

PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN STOWARZYSZENIA ELEKTROTECHNIKÓW POLSKICH.

WYCHODZI 1-go i 15-go KAŻDEGO MIESIĄCA.

<p>PRZEDPŁATA: kwartalnie zł. 6.— Cena zeszytu 1 zł.</p>	<p>Biurowisko 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.</p>	<p>CENNIK OGŁOSZEŃ: Ogłoszenia jednoraz. na 1/1 str. -1. 120 " " " na 1/2 " " " 75 " " " na 1/4 " " " 40 " " " na 1/8 " " " 20 Strona tytułowa (I) 50 proc. drożej, " okładki zewn. (II) 20% " " wewn. (III) 20% droż. Ogłoszenia strony tytułowej przyjmowane są tylko całostronicowe. Podwyżka cennika ogłoszeń obowiązuje wszystkie już złożone ogłoszenia od dnia zmiany cen bez uprzedniego zawiadom.</p>
<p>Rok VIII.</p>	<p>Warszawa, 15 marca 1926 r.</p>	<p>Zeszyt 6.</p>

Izolatory przewodowe wysokiego napięcia.

Prof. **Kazimierz Drewnowski.**

Izolatory mają na celu takie odosobnienie przewodów elektrycznych, aby elektryczność nie uchodziła z nich ani w postaci prądu skrośnego, przepływającego przez izolację do ziemi lub do innych przewodów, ani w postaci prądu upływowego, po powierzchni izolacji, ani wreszcie w postaci iskry, przebijającej izolator lub przeskakującej wokół niego. Prócz tego stawiamy jeszcze izolatorom warunek dostatecznej wytrzymałości mechanicznej (na rozerwanie i ściskanie), oraz odporności na uderzenia i wpływy atmosferyczne i t. p.

Przy niskim napięciu można tym wszystkim warunkom sprostać z łatwością przez użycie odpowiedniego materiału i nadanie izolatorowi właściwego kształtu; względy zaś na wytrzymałość mechaniczną dają zwykle dostateczne zapewnienie wytrzymałości elektrycznej. Przy napięciu wysokim dochodzą do tego jednak jeszcze specjalne wymagania, tak co do wytrzymałości elektrycznej, jak mechanicznej, gdyż i pod względem elektrycznym i mechanicznym izolator jest wtedy stosunkowo znacznie więcej naprężony. Że naprężenia elektryczne wtedy są większe, jest rzeczą jasną; co się zaś tyczy naprężeń mechanicznych, to zwiększenie ich pochodzi od większych rozpiętości i większych odstępów przewodów, jakich wymaga wysokie napięcie.

Tem się tłumaczy stosowanie odrębnych typów izolatorów przy napięciu niskim i wysokim oraz nader wielka różnorodność typów i konstrukcji izolatorów wysokiego napięcia, dążąca do możliwie najlepszego rozwiązania tej, tak doniosłej, sprawy dobrego odizolowania przewodów; każdy bowiem niestosowny lub zły izolator jest źródłem zakłóceń prawidłowego ruchu linii, mogących często narazić urządzenie na bardzo znaczne straty. To też nowoczesna technika wysokich napięć dąży do zastosowania takich materiałów i wyrobów izolatorowych, które dawałyby całkowitą pewność ruchu.

Jako materiał, używany do wyrobu izolatorów, stosuje się przeważnie porcelanę, najlepiej dzisiaj do tego się nadająca. Kwestja stosowania szkła, wysuwana silnie przed 20 laty, a potem prawie zarzucona, zjawia się znowu obecnie, znajdując zarówno zwolenników, jak i zdecydowanych przeciwników. Nie można jednak jeszcze wyrobić sobie co do tego obiektywne-

go sądu; trzeba poczekać na nowe wyniki z praktyki dzisiejszej. W tym artykule zajmiemy się tylko izolatorami porcelanowymi.

1. Wymagania ogólne, stawiane izolatorom.

Trzy czynniki elektryczne mają wpływ na budowę izolatorów: a) upływ prądu roboczego po powierzchni izolatora, uwarunkowany oporem powierzchniowym; b) przeskok iskry naokoło izolatora, a więc wytrzymałość na przeskok i c) przebicie elektryczne izolatora, a więc jego wytrzymałość na przebicie. Czynniki te zjawiają się pod wpływem napięcia, przyłożonego do izolatora. Izolator taki naprężony bywa elektrycznie (względem ziemi) przy układach jednofazowych połową napięcia roboczego, a przy trójfazowych — napięciem fazowym. Trzeba być jednak przygotowanym na to, że w razie zwarcia jednego przewodu z ziemią, wystąpi na nim względem ziemi całe napięcie robocze, wzgl. międzyfazowe. Poza tem ważnym czynnikiem są tu d) naprężenia mechaniczne, jakim izolator ma sprostać.

Rozpatrzmy po kolei te czynniki:

a) *Opór powierzchniowy.* Powierzchnia izolatora ma być takiego kształtu, aby prąd nie mógł po niej wpływać nadmiernie do ziemi lub do drugiego przewodu. Poza własnościami samego materiału ma tu jeszcze bardzo duże znaczenie stan czystości powierzchni. Zanieczyszczenie, brud, sadza, pył, osady i t. d. bardzo znacznie zmniejszają izolacyjność powierzchni. Poza tem deszcz, wilgoć, opary, mgła i t. p. wpływają, rozumie się, na to jeszcze bardziej, podważając prawie straty mocy, wywołane zanieczyszczeniem powierzchni (te ostatnie wynoszą ok. 1—2 watów na izolator).

Z tego względu kształt izolatora powinien być taki, aby nawet podczas deszczu pozostawały suche pasma powierzchni, oddzielające część zmoczoną od trzona izolatora. Z drugiej strony, deszcz lub wiatr oczyszczają powierzchnię izolatora, o ile ta pozostaje gładką i niewrażliwą na wpływy atmosferyczne. Porcelana posiada właśnie takie własności, w przeciwieństwie do szkła.

Kształt więc powierzchni izolatora powinien być taki, aby utrudniał jej zanieczyszczanie i zamoczenie, ale aby — z drugiej strony — umożliwiał jej samoczyszczanie się. Unikać więc należy głębokich i wąskich szczelin, gdzie osadza się brud, który potem trudno daje się usuwać.

W ostatnich czasach stosują nawet perjodyczne zmywanie izolatorów strumieniem wody, zwłaszcza w okolicach fabrycznych.

b) *Wytrzymałość na przeskok iskry.* Wyładowania powierzchniowe, których następstwem może być przeskok iskry, zależą od stanu powierzchni izolatora, wilgotności powietrza, stałej dielektrycznej materiału, pojemności izolatora i t. d., oraz od naprężenia wzdłuż powierzchni, zjawiającego się pod wpływem panującego napięcia. Te wszystkie czynniki uwzględnia się przy obliczaniu i budowie izolatora.

Częścią konstrukcyjną izolatora przewodowego, mającą zabezpieczać go przed zbyt wczesnymi przeskokami iskry, jest kłosz, wzgl. kłosze. Kształt kłosza powinien być tak dobrany, aby izolator sprostał stawianym mu w tym względzie warunkom. Kłosz tylko w bardzo nieznacznym stopniu jest naprężony na przebicie tak, że przy obliczaniu izolatora prawie nie trzeba tego uwzględniać; natomiast trzeba go brać pod uwagę ze względu na wyładowania ślizgowe i przeskokowe. Przy omawianiu typów izolatorów zajmijmy się tem bliżej.

Właściwe wyładowanie powierzchniowe występuje na izolatorze w stanie suchym. Podczas deszczu powierzchnia górna izolatora staje się mokrą i przewodzącą aż do krawędzi kłosza tak, że pod wpływem nadmiernego napięcia może nastąpić przebicie powietrza między krawędzią kłosza a trzonem lub zamocowaniem izolatora, ewentualnie w kilku stopniach, od kłosza do kłosza. Stan czystości powierzchni izolatora zatem na sam przeskok prawie nie wpływa.

