprawy specjalne.

Organizacją delegacji polskiej na kongres zajmuje się Instytut Organizacji Pracy przy Muzeum Przemysłu i Rolnictwa w Warszawie, Krakowskie Przedmieście 66. tel. 38-13.

**Zniżka taryfy prądowej.** Elektrownia Okręgowa w Ligocie Pszczyńskiej na Górnym Śląsku zmieniła z dn. 1 stycznia r. b. taryfę za pobierany prąd elektryczny w ten sposób, że przy większym odbiorze prądu i przy większym wykorzystaniu urządzenia elektrycznego zastosowała normy pośrednie:

Taryfa dotychczasowa

od pierwszych 500 godzin	
użytkowania za 1 kWh . . . . .	60 gr.
od wszystkich dalszych „ . . . . .	10 gr.
W taryfie ryczałtowej	
dochodzi zniżka 8%	

Taryfa nowa

od pierwszych 100 godzin	
użytkowania za 1 kWh . . . . .	60 gr.
od dalszych 300 godz. „ . . . . .	40 gr.
od następnych godzin „ . . . . .	10 gr.

W celu zachęcenia odbiorców do używania prądu elektrownia wydała drukowany okólnik o korzyściach stosowania prądu elektrycznego.

**Silniki Diesela systemu prof. Ebermana.** Elektrownia miejska w Siedlcach zamówiła dwa silniki Diesela systemu prof. Ebermana ze Lwowa o łącznej mocy 375 KM. Wykonania silników podjęła się fabryka „Parowóz” w Warszawie. Silniki mogą być dostarczone i uruchomione jeszcze w roku bieżącym.

## Nowe wydawnictwa.

**Sprawozdanie XLIII za rok 1924 z działalności Kasy Mianowskiego, Instytutu popieania nauki.** Warszawa, Pałac Staszica 35.

**Tramwaje miejskie w Warszawie.** Sprawozdanie za rok 1924. Str. 15 i 2 tablice wykresów statystycznych.

**Przepisy, obowiązujące w miernictwie.** Czasopismo wydawane przez Główny Urząd Mi-r.

4,123 (Nr. 195) Rozporządzenie Ministra Przemysłu i Handlu z dn. 25 kwietnia o częściowej zmianie rozporządzenia z dn. 25 kwietnia 1924 r. o opłatach za czynności urzędów miar.

3,954 (Nr. 194) Przepisy o sprawdzaniu liczników energii elektrycznej w celu ich legalizacji. Obowiązki instytucji uprawnionych do legalizacji.

3,955 (Nr. 194) Przepisy o sprawdzaniu liczników energii elektrycznej i transformatorów mierniczych w celu ich legalizacji Instrukcja o wykonywaniu sprawdzania.

3,958 (Nr. 194) Przepisy o przyborach, potrzebnych do legalizowania liczników energii elektrycznej.

2,952 (Nr. 193) Przepisy o warunkach dopuszczania typów liczników energii elektrycznej i transformatorów mierniczych.

2,952 (Nr. 193) Przepisy o warunkach dopuszczania typów liczników energii elektrycznej i transformatorów mierniczych.

2,953 (Nr. 193). Przepisy o warunkach legalizowania liczników energii elektrycznej i transformatorów mierniczych.

2,954 (Nr. 193) Wyjaśnienia do przepisów o warunkach legalizowania liczników energii elektrycznej i transformatorów mierniczych.

2,955 (Nr. 193) Rozporządzenie Głównego Urzędu Miar w przedmiocie przepisów przechodnich do Przepisów o warunkach dopuszczenia typów liczników energii elektrycznej i transformatorów mierniczych (POM. poz. 2,952) i Przepisów o warunkach legalizowania liczników energii elektrycznej i transformatorów mierniczych (POM, poz. 2,953).

## Przemysł i handel.

**Elektrotechnika na targach w Lipsku.** Niebywały rozrost niemieckiego przemysłu elektrotechnicznego znalazł swój wyraz na wiosennych targach w Lipsku. Uderza przede wszystkim obfitość eksponatów zgromadzonych w specjalnym nowo wybudowanym gmachu, t. zw. Pałacu Elektrotechniki. Oto są nowe pomysły konstruktorów niemieckich, które zainteresują niewątpliwie przemysł rodzimy.