Wysokość napięcia, przy którym występują wyładowania ślizgowe i przeskok iskry, jest szczególnie ważnym czynnikiem przy ocenianiu izolatorów. Z jednej strony staramy się bowiem nie dopuścić do powstawania iskieł ślizgowych znacznie wcześniej przed przeskokiem, aby nie ogrzewały zbyt izolatora; kształt zatem izolatora oraz napięcie początkowe wyładowań smużystych muszą być takie, aby wyładowania ślizgowe zjawiały się późno, tuż przed przeskokiem iskry. Z drugiej zaś strony przeskok iskry musi stanowczo następować wcześniej, niż przebicie izolatora, które powoduje trwałe zniszczenie izolacji, podczas gdy przeskok stanowi tylko chwilowe zwarcie przewodu z ziemią lub z drugim przewodem.

W ten sposób napięcie, przy którym następuje przeskok iskry naokoło izolatora, czyli napięcie przeskoku iskry, jest szczególnie charakterystyczne dla danego typu izolatora. Napięcie to musi być zawsze niższe od napięcia przebicia izolatora. Napięcie przeskoku jest inne przy stanie suchym i przy stanie mokrym izolatora; napięcie przeskoku „na sucho” jest zwykle wyższe 20 do 50%, niż „na mokro”. Dążymy jednak do tego, aby obie wartości napięcia przeskoku były możliwie zbliżone do siebie, gdyż wtedy izolator jest lepiej wyzyskany; miarodajnym tu jest kształt izolatora „na mokro” — niekorzystniejszy.

Napięcie przeskoku oczywiście powinno być zawsze mniejsze od napięcia roboczego, aby urządzenie pracowało z pewnym stopniem bezpieczeństwa przeskoku (Δ_s), który jest przeto określony stosunkiem napięcia przeskoku V_s do napięcia roboczego V ; zależnie od izolatora rozróżniamy stopień

bezpieczeństwa przeskoku „na sucho” $\Delta_{ss} = \frac{V_{ss}}{V}$ i „na mokro” $\Delta_{sm} = \frac{V_{sm}}{V}$, gdzie indeksy s i m oznaczają stan izolatora. Przy niższych napięciach stopień bezpieczeń-

stwa przeskoku przyjmuje się większy, przy wyższych — mniejszy; robi się to ze względu na to, że naprężenie izolacji przewodów skutkiem fal wędrownych jest stosunkowo mniejsze przy napięciach wyższych, niż przy niższych. Np. projekt międzynarodowych przepisów, [CEI, 1920] podaje następujące wartości dla stopnia bezpieczeństwa przeskoku na mokro: dla 2, 3,5, 7, 12, 18, 24, 35, 53, 70, 95 kV $\Delta_{sm} = 8 \ 5 \ 3,9 \ 3,1 \ 2,8 \ 2,5 \ 2,3 \ 2 \ 2 \ 2$. Stopień ten zaś „na sucho” jest według tych przepisów 1,5 razy większy, $\Delta_{ss} = 1,5 \Delta_{sm}$.

c) *Wytrzymałość na przebicie.* Przy niskim napięciu czynnikiem, warunkującym konstrukcję izolatora, jest głównie dążność do zapobieżenia upływowi elektrycznym po powierzchni w stanie mokrym; stąd zwiększenie drogi upływów przez rowki, karby i t. p. Wytrzymałość zaś elektryczna na przebicie izolatora jest zwykle zapewniona już względami na wytrzymałość mechaniczną, która wymaga stosunkowo dużych przekrojów.

Przy wyższym napięciu jednak trzeba uwzględnić specjalne warunki elektryczne, w jakich izolator znajduje się pod napięciem, naprężającym go nietylko na przeskok — o czym była mowa poprzednio, — ale także, w dużym stopniu, na przebicie. Przy obliczaniu zatem izolatorów należy ich kształt i wymiary tak dobrać, aby nigdzie nie było nadmiernego naprężenia, ani na przebicie, ani też na przeskok iskry.

Ponieważ izolator nie ma kształtu geometrycznie prostego, nie można naprężeń w nim występujących obliczyć tak łatwo i prosto, jak w układach foremnych o polu prostoliniowym. Stosowanie metody wykresnej obliczania naprężeń jest niepraktyczne; uciekamy się przeto do metody przybliżonej, sprowadzając izolator do kształtów łatwo wyznaczalnych. W tym celu tę część izolatora, w której przypuszczalnie występuje największe naprężenie, rozpatruje się jako taki układ foremny, do jakiego najbardziej zbliża się kształtem. Obliczamy, rozumie się, tylko sam korpus, t. j. część izolatora, która głównie jest naprężana na przebicie (i mechanicznie) po odrzuceniu tych części, które nie przyczyniają się do zwiększenia wytrzymałości na przebicie (kłosze i t. d.), lecz tylko mają na celu utrudnienie przeskoku iskry.

Przy izolatorach stojących oraz wiszących kołpakowych jest to stosunkowo proste, gdyż część izolatora między trzonem a zmoczoną główką lub kołpakiem można uważać jako układ walcowy lub kulisty wzgl. półkulisty. Jest to zresztą słuszne, choćby z tego powodu, że dążymy właśnie do tego, aby podobny kształt nadać izolatorom, gdyż wtedy rozkład pola jest najbardziej jednostajny, unikamy zaś ostrych zakrzywień i t. d.

Napięcie przebicia izolatora powinno być wyższe, niż napięcie przeskoku, a zatem stopień bezpieczeństwa przebicia Δ_b , który jest określony stosunkiem napięcia przebicia V_b do napięcia roboczego V , t. j. $\Delta_b = \frac{V_b}{V}$, powinien być większy od stopnia bezpieczeństwa przeskoku (na sucho i na mokro), czyli $\Delta_b > \Delta_s$.

W ostatnich latach zaobserwowano jednak zjawisko, że izolatory, wykazujące przy próbach napięcie przebicia większe, niż napięcie przeskoku na sucho, zostają przebijane przy nagłych, bardzo znaczących przepięciach (fale uskokowe o bardzo stromym czole) przedtem, nim się wytworzy przeskok. Tłuma-

czy się to tem, że do przebicia warstwy powietrza (przeskok iskry naokoło izolatora) potrzeba, w warunkach pracy izolatora, czasu dłuższego, niż do przebicia porcelany, co przy nadmiernych naprężeniach następuje prawie momentalnie, podczas gdy tam wyładowania jarzące z ostrych krawędzi opóźniają powstawanie iskry. Jeżeli więc chcemy się uwolnić od

takiego przypadku, należy dążyć, aby stosunek $\frac{V_b}{V_{ss}}$ był większy, niż stopień bezpieczeństwa przeskoku na mokro $\frac{V_b}{V_{ss}} > \frac{V_{sm}}{V}$.

Przy obliczaniu izolatorów kierujemy się następującymi założeniami. Zewnętrzny wymiar główki izolatora określany jest zwykle względami na wytrzymałość mechaniczną oraz na jego wyrób; z tego drugiego względu nie bierze się przy pewnych typach ścianek izolatora grubszych, niż 25 mm. O tem będzie jeszcze mowa później. Następnie uwzględnia się stopień bezpieczeństwa przebicia, jaki przepisujemy izolatorowi, t. zn. napięcie przebicia, krytyczne dla danego izolatora, bierze się kilka (2—6) razy większe, niż napięcie robocze. Mając tak dobrane napięcie krytyczne, oblicza się największe naprężenia, występujące w dielektrykach, sprawdzając, aby nie przekroczyły granic dopuszczalnych dla danego układu, wzgl. materiału. Względem konstrukcji i wyrobu określają ostatecznie kształt i wymiary korpusu oraz zharmonizowanych z nim kloszy izolatora. Jeżeli izolator jest kilkukloszowy, obliczenie przerabia się dla poszczególnych kloszy i kontroluje dla całości.

d) *Wymagania mechaniczne.* Izolatory przewodowe są wystawione na bardzo duże naprężenia mechaniczne, pochodzące od ciężaru zawieszonych przewodów, parcia wiatru, sady i t. j., muszą zatem sprostać tym działaniom. Mogą to być zarówno naprężenia ściskające, jak rozciągające i zginające i to nie tylko występujące w normalnym kierunku, ale także w innych możliwych. Dużą rolę grają tu także uszkodzenia złośliwe (uderzenia kamieni i t. p.); klosze izolatora są tu szczególnie narażone. Z tego powodu daje się często izolatorom kolor ciemny, aby nie przyciągać uwagi białymi plamami.

Nowoczesne wymagania pod względem naprężeń idą coraz wyżej. Normalnie żąda się już, aby izolator wytrzymał kilka i więcej tysięcy kilogramów.

Pozatem występują w izolatorze naprężenia wewnętrzne, skutkiem wpływu dużych różnic temperatury, przy gwałtownej zmianie stanu pogody, np. ulewny deszcz w upalny dzień. Różnice temperatury działają szkodliwie, zwłaszcza wtedy, gdy materiał ma za małą wytrzymałość, gdy jest za mało elastyczny, i gdy się znacznie różnią współczynniki rozszerzalności cieplnej materiałów, wchodzących w skład izolatora. Porcelana jest właśnie takim materiałem, który nie wytrzymuje dużych naprężeń międzycząsteczkowych, a właśnie te naprężenia częściej, niż przyczyny mechaniczne lub elektryczne, są powodem zepsucia izolatorów i to tem częściej, im grubsza jest warstwa dielektryku. Wobec tego wymaga się, aby ścianki niektórych typów izolatorów, a właściwie poszczególnych jego kloszów, nie były grubsze od 25 mm. Naprężenia mechaniczne izolatora przewodowego leżą zwykle niedaleko granic dopuszczalnych i dlatego takie izolatory łatwiej są narażone na uszkodzenia. Grubość ścianki nie powinna być przeto większa, niż tego wymaga wytrzymałość elektryczna

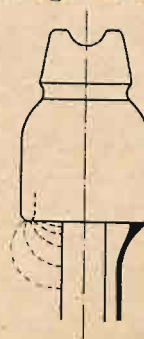
i mechaniczna i niż to daje odpowiednie, prawidłowo przeprowadzone, obliczenie.

Duże naprężenie wewnętrzne w izolatorach może wywołać kit, używany do zmcowania kloszów izolatora ze sobą lub części żelaznych z porcelanowymi. Kit, przeważnie stosowany, ma rozszerzalność większą, niż porcelana, jest stosunkowo dosyć porowaty, skutkiem czego nasiąka wilgocią i pęcznieje tak, że może wywołać nadmierne naprężenia porcelany. To też kwestja wynalezienia kitu takiego, któryby nie miał tych ujemnych cech, jest obecnie tematem prac i badań, niestety — jak dotąd — bez zdecydowanie korzystnego wyniku.

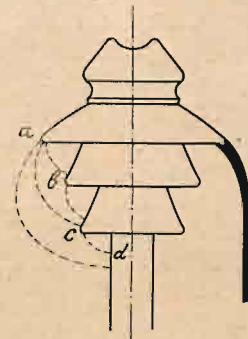
2. Izolatory stojące.

Pierwotny kształt izolatorów stojących wysokiego napięcia był taki sam, jak izolatorów napięcia niskiego, które początkowo były odpowiednio powiększonymi izolatorami telegrafowymi. Przez zwiększenie drogi wyładowań powierzchniowych chciano uzyskać większą wytrzymałość elektryczną. Mały odstęp krawędzi klosza od rdzenia i głębokie a wąskie szczeliny, — to były główne ich wady, powodujące nieprzydatność takiego kształtu izolatorów przy wysokim napięciu.

Izolator taki, najprostszej konstrukcji, z jednego nasadzonego na trzon klosza, mógł być używany tylko przy napięciach najniższych, ze względu na zachowanie się jego podczas deszczu (Rys. 1. a). Wskutek tego, że zmczona powierzchnia izolatora staje się przewodzącą i traci zdolności izolacyjne, droga wyładowań znacznie się zmniejsza, tworzy ją tylko odstęp dolnej powierzchni izolatora od trzona. Ponadto, podczas deszczu, krople spadającej wody starają się poruszać w kierunku natężenia pola, mają więc dążność do trzona izolatora, przez co zmniejszają wytrzymałość na przeskok iskry. — Przez zastosowanie szerszego klosza (Rys. 1. b), odchylającego się



Rys. 1-a.



Rys. 1-b.

na zewnątrz, możemy nadać kroplom wody kierunek nieco odśrodkowy, przez co zwiększa się wytrzymałość na przeskok podczas deszczu.

Przy wyższych napięciach stosujemy dwa lub więcej takich kloszy. Droga przeskoku iskry wtedy zwiększa się i staje się równa sumie tych dróg między poszczególnymi kloszami. Podczas deszczu droga ta liczy się jako odstępy niezmczonych części kloszy.

Poznanie praw naprężeń w polu elektrycznym oraz praktyczne doświadczenia nasuwały więc myśl rozszerzenia klosza, a więc zwiększania odstępu między dolną krawędzią od trzona. Napięcie przeskoku się zwiększało, brud i kurz w szczelinach był unoszony z wiatrem i deszczem, wyładowania jarzące w szczelinach były utrudnione. To doprowadziło do kształtu t. zw. delta (od litery greckiej Δ, jaką tworzy przekrój izolatora), wprowadzonego w r. 1897 przez fa-

brykę porcelany w Hermsdorfie (Niemcy) i później przez wszystkie inne fabryki przyjętego. Kształt ten stopniowo się ulepsza, aż wreszcie dzisiejszy typ deltowy przedstawia się, jak np. przepisany przez związek niemieckich elektrotechników, który można uważać za najbardziej przemysłowy i celowo skonstruowany izolator tego typu. (Rys. 2).

Przy obliczaniu izolatora ze względu na przeskok iskry ma się na względzie rozkład pola elektrycznego między drutem wiązałkowym, okręconym naokoło szyjki, a trzonem izolatora. Gdy izolator jest zmoczony z wierzchu, powierzchnie zmoczone kloszy stają się przewodzące, — pole rozciąga się zatem od krawędzi górnego klosza mokrego do drugiego klosza, wzgl. do trzona. Ta droga wolnego przeskoku iskry jest miarodajna.

Przewód, umocowany na izolatorze, oraz poprzecznik i t. d. wpływają znacznie na rozkład pola i mogą się przyczynić do wcześniejszych wyładowań.

Okoliczność, że zmoczony klosz zewnętrzny izolatora staje się przewodnikiem, nasuwa myśl pokrycia klosza zewnętrznego daszkiem metalowym, połączonym elektrycznie z przewodem. W ten sposób otrzymujemy stale bardziej jednostajny rozkład pola, a przez to zmniejszenie naprężeń. Pojemność, a także i ciężar takiego izolatora przez to znacznie się zwiększają, co nie zawsze jest pożądane.

Pole elektryczne będzie jeszcze korzystniejsze, jeżeli zastosujemy u spodu izolatora pierścien lub klosz ochronny. Wtedy wyładowania odbywać się będą między daszkiem i pierścieniem, zdała od części izolacyjnych, które w ten sposób nie będą narażone na lokalne ogrzania, mogące uszkodzić izolator mechanicznie i elektrycznie.

Zwiększenie odstępu dolnej krawędzi klosza od trzona nie jest jednak jedynym środkiem do zwiększenia napięcia przeskoku, a więc do przystosowania typu izolatora do większego napięcia roboczego. Według praw przebiegu powietrza, które można tu zastąpić, napięcie przebicia rośnie wolniej, niż odstęp elektrod. W ten sposób zwiększając średnicę klosza doszliśmy wkrótce do zbyt wielkich wymiarów izolatora. Można to natomiast osiągnąć przez rozłożenie drogi wyładowań na kilka części, oddzielonych od siebie — w razie deszczu — partjami suchymi, a więc nieprzewodzącymi. Utrzymuje się to przez zastosowanie kloszy pośrednich, mających na celu osianienie części powierzchni izolatora od deszczu. W ten sposób na dolny klosz przypadnie tylko część napięcia, odległość c—d (na Rys. 1 b) może być zatem zmniejszona.

Dokładne obliczenie napięcia przeskoku takiego izolatora jest prawie niemożliwe, gdyż nie można ściśle wyznaczyć przebiegu pola w takim układzie. Pewien punkt zaczepienia dać jednak może obliczenie empiryczne, na podstawie wykonanych konstrukcji izolatorów i ich pomierzonego napięcia przeskoku. Idzie tu o znalezienie długości drogi przeskoku a-b-c-d (Rys. 1 b.) w zależności od napięcia krytycznego.