**Maszyny elektryczne i transformatory.** Całkowicie skompensowany ( $\cos \varphi = 1$ ) silnik trójfazowy oddawna już zajmuje umysły konstruktorów. Największą z tego rodzaju maszyn jest silnik o mocy 520 KM 500 V 750 obr./min., wystawiony przez Saskie Zakłady (Sachsenwerke). Uzwojenie komutatorowe oparte na zasadzie dziś już prawie zapomnianego uzwojenia otwartego. Silnik jest rewersyjny. Działanie kompensacyjne występuje w pobliżu



normalnej liczby obrotów. Hamowanie bardzo energiczne i odbywa się bez pobierania prądu z sieci. Poza to przedstawione są również najróżnorodniejsze typy silników asynchronicznych o wzbudzeniu za pomocą prądu stałego lub zmiennego trójfazowego. Niepoślednie miejsce zajmują również urządzenia do rozruchu krótkozwanych silników asynchronicznych.

Z działu transformatorów zasługuje na uwagę model Koch & Sterzel, Drezno, mający na celu zapobieganie złym skutkom działania mechanicznego prądów zwarcia. W dziale prostowników o żarzonej katodzie zasługuje na uwagę napełniona wodą rura prostownika dla 8 A 20 KW, demonstrowana przez jedną z wytwórni radiotelegraficznych.

**Wysokie napięcie.** Zwracają przede wszystkim uwagę wyłączniki A. E. G., o owalnym kształcie naczyń na oliwę, który pozwala na wydajne zmniejszenie objętości oliwy i na dogodnie rozmieszczenie doprowadzeń. Automatem wyłącznik Brown Boveri dla 350 Amp. i 135000 V wyróżnia się specjalną budową kontaktów, utworzonych przez stykające się kule o małej średnicy.

Firma Voigt-Haefner poleca dla napędu swych wyłączników oliwnych, sprężyny naciągane ręcznie lub za pomocą silnika; wyzwalenie odbywa się za pomocą zwykłego przycisku. Te same zakłady wystawiły również do użytku sieci i stacji o budowie otwartej aparaty odłącznikowe najróżnorodniejszych napięć, granicą których jest 135000 V. W wyłącznikach do użytku stacji pod gołem niebem przewidziane jest specjalne ogrzewanie.

Firma Emag daje nowy typ wyłącznika olejowego dla 1000 Amp. i 24000 V który charakteryzuje specjalne urządzenie nie pozwalające na tworzenie się mieszaniny pary oliwy z powietrzem, przez co zapobiega się tworzeniu się gazu wybuchowego.

**Małe aparaty.** Tę dziedzinę charakteryzuje dążność do zamiany bezpieczników topliwych bardzo małymi wyłącznikami samoczynnymi 3 — 5 amp. na napięcia 110 — 220 Volt; budowa tych aparatów rozwija się w kierunku przystosowania do istniejących tablic niskiego napięcia, to też wyłączniki te mają kształt bezpieczników z normalnym gwintem Edisona. Jedne są elektromagnetyczne, inne znów oparte na zasadzie rozszerzania się ciał pod wpływem temperatury. Przez naciśnięcie główki wyłącznika przywraca się połączenie. Największe — budowane są na 15 Amp.

**Przewody i kable.** Na ostatnich targach wystawiono maszyny do szybkiego oplatania kabli i przewodników. A. E. G. zbudowało maszyny tego typu aż o 48 cewkach.

Z dziedziny kabli Siemens - Schuckert wystawił patentowany typ, w którym zewnętrzna warstwa papieru jest pokryta powłoką aluminiową, w celu odpowiedniego ukształtowania pola elektrycznego

Kabel trójfazowy tego samego typu zawiera 3 żyły metalizowane jak powyżej; skręcone ze sobą w zwykły sposób i otoczone powłoką ołowianą, te trzy żyły otoczone są plecionką w której znajdują się druty miedziane mające na celu utrzymanie dobrego kontaktu między metalizowaną powłoką a ołowiem; dzięki temu wykonaniu pole trójfazowe zostaje zastąpione przez trzy zwykłe zmiennne pola, izolacja jest naprężana w kierunku radialnym, a więc prostopadłym do warstw papieru, tu mamy maximum oporu dielektrycznego. W ten sposób możliwa jest fabrykacja kabli trójfazowych dla wysokich napięć z tym samym bezpieczeństwem jak i kabli jednofazowych.