Obliczenie, dokonane na podstawie materiału, znajdujące się w rozporządzeniu autora, dało następujące wyniki dla napięcia przeskoku na mokro: Napię-

cie to (V_{pm}) w kV potrzebne do wytworzenia przeskoku na drodze przeskoku a w cm (droga a-b-c-d na Rys. 1. b), da się wyrazić wzorami:

$$V_{pm} = 3,9 a + 8 \text{ kV (izol. niem. normal.)}$$

$$V_{pm} = 3,7 a + 8 \text{ kV (izol. franc. C^u. Gen. El. Cer.)}$$

$$V_{mp} = 5,2 a + 8 \text{ kV (izol. amer. Thomas C.)}$$

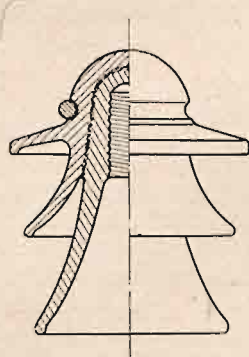
Wynika z tego, że izolatory francuskie i niemieckie są pod tym względem prawie równowartościowe, amerykańskie zaś bardziej wytrzymałe.

Cyfry powyższe dają naogół niezłą orientację przy porównaniu ocenianiu izolatorów.

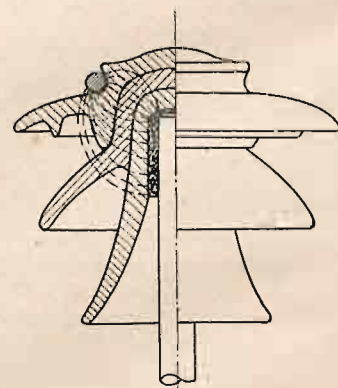
Na podstawie prób i pomiarów można przyjąć orientacyjnie, że do wywołania przeskoku potrzeba 4—5 kV na 1 cm tej drogi. Rozumie się, że trzeba tu uwzględnić jeszcze stopień bezpieczeństwa, jaki się chce dobrać dla danego typu, to znaczy, że naprężenie będzie wtedy kilka razy mniejsze.

Typ deltowy odznacza się wydłużoną budową, przez co trzon takiego izolatora jest stosunkowo długi i gruby. Przy stosowaniu większych naprężeń mechanicznych w linjach jest to słabym punktem. Poza to szczeliny w izolatorach deltowych jeszcze mogą być za wąskie. To doprowadziło do izolatorów niższych, o szerszym kloszu, które ponadto wykazują specjalne własności elektryczne, mające na celu utrudnienie właściwych wyładowań powierzchniowych. Droga do tego prowadzi mianowicie przez odpowiednie ukształtowanie kloszy, tak aby na nich nie występowały naprężenia styczne; powinny więc one być ile możności prostopadłe do kierunku natężenia pola. Poza to rozkład napięcia wzdłuż tworzącej powierzchni klosza powinien być jednostajny, osiąga się to jednak tylko w polu jednostajnym, a więc przy izolatorach dzisiejszego kształtu tego nie można osiągnąć.

W ostatnich paru latach pojawiły się izolatory, będące wyrazem dążenia do takich form, jakie wynikają z powyższych rozważań. Są to izolatory szerokokloszowe. (Rys. 3). Korpus takie-



Rys. 2.



Rys. 3.

go izolatora jest możliwe dostosowanie do linii pola elektrycznego, a jego klosze są do nich prostopadłe; ponadto trzon izolatora leży poniżej szyjki, przez co korpus izolatora jest naprężany w górnej części na ścinanie. — Ukształtowanie pola jest właśnie wynikiem takiego ułożenia umocowania przewodu i trzona izolatora.

Wytrzymałość na przebicie jest z powodu grubszych ścianek, większa u takich typów, niż u delto-

wych. Z tego też względu wchodzi one coraz więcej w użycie w ostatnich czasach, kiedy zostało stwierdzone, że izolatory deltowe o cienkich ściankach są dosyć wrażliwe na nagłe przepięcia.

Obliczenie izolatora na przebicie można wykonać tylko w przybliżeniu, ponieważ izolator taki nie przedstawia układu foremnego podstawowego, którego naprężenia łatwo obliczyć. Przez sprowadzenie jednak jego do przybliżonego układu foremnego można, względnie łatwo, przeliczyć orientacyjnie występujące w nim naprężenia. Pamiętać jednak trzeba, że izolator inaczej jest naprężony w stanie suchym, a inaczej w mokrym.

Dla przykładu zajmiemy się izolatorem deltowym. Miejsce, w którym należy się spodziewać największych naprężeń w stanie suchym, jest przestrzeń między sztyką, okręconą drutem wiązalkowym, a trzonem. Część tę przedstawia w przybliżeniu układ a) (Rys. 4): pierścień o przekroju okrągłym (promień r) i spółśrodkowy z nim walec (o promieniu R). Układ ten można sprowadzić do b): dwa walce równoległe (R i r). Odległość a jest grubością izolacji, która ma wytrzymać napięcie robocze V z pewnym stopniem bezpieczeństwa (Δ_b). Obliczenie naprężeń, występujących w takich układach, można znaleźć w podręcznikach. Największe naprężenie będzie (na wewnętrznej stronie pierścienia):

$$F_r = V \frac{\sqrt{b^2 + r^2 - R^2 + 2br}}{r \log_n \frac{b^2 - (r - R)^2 + \sqrt{m}}{b^2 - (r - R)^2 - \sqrt{m}}}$$

gdzie $m = (b^2 - r^2 - R^2)^2 - 4r^2R^2$.

Otrzymana w ten sposób wartość F_r będzie oczywiście mniejsza, niż w rzeczywistości i to tem bardziej, im bardziej przekrój r odbiega od kołowego (np. kilka razy okręcony drut wiązalkowy).

W stanie mokrym zmoczona główka izolatora przedstawia jedną elektrodę (zewnątrzną) układu kulistego spółśrodkowego, którego drugą elektrodą (wewnętrzną) jest trzon, wzgl. jego koniec kulisto wyrobiony. Naprężenie w takim układzie łatwo obliczyć według znanych wzorów. Czasem izolator niema główki kulistej, lecz walcową; wtedy traktuje się go jako układ walcowy spółśrodkowy.

Ze względu na to, że trzon izolatora jest umieszczony w cemencie, oraz, o ile izolator jest złożony z kilku części skitowanych ze sobą cementem, trzeba przy obliczeniach uwzględnić jeszcze to, że właściwie mamy tu do czynienia z układami uwarstwionymi, o różnych stałych dielektrycznych.

Proste przeliczenie pokaże, że przez dobór (miej) stałej dielektrycznej i grubości warstwy kitu można zmniejszyć naprężenia elektryczne w ściance porcelanowej. Kit jednak musi być z materiału, wytrzymującego zwiększone naprężenia i musi szczelnie przylegać do trzona i do porcelany, aby nie tworzyły się wyładowania jarzące. — Umocowanie izolatora za

pomocą materiału, ulegającego rozkładowi pod wpływem tych wyładowań, np. konopie surowe, nie nadaje się przeto przy wysokim napięciu. W razie konieczności ich użycia, powinny być dokładnie przesycone olejem (lnianym); wtedy przy obliczaniu można przyjąć jednolitą stałą dielektryczną (ok. 3) dla tej warstwy. Lepszy jest jednak kit cementowy.

Stosowanie do wyrobu izolatorów materiałów o różnych stałych dielektrycznych w celu wyrównania naprężeń elektrycznych jest niepraktyczne ze względów technicznych.

Przy wyższych napięciach nie wystarczy proste zgrubienie ścianek izolatora i powiększenie jego wymiarów. Ze względu na wytrzymałość mechaniczną i własności porcelany nie jest wskazane stosowanie tutaj grubszych ścianek. Wtedy trzeba powiększyć liczbę oddzielnych kloszy od 2, 3 lub 4 (więcej się już obecnie nie stosuje) i klosze te odpowiednio ze sobą mocno złączyć. Można to zrobić za pomocą obsadzenia, zlepiania lub skitowania.

Obsadzenie, za pomocą przesyconych olejem konopi jest, jak to wyżej było mówione, niepraktyczne i zarzucone.

Zlepianie odbywa się za pomocą polewy w piecu; jest ono mechanicznie bardzo dobre, ale nie można zupełnie uniknąć pór i szczelin. Pozatem ściśle spójone części izolatora tworzą jednolitą całość, zbyt grubą tak, że istnieje możliwość występowania naprężeń wewnętrznych. Poszczególne części takiego izolatora nie mogą być próbowane oddzielnie, lecz dopiero po wypaleniu.

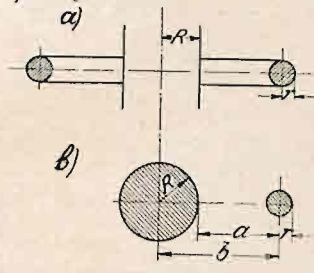
Skitowanie zaś odbywa się za pomocą cementu z dodatkiem żywicy lub parafiny. Izolatory skitowane są narażone na wpływy kitu, który, o ile rozszerza się silniej (jak też jest zwykle) od porcelany, może spowodować pęknięcia i t. d. Jak wyżej zaznaczono, robi się wysiłki, aby wynaleźć kit o tej samej rozszerzalności, co porcelana i niewchłaniający wody. Taki wynalazek będzie rozwiązaniem kwestji izolatorów składanych.

Kit używany do sklejanego poszczególnych kloszy izolatora musi być elastyczny. Próbowano podnieść elastyczność kitu przez dodanie lakierowanej powłoki, przez wkładki elastyczne i t. p., ostatnio zaś zalecają dodanie żywicy do cementu, co ma dawać dobre wyniki. Są to jednak niepewne środki, gdyż niewiadomo, jak długotrwałą jest ich elastyczność. Miejsce skitowania powinno się stykać z powietrzem tylko na bardzo wąskiej przestrzeni, aby wysychanie kitu trwało długo. Im warstwa kitu cieńsza, tem dłużej schnie. Izolatory o grubszej warstwie kitu są mniej trwałe.

Stwierdzono, że izolator z biegiem lat się starzeje, wykazuje większą stratność i częstokroć, bez żadnej wyraźnej przyczyny, zostaje uszkodzony, być może, że właśnie kit jest tego przyczyną.

Liczba kloszy izolatora zależy od jego przeznaczenia. Normalnie stosuje się izolatory trójkloszowe. Tam zaś, gdzie mamy do czynienia z oparami słonecznymi i t. p. (np. na brzegu morskim), lepiej stosować dwukloszowe, które są łatwiejsze do oczyszczania przez deszcz, wiatr i t. p. Ponieważ jednak ich wytrzymałość na przeskok jest mniejsza, trzeba zwykle brać większy typ, niż wypada. Izolatory czterokloszowe stosuje się przy napięciach wyższych od ok. 50kV.

Wobec tego, że kit, sklejący izolatory, długo wysycha, powinno się je próbować tylko po dostatecznie długim czasie wysychania.



Rys. 4.

Isolatory umocowują się za pomocą trzonów z żelaza kutego lub zlewne, opatrzone u góry nacięciem, aby się trzymały kitu. Podobnie jak kit, służący do spojenia kloszy izolatorowych, musi być kit, za pomocą którego umocowują się izolator na trzonie, pierwszej jakości. Najlepszy jest kit cementowy; używany dawniej marmurowy, okazał się za mało wytrzymały na naprężenia mechaniczne. Trzon izolatora nie powinien być opatrzone występami, wzgl. rowkami na całej długości, wchodzącej w kit, gdyż to uniemożliwi mu swobodne rozciąganie się pod wpływem zmian temperatury; najlepiej dać na samym tylko końcu takie występy lub nacięcia zadzierzyste.

Isolatory stojące nie mogą być stosowane przy wszelkich napięciach wobec tego, że ciężar ich, a więc i cena, szybko rosną z napięciem. Powyżej 60 kV zwykły izolator (deltowy) przybiera zbyt duże wymiary, pociągające za sobą wzrost kosztów i ciężaru (ponad 10 kg), które naogół rosną od 60 kV z trzecią potęgą napięcia. Wymaga to zbyt dużych masztów i nader utrudnia montowanie. Wobec tego, przy napięciach, przekraczających 35 do 40 kV zarzucamy izolatory stojące, a stosujemy wiszące, składające się z kilku ogniw, łączonych szeregowo ze sobą i tworzących łańcuch.

(Dok. nast.).

Elektryfikacja Fabryki Lokomotyw w Chrzanowie.

Inż. elektr. **Z. Gogolewski**, Chrzanów.

W latach 1922—24 ukończona została budowa Pierwszej Fabryki Lokomotyw w Chrzanowie. Na ogrom tej pracy złożyła się budowa i montaż warsztatu mechanicznego w hali o powierzchni 104×72 m², warsztatu montażowego, mieszczącego się w budynku o powierzchni (104×66) m², kuźni, zajmującej 990 m², elektrowni (14×25) m², kotłowni dla centralnego ogrzewania oraz kilkunastu budynków pomocniczych. Przy tej imponującej budowie nie starano się wyzyskać urządzeń już istniejących, opustoszałych np. wskutek warunków powojennych; nie korzystano też wzorem innych przedsiębiorstw z ruchomości fabryk w likwidacji lub nieczynnych, lecz wzniesiono fabrykę od samych fundamentów w całym znaczeniu tego słowa nową.

Dzięki temu wszystkie zagadnienia techniczne, przy których rozwiązaniu przeważają w innych wypadkach lokalne warunki, pokusa utrzymania urządzeń starych, nie zaś względy ściśle techniczne, w Chrzanowie mogły być rozpatrywane pod kątem ostatnich doświadczeń Zachodu z całym pietyzmem, jakiego tak poważne zadanie wymagało.

Jednym z takich zagadnień była sprawa elektryfikacji całego zakładu. Można ją podzielić na wytworzenie prądu, względnie nabywanie go oraz na kwestję wyzyskania mocy elektrycznej, jaką rozporządzano. Fabryka miała posiadać ogółem około 300 maszyn, 10 suwnic elektrycznych, 7 młotów i szereg innych odbiorników, które w dalszym ciągu szczegółowo rozpatrzemy.

Jak widać z powyższego napęd obrabiarek należał do jednego z poważniejszych zadań, jakie należało rozwiązać. Z jednej strony starano się wyzyskać wszystkie przełomowe zdobycze techniki warsztatowej, idącej po linii indywidualizacji napędu, z drugiej

zaś wystrzegano się tych, skądinąd pociągających nowinek technicznych, które mogłyby w następstwie ze względu na nasz ubogi przemysł elektryczny, obciążony nadmiernym balastem konserwację.

Ogólna ilość obrabiarek można podzielić według zapotrzebowania mocy, wskazanego w katalogach, jak następuje:

Moc	Liczba maszyn
0.3—1 KM	30
1—3 "	89
3—5 "	48
5—10 "	86
ponad 10 "	47

Razem ok. 2 000 KM

300 sztuk

Z zestawienia tego widzimy, że liczyć się należało ze znaczną ilością ciężkich obrabiarek lokomotywowych, którym zazwyczaj fabryki wyrabiające te maszyny nadają napęd pojedynczy. W tych wypadkach firma dostarczająca maszyny wyręcza niejako klienta w kłopotcie wyboru napędu.

Ponieważ przy tych ciężkich obrabiarkach silnik powinien posiadać dowolnie zmienną ilość obrotów w granicach 1 — 3, przeto wybór rodzaju silnika był tu kwestją otwartą. Jak wiadomo, tylko silniki bocznikowe prądu stałego i niektóre typy silników komutatorowych spełniają wskazany warunek w sposób prosty i ekonomiczny.

Na produkcję krajową silników komutatorowych nie prędko można było liczyć, z drugiej strony przy zakupie ich zagranicą nie otrzymywało się żadnej korzyści w cenie. Koszta eksploatacyjne nie przemawiały wyraźnie za silnikami komutatorowymi, więc gwoli większej prostoty postanowiono użyć dla motorów regulacyjnych prądu stałego o napięciu 440 woltów. Tak została przesądzona sprawa pomocniczej sieci prądu stałego, równoległe do sieci głównej trójfazowej. Dalej trzeba było ją tylko wykorzystać jak najracjonalniej.

Po wyłączeniu ciężkich obrabiarek pozostał jeszcze do rozstrzygnięcia napęd ok. 250 obrabiarek lżejszych. Pozwolę sobie zauważyć na tem miejscu, że w niektórych wydawnictwach polskich, mających na celu porównanie napędu pojedynczego i grupowego wzgl. transmisyjnego spotyka się rachunki rentowności, zestawiane np. dla jednego silnika 12 KM, pędzącego transmisję, i 6 silników po 2 KM, pędzących pojedynczo obrabiarki. W praktyce rzecz się ma o tyle odmiennie, że przy napędzie grupowym stawia się silnik o mocy nieprzewyższającej 30% mocy, otrzymanej po zsumowaniu ilości koni mechanicznych, wskazanych w katalogach dla poszczególnych obrabiarek, stawianych na pędnię. Nie dość na tem. Przy ustalaniu mocy silników napędowych należało nadzwyczaj ostrożnie korzystać z katalogów, które z łatwo zrozumiałych powodów, podają zazwyczaj większy silnik, niż w istocie potrzebny.