Ciekawa jest również wystawa próbek kabli ołowianych zakładanych w Brazylii, specjalnie zabezpieczonych

przeciwko pewnemu rodzajowi owadów, które przegryzając powłokę ołowianą sprawiały szkody.

Firma Felten Guilleaume daje nowy model liny napowietrznej dla kilkuset kilovolt. Zamiast dawniejszej powłoki aluminiowej użyta jest czysta miedź. Wskutek usunięcia stali unikamy strat na hysterezę, a specjalny kształt powłoki oraz sposób ułożenia i powiązania ze sobą drutów nadają dużą trwałość mechaniczną temu ustrojowi.

**Materiały izolacyjne.** Wyjątkowo ciekawy izolacyjny a zarazem konstrukcyjny materiał wystawiła A. E. G. Cienkie warstwy bawełnicy przetkane ze sobą i przesycone sztuczną żywicą (Bakelit) gotowane pod wysokim ciśnieniem tworzą materiał tak trwały, że nadaje się do konstrukcji silnie naprężonych kół zębatych.

**Przyrządy miernicze, liczniki.** W tym dziale wyróżnia się kilowoltomierz kulisty do napięcia 250.000 V, oraz transformator pomiarowy typu kaskadowego transf. 110 KW/110 — 200 V.

**Telefonia i sygnalizacja.** W zakresie telefonii nie wystawiono nic takiego, co by odbiegało od modeli znanych dotychczas. Ciekawe są aparaty dodatkowe modelu Siemens - Halske, które znalazły zastosowanie praktyczne dla rewizji robotników przy wyjściu z fabryk. Aparat zawiera płaską cewkę, która przesuwana się po ubraniu osobnika podejrzanego, obecność metalu w ubraniu powoduje dudnienie w słuchawce telefonicznej.

W radjofonji nowością są instalacje o falach kierowanych. Ponieważ energia nie rozprasza się w przestrzeni osiągnęto porozumienie na przestrzeni 200 klm przy małej mocy.

Bogato reprezentowany jest również dział izolatorów dla linii napowietrznych wysokich napięć. Daje się zauważyć dążenie do normalizacji w kierunku ujednostajnienia kształtów i przekrojów i do podniesienia wytrzymałości pod względem elektrycznym i mechanicznym.

**Podwyżka ceł.** Dowiadujemy się, że sfery przemysłowe złożyły w Ministerstwie Przemysłu i Handlu swe postulaty w sprawie rewizji taryfy celnej. Między innymi wysunięto dezyderaty podniesienia cła zasadniczego na maszyny i motory elektryczne o 30%; kable o 40%; aparaty, przewodniki i porcelanę elektrotechniczną o 50%; a żarówki o 100%.

**Białostockie Towarzystwo Elektryczności S. A. w Białymstoku.** Bilans otwarcia w złotych na dzień 1 stycznia 1924 r.:

Stan bierny bilansu wynosi zł. 6 759 239,56. Z sumy tej przypada zł. 5 400 000 na kapitał akcyjny; zł. 855 871,89 — kapitał amortyzacyjny; zł. 37 800 — kaucja członków Zarządu; zł. 462 212,76 — wierzyciele; zł. 3 354,93 — sumy przechodnie.

W stanie czynnym mamy sumy: zł. 488,41 — gotowizna; zł. 6 298 388,36 — urządzenie elektrowni oraz sieci; zł. 97 375,98 — motory na składzie; zł. 209 528,15 — magazyny, akcje deponowane, papiery wartościowe, kaucja w Zarządzie miasta; zł. 152 221,71 — dłużnicy; zł. 1 027,14 — Banki; zł. 209,81 — sumy przechodnie i wydatki 1924 r.