Dzięki tej ostrożności zaoszczędzono w Chrzanowie około 150 KM mocy zainstalowanej, stawiając w niektórych wypadkach silniki o połowę mniejsze od wskazanych w katalogach, — bez żadnego uszczerbku dla obróbki. Pomija się też niesłusznie kwestię kosztów utrzymania i instalacji silników wraz z kosztami instalowania. Przytoczymy dla przykładu rachunek, zestawiony dla warsztatu narzędziowego fabryki Chrzanowskiej.

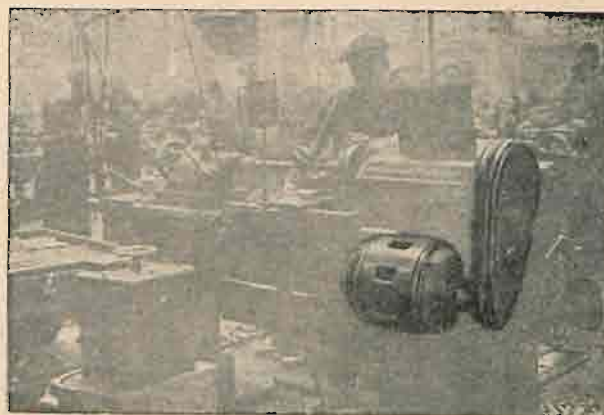
Przy zastosowaniu napędu pojedynczego:

należałoby postawić według katalogu:

Dla 1 strugarki poprzecznej . . .	5 KM	3 KM
Dla 1 frezarki poz.	7,5 "	5,5 "
" "	7,5 "	5,5 "
Dla 1 wiertarki prom	5 "	4 "
Dla szlifierki . . .	2 "	2 "
" "	2 "	2 "
" "	2 "	2 "
Dla 4 tokarek 100 mm	8 "	8 "
Dla 1 " 210	5 "	4 "
	<u>44 KM</u>	<u>36 KM</u>

postawiono w istocie na zasadzie doświadczeń z innych działów fabryki

Wprawdzie silniki i aparaty, wbudowywane w obrabiarki, otrzymują nieraz odmienne kształty kadłuba, wałka i t. p., przez co w razie uszkodzenia nie mogą być zastąpione normalnymi silnikami ze składu; niedogodność ta jednak gra rolę podrzędną.



Rys. 1.

W rzeczywistości zastosowano transmisję, pędzoną silnikiem o mocy zaledwie 10 KM, który, jak się okazuje pracuje prawie stale przy pełnym obciążeniu, chwilowo zaś bywa przeciążany do 30%.

Porównanie instalacji przy obu rodzajach napędów wypadłoby, jak następuje.

Napęd grupowy:

pędnia na łożyskach kulkowych,
tablica rozdzielcza,
komplet bezpieczników,
wyłącznik automatyczny,
silnik 10 KM,
rozsrusznik.

Napęd pojedynczy:

tablica rozdzielcza,
12 kompletów bezpieczników,
12 skrzynek łącznikowych,
12 silników ogólnej mocy 36 KM,
12 rozsruszników,
12 regulatorów.

Oczywiście, że prócz różnicy kosztów zakładowych dla obu napędów mamy znaczne różnice kosztów utrzymania silników wraz z urządzeniem rozdzielczym, co było pomijane w kalkulacji.

Tymczasem okazuje się z praktyki, że koszty te w przeliczeniu na jedną kWh zużytą wynoszą:

dla napędu grupowego 0.1 — 0.2 grosza na 1 kWh;

dla napędu pojedynczego 0.5 — 1.0 grosza na 1 kWh;

dla maszyn przenośnych lub przewoźnych 1.0 — 2.0 grosza na 1 kWh.

Przy uwzględnieniu tych wszystkich danych dla warsztatu narzędziowego, więc: kosztów urządzenia, opłaty za prąd i kosztów utrzymania otrzymuje się w wyniku zupełną równowagę pomiędzy napędem indywidualnym i grupowym. Nie będę z braku miejsca przytaczał tego rachunku, zaznaczam tylko, że przeprowadziłem go dla 1000 godzin pełnego obciążenia i ogółem 2400 godzin ruchu.

Nie tyle więc obliczenia analogiczne do wspomnianego, ile przedewszystkiem względ na rozstawienie maszyn oraz możliwość indywidualnego traktowania każdej maszyny i jaknajszerszego wyzyskania jej właściwości konstrukcyjnych przemawiały za napędem pojedynczym.

Rzeczywiście, ustawienie silnika przy maszynie a nawet wbudowanie go w obrabiarkę stworzyło zupełnie nowe możliwości w dziedzinie konstrukcyjnej. Przykład takiego klasycznego wbudowania silnika w maszynę i stworzenia z nich jednej organicznej całości daje rys. 1.

Praktyka Fabryki lokomotyw wykazuje, że bardzo dobry jest indywidualny napęd elektryczny z pojedynczym kołem pasowym i ewent. naprężaczem pasa oraz normalnym silnikiem szybkoobrotowym, który w razie uszkodzenia może być z łatwością wymieniony w całości lub częściowo. Dla tych napędów jeden kompletny silnik zapasowy każdego typu w zupełności wystarczy do zapewnienia ciągłości ruchu.

Źródłowa ocena wszystkich wzmiankowanych zalet i wad pojedynczego napędu dała w ostatecznym bilansie tak poważne saldo na jego korzyść, że 80% maszyn zostało zaopatrzone we własne silniki asynchroniczne, a z tego jedna czwarta z przekładnią pasową z silnika na maszynę. W większości wypadków okazało się możliwe użycie silników o 1500 obrotach i tylko część maszyn zaopatrzone w silniki 1000 obrotowe, kilka zaś — 750 obrotowe. Silniki stosowano okapturzone z wentylacją lub otwarte. Dostarczyła je firma „Asea“ i „PTE“ w Katowicach.

Ażeby umożliwić zatrzymanie silników przy krótkotrwałych nawet przerwach w obróbce, urządzone wyłączniki i rozsruszniki kombinowane, umieszczając je w promieniu ręki robotnika. W związku z przedstawioną sprawą sieci prądu stałego wyzyskano ją w ten sposób, że dla kilkunastu lepszych obrabiarek zastosowano napęd pojedynczymi silnikami regulacyjnymi prądu stałego, rugując w ten sposób koła stopniowe i skombinowane przystawki (rys. 2, 3, 4).

Trzy większe strugarki otrzymały bezpośredni napęd silnikami nawrotnymi prądu stałego, w wykonaniu firmy „Siemens Schukert“ (rys. 5). Urządzenie tego napędu jest znacznie prostsze od znanych zespołów nawrotnych „Lancashire“, w praktyce zaś zachowuje się bez zarzutu, pod warunkiem starannego montażu i obsługi. Dość poważne skoki prądu przy przyspieszeniu i hamowaniu, jakie tu mają miejsce, wyrównywują się w dość dużych urządzeniach bez żadnej szkody dla maszyn sąsiednich.

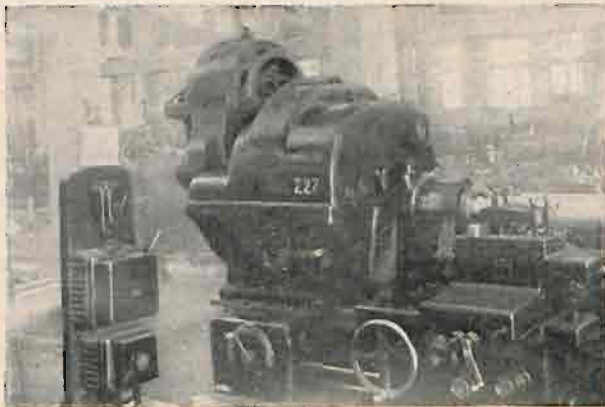
W wykonaniu, jakie tu zastosowano, brak sterowania przyciskami na odległość, a nastawnica otrzymuje mechaniczny napęd od stołu heblarki. Jedną i drugą okoliczność dla maszyn tej wielkości nie należy wcale od wad napędu, sądzę nawet, że dalsze komplikowanie urządzenia byłoby tutaj zbędne.

Suwnice elektryczne na prąd trójfazowy, prócz zastosowania dużych szybkości, żadnych szczególnych cech nie posiadają.

Bardziej interesujące są młoty w kuźni o sile 50—500 kg, każdy zaopatrzony we własny silnik elektryczny dla napędu kompresora. Przekładnia zębata między silnikiem a wałem korbowym wytrzymała ogniową próbę dwuletniej pracy.



Rys. 2



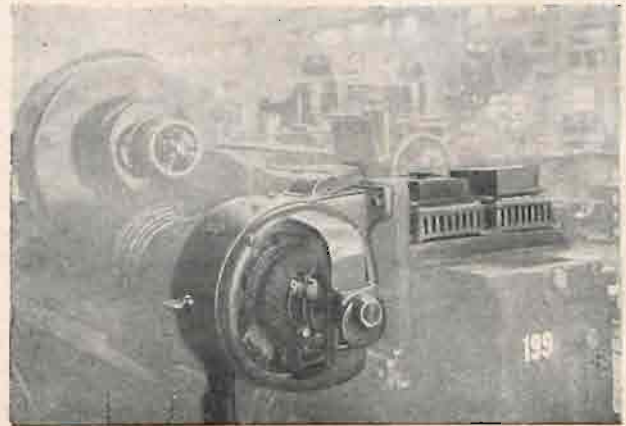
Rys. 3.

Prócz wyzyskania energii elektrycznej w celach napędu obrabiarek, suwnic i młotów — elektryczność znalazła zastosowanie przy: 1) spawaniu łukowym, 2) grzaniu nitów, 3) grzaniu obręczy do kół lokomotywowych.

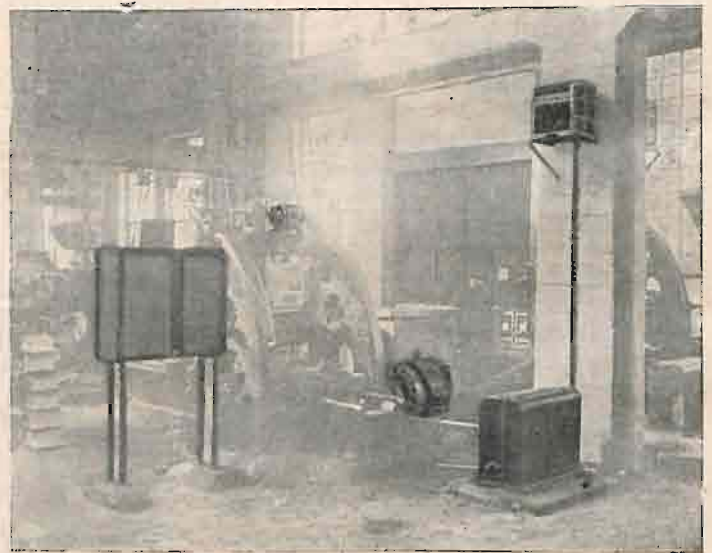
Zespół maszynowy do spawania łukiem prądu stałego jest dostarczony przez firmę Siemens Schuckert. Krótkozwarty silnik o mocy 12 kW pędzi generator prądu stałego wraz z dodatkową wzbudnicą. Napięcie biegu luzem wynosi od 50 do 100 V, dla blach grubszych od 2 mm żadnych oporów w obwodzie głównym nie potrzeba. Spawanie e l e k t r o d a m i p o w l e c z o n e m i, wyrobu zagranicznego daje ścisły, pozbawiony wszelkich porowatości szew tak miękki, że poddaje się on z łatwością dalszej mechanicznej obróbce. Ponieważ rentowność urządzenia zależy

w pierwszym rzędzie od kosztów własnych kWh, ew. od taryfy za prąd z elektrowni obcej, przeto poniżej przytaczam porównawczy wykres całkowitych kosztów ruchu dla spawania autogenowego i łukowego w zależności od ceny prądu (rys. 6).

Do wykresu tego obliczenia robiono jak następuje. Koszta spawania autogenowego w stosunku do 1 m szwu = robocizna + koszt tlenu i acetylenu +



Rys. 4.



Rys. 5.

koszt utrzymania urządzenia + amortyzacja + koszt drutu do spawania.

Koszta spawania łukowego na 1 m szwu: robocizna + koszt prądu + koszt utrzymania urządzenia + amortyzacja + koszt elektrody powleczonej.

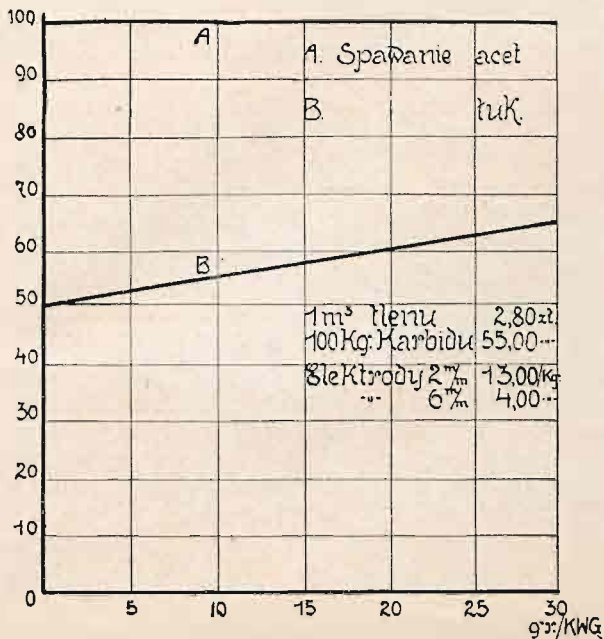
Jak widzimy, porównanie takie wypada bezwzględnie na korzyść spawania łukowego nawet dla ceny prądu na poziomie przeciętnej taryfy dla światła. Wykres ten jest aktualny dla wczorajszych stosunków rynkowych (1 zł. = 5.20 dol.).

Urządzenie do nagrzewania nitów, którego integralną część stanowi transformator 380: 1,5, 4 V, 33 kVA został zainstalowany jako próbny w tym zamiarze, że z czasem całe nitowanie w razie dobrych wyników, przejdzie na elektryczność. Poza oczywistymi zaletami elektrycznego grzania, jak brak dymu, śwę-

du, gotowość do pracy bez przerw na rozpalanie, jak to ma miejsce przy innych piecach, a nawet zmniejszenie upału i upadu nitów, — grzanie to zostało pracowicie zbadane na gospodarność w porównaniu z pie-

towniejszy od pieców koksowych, a prócz tego dzięki trwałej gotowości do pracy, podnosi wydajność druzyn nitowniczych.

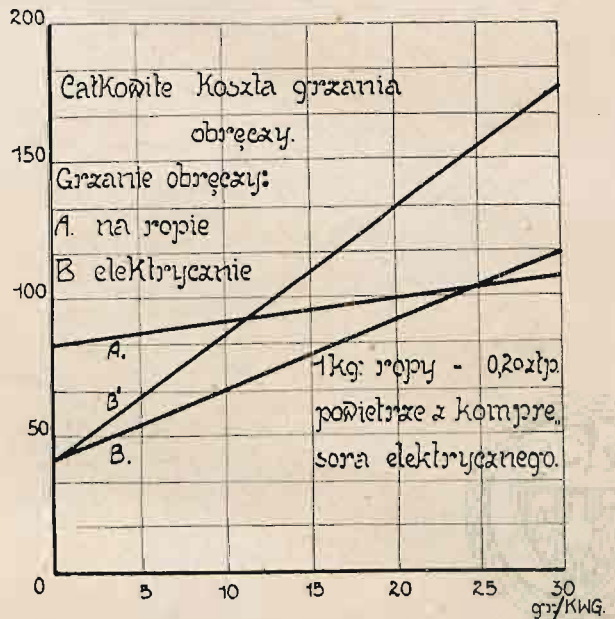
Grzanie obręczy lokomotyowych odbywa się w niektórych fabrykach również elektrycznie (patrz. Prz. Elekt. 1923, str. 120), gdy dawniej grzano je na ropie. Transformator 85 kVA zbudowano we własnym zarządzie, nadając mu konstrukcję nieco odmienną, a moc większą od wykonywanych przez firmę Oerlikon lub Siemens. Grzeje się obręcz od najmniejszych — 770 mm do największych — 1600 mm, a czas potrzebny na nagrzanie obręczy waha się w zależności od średnicy w granicach 12 — 25 min. Rację bytu tego urządzenia uzasadnia porównawczy wykres (rys. 8) przeciętnych kosztów grzania elektrycznego i na



Rys. 6.

cami koksowymi tej konstrukcji, jaka jest w Chrzanowie w użyciu.