**Elektrownia Okręgowa w Pruszkowie.** Bilans otwarcia na dzień 1 stycznia 1925 r.:

Stan bierny bilansu wynosi zł. 5 567 474,61. Z sumy tej przypada zł. 2 203 698,25 — na kredyty inwestycyjne; zł. 460 194,49 — wierzycieli; zł. 2 500 000 — kapitały własne; zł. 265 000 — kapitał zapasowy i rezerwowy; zł. 124 416,11 — fundusz amortyzacyjny. Pozostałe zł. 14 165,76 — przypada na kaucje i sumy przechodnie.

W stanie czynnym mamy sumę zł. 696 524,12, z której zł. 1 694,01 przypada na kasę, zł. 114 372,54 — na dłużników; zł. 563 837,16 — zapasy materiałów, a pozostałe



zł. 16 620,41 — przypada na kaucje i sumy przechodnie; oraz sumę zł. 4 870 950,49 jest to majątek oszacowany przez Komisję Wojewódzką, z której zł. 4 008 930,29 — przypada na grunty, budynki i urządzenia elektryczne, zł. 826 200,20 — sieć, zł. 17 260 — narzędzia i ruchomości; zł. 18 500 — Elektrownia prowizoryczna.

Bilans ten został zatwierdzony przez Walne Zgromadzenie Akcjonariuszów w dniu 30 czerwca 1925 r. z tem, że kapitał zakładowy w sumie zł. 2 500 000 jest podzielony na 50 000 akcji po zł. 50 każda.

#### **Elektrownia Okręgowa w Zagłębiu Dąbrowskiem.**

W dniu 30 czerwca r. b. w lokalu Sp. Akc. „Siła i Światło“ odbyło się Walne Zgromadzenie Akcjonariuszów Elektrowni Okręgowej w Zagłębiu Dąbrowskiem. Na przewodniczącego obrano p. Karola Kozłowskiego, na sekretarza p. Świeżawskiego.

Sprawozdanie Rady Zarządzającej i Komisji Rewizyjnej za r. 1924 zostały jednogłośnie przyjęte; bilans i rachunek strat i zysków zatwierdzono. Zysk w kwocie 342 000 zł. został podzielony: zł. 17 100 na kapitał zapasowy; zł. 17 100 — kapitał amortyzacyjny; zł. 270 000 — dywidenda; zł. 37 800 — wynagrodzenie Rady Zarządzającej. W zatwierdzonym bilansie otwarcia w złotych kapitały własne wynoszą zł. 9 364 711,91, w tem zł. 7 500 000 kapitał akcyjny, a pozostałość przypada na kapitały zapasowy, amortyzacyjny, rezerwowy i renowacyjny.

Kapitał akcyjny podzielony będzie na 150 000 akcji wartości nominalnej 50 zł. każda.

Z Rady Zarządzającej ustępujący w drodze losowania pp. Andrzej Wierzbicki i Feliks Krusche zostali ponownie wybrani. Skład Komisji Rewizyjnej pozostał bez zmiany.

**Spółka Akcyjna Elektrowni Okręgowych w Krakowie** (elektrownia w Sierszy-Wodnej). Bilans otwarcia w złotych na dzień 1 stycznia 1925 r.

Stan bierny bilansu wynosi zł. 6 558 339 26; z sumy tej przypada zł. 4 285 700 kapitał akcyjny; zł. 325 352 09 fundusz zapasowy; zł. 1 037 542 25 fundusz amortyzacyjny; zł. 719 194 69 — wierzyciele; zł. 190 550 23 — zysk netto za 1924 r.

W stanie czynnym mamy sumy: zł. 5 590 587 76 — grunta, budynki, sieć, urządzenie i powiększenie elektrowni; zł. 762 264 43 — dłużnicy; pozostałe zł. 205 487 07 — przypada na zapasy materiałów, efekty i stan kasy.

**Elektryczne Koleje Dojazdowe S. A. w Warszawie.** Bilans otwarcia w złotych na dzień 1 stycznia 1924 r.

Stan bierny bilansu wynosi zł. 27 303,82. Z sumy tej przypada zł. 25 000 na kapitał zakładowy; zł. 2 303,82 — na wierzycieli.

W stanie czynnym mamy sumy: zł. 5 491 14 — dłużnicy; zł. 21 425,93 — budowa linii Warszawa—Żyrardów; pozostałe zł. 386,75 — przypada na gotowiznę, dłużników, materiały i sumy przechodnie.

#### **Kolej Elektryczna Warszawa—Młociny—Modlin.**

Bilans otwarcia w złotych na dzień 1 stycznia 1924 r. przed-

stawia jak następuje: stan bierny bilansu wynosi zł. 187 947,97. Z sumy tej przypada zł. 187 406,21 — na kapitały własne; zł. 528 — wierzyciele; zł. 13,76 — koszt II emisji.

W stanie czynnym mamy sumy: zł. 424,44 — gotowizna; zł. 6 579,22 nieruchomości, zł. 935,29 — ruchomości; zł. 178 893,15 — budowa, pozostałe zł. 1 115,87 przypada na papiery na: papiery procentowe, materiały dłużników i sumy przechodnie.

#### **Polskie Towarzystwo Akumulatorowe S. A.**

Bilans otwarcia w złotych na dzień 1 stycznia 1925 r.:

Stan bierny bilansu wynosi zł. 215 404,94; z sumy tej przypada zł. 120 167,59 na majątek Spółki; zł. 74 183,31 — zobowiązania bankowe, zł. 20 959,01 — dłużni; zł. 95,03 — zysk.

W stanie czynnym mamy sumy zł. 144,03 — gotówka w kasie; zł. 20 432,76 — gotówka w Bankach; zł. 28 203,31 — wierzytelności; zł. 30 446,56 — urządzenie biurowe; zł. 74 836,31 — zapasy i materiały; pozostałe zł. 61 342,13 — przypada na efekta, kaucje, nieruchomości i rachunek przechodni.

**Polskie targi eksportowe w Gdańsku odbędą się od dnia 24 do 27 września r. b.** Zarząd Targów Gdańskich w roku bieżącym zwrócił szczególną uwagę na panujące trudności gospodarcze, przeorganizując tegoroczne Targi jesienne na specjalne Polskie targi eksportowe. Zadaniem ich jest przyczynić się do rozwoju eksportu polskiego, a tą drogą — do aktywności bilansu handlowego.

Na Targach poprzednich dokonano powyższych transakcji z krajami bałtyckimi, Finlandją i Skandynawją, a nawet z Anglią. Podczas targów jesiennych, które odbędą się od 24 do 27 września r. b. nietylko wymienione powyżej kraje, ale i Rosja bierze udział, występując na Targach z obszerną wystawą kolektywną, a przedstawiciele rosyjskich Organizacji Zakupu przybędą również do Gdańska, należy więc spodziewać się, że przodujące organizacje kupieckie i przemysłowe z Polski, jak również sfery gospodarcze, nie omieszkają wykorzystać możliwości wywozu, jakie następują Targi Gdańskie, nawiązując kontakt z kupcami rosyjskimi.

Do dyspozycji wystawców polskich stoją w Gdańsku pierwszorzędne gmachy targowe. Wielki przemysł wystawić będzie w nowej hali, zbudowanej dla techniki, poświęcenie której odbędzie się z okazji Targów jesiennych. Hala techniki zaopatrzona jest we wszystkie nowoczesne urządzenia i instalacje dla umożliwienia wystawcom demonstracji maszyn kosztów transportowych. Wagony kolejowe mają możliwość wyładowywania na terenie targów.

Dla wystawców z Polski bardzo ważną jest okoliczność, że Ministerstwo Kolei zapewniło bezpłatny przewóz powrotny eksponatów targowych. Zniżki kolejowe dla wystawców zostały również przyznane.

**TREŚĆ:** Materiały izolacyjne, inż. K. Drewnowski. — Urządzenia do wzorcowania liczników, inż. J. Rząśnicki. — Przyszły rozwój siłowni kotłowych, inż. T. Czaplicki. — Przepisy na przewodniki izolowane i kable do urządzeń prądu silnego, prof. Odrowąż-Wysocki — Zabezpieczenie urządzeń elektrycznych od nadmiernych prądów zwarcia, inż. Jan Gize. — Uprawnienia i wiadomości rządowe. — Różne. — Nowe wydawnictwa. — Przemysł i handel.