Ponieważ cena prądu gra tu znów zasadniczą rolę, więc wyniki obliczeń ujęto w wykres zależności

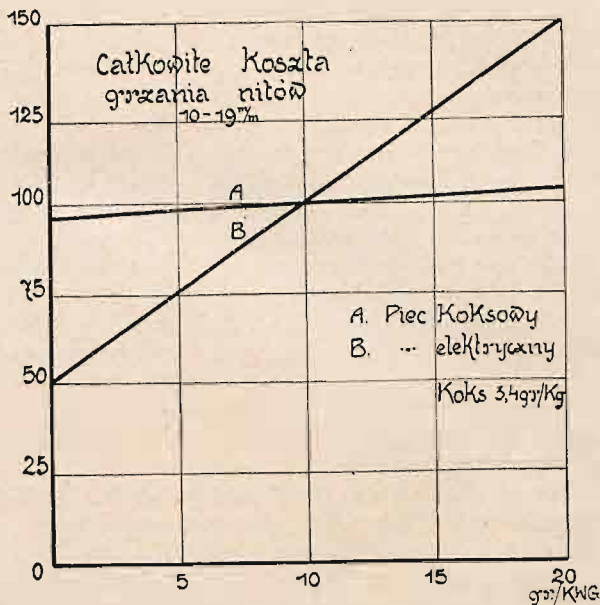


Rys. 8.

ropie dla obręczy 770 — 1600 mm w zależności od ceny prądu. Pod uwagę wzięto i tutaj całkowite koszty ruchu, przy czym w założeniu przyjęto taryfę za prąd w kWh. W razie taryfy zależnej od $\cos \varphi$ koszty grzania elektrycznego ze względu na niski współczynnik mocy aparatu mogłyby się znaleźć w obszarze między prostymi B i B', w każdym bądź razie byłyby niższe od grzania na ropie przy cenie prądu poniżej 12 gr. za kWh.

W przewidywaniu tak wielostronnego zapotrzebowania prądu elektrycznego przez fabrykę należało zrobić wybór napięcia i zaprojektować elektrownię. Układ trójfazowy otrzymał na odbiornikach napięcie 380/220 V, jako najracjonalniejsze dla fabryki o dużej ilości małych silników i należące do napięć, poleconych przez normy. Początkowo zainstalowano izolowany przewód zerowy, z czasem jednak, w celu przejścia na łagodniejsze przepisy bezpieczeństwa, uziemiono zero w jednym miejscu na elektrowni. Sieć prądu stałego ma natomiast 440 V bez przewodu zerowego, zasiła bowiem tylko silniki.

Ponieważ fabryka pobiera prąd o napięciu 22 000 woltów z okręgowej elektrowni w Sierszy Wodnej, więc stacja (rys. 9) składa się z dużej rozdzielni na 38 000 woltów (napięcie, projektowane przez elektrownię w Sierszy w razie dalszej rozbudowy), transformatorów — 22 000 : 400 woltów, a ponadto przetwornic na prąd stały. Z uwagi na konieczność utrzymania dużej wartości współczynnika mocy,



Rys. 7.

całkowitych kosztów grzania od kosztu kWh (rys. 7). Koszta grzania nitów w piecu koksowym obliczono na jeden kg nitów jako sumę poszczególnych kosztów: koksu, robocizny, prądu zasilającego dmuchawę, jej utrzymania, amortyzacji i utrzymania pieca. Na koszt grzania elektrycznego składały się pozycje robocizny + prądu + amortyzacji + utrzymania urządzenia. Z wykresu wnioskujemy, że przy cenie kWh poniżej 10 groszy przyrząd elektryczny jest ren-

przetwornice są synchroniczne. Ustawiono jedną przetwornicę jednotwornikową 170 kW, 440 V, $\cos \varphi = 1$, druga zaś tej samej mocy ze wzbudzeniem do $\cos \varphi = -0,9$. Całą sieć zasilającą ułożono kablami, przewody zaś do oddzielnych silników — w rurkach. Ogółem położono ok. 3,5 km kabla i 40 km przewodu w gumie. Moc transformatorów ustalono na 750 kVA każdy (obecnie są już dwa takie w ruchu). Liczono się przytem z rychłą rozbudową fabryki.

Stosunek mocy zainstalowanej na stacji do mocy odbiorników wynosi zatem 80%, natomiast śred-



Rys. 9.

ni współczynnik jednoczesności, jak się należało spodziewać dla napędu pojedynczego, wynosi:

dla warszt. mech.	0,20
" " montaż.	0,30
" " kuźni	0,51

Wartości te odpowiadają rocznej ilości godzin pełnego użytkowania odpowiednio: 720, 480 i 1220. Zwracam uwagę na te liczby, jako podstawę do porównawczych obliczeń rentowności napędu pojedynczego i grupowego. Nie biorąc pod uwagę innych wpływów, liczby te stanowią w tym rachunku pozycję dla napędu pojedynczego ze wszech miar korzystną. Silniki bezwładności mało pracują na bieg luzem, a dzięki starannemu doborowi ich mocy, którą wyznaczono nie tylko z uwagi na maszyny, lecz również w związku z tem, w jakim oddziale maszyna ma stanąć i jaką wykonywać pracę, są w czasie ruchu w wysokim stopniu obciążone.

W związku z tem średni współczynnik mocy wynosi dla całej sieci 0,6 — 0,75, przyczem ulega on stałej poprawie przez systematyczną kontrolę obciążenia.

Na zakończenie kilka słów o oświetleniu warsztatów; składa się ono z ogólnego i indywidualnego. Pierwsze daje 8 — 20 luxów, drugie rozwiązano

stawiając na każdej maszynie wysięgnik do zawieszania w kilku miejscach ręcznych lamp warsztatowych, którymi robotnicy mogą w każdej chwili rozporządzać.

Oświetlenie indywidualne z pomocą stałych zwieszaków, wskutek wielkiej różnorodności wymiarów maszyn i przedmiotów obrabianych, nie byłoby skuteczne.

We wszystkich wypadkach starano się obyć materiałami wytwórczości krajowej poza nielicznymi wyjątkami. Do oświetlenia stosuje się lampy żarowe gazowane od 500 — 40 W i próżniowe od 50 — 25 św. z fabryk krajowych. Do lamp ręcznych używa się wyłącznie żarówek z metalową nicią, lecz wzmocnionej konstrukcji.

Stowarzyszenie Elektrotechników Polskich nie jest klubem towarzyskim. Stowarzyszenie Elektrotechników Polskich nie jest organizacją, która zabiega o interesy prywatne jakiejś grupy lub jakiegoś zawodu. Stowarzyszenie Elektrotechników Polskich nie jest zrzeszeniem, w którym praca byłaby zatruta walkami i namiętnościami partyjnymi.

Stowarzyszenie Elektrotechników Polskich — to zsolidaryzowane zjednoczenie specjalistów, które jedynie dobro publiczne ma na widoku, które obiektywnie i bezinteresownie służy wyłącznie sprawie ogólnej, które do celu swego zdąża przez pracę poważną. Stowarzyszenie Elektrotechników Polskich — to godne miejsce dla każdego elektrotechnika polskiego.

Wiadomości techniczne.

Światowa konferencja energetyczna. Jak już wiadomo, w lecie 1924 r. z okazji wystawy Brytyjskiego Imperjum w Wembley pod Londynem, miała miejsce Pierwsza Światowa Konferencja Energetyczna przy udziale 39 państw, nie wyłączając Niemiec i Rosji.

Na Konferencji tej wygłoszono i przedyskutowano szereg referatów, obejmujących zagadnienia, związane z wytworzeniem, przetwarzaniem i wykorzystaniem wszelkich źródeł energii, a także dotyczących zasobów energii.

Polska wystąpiła z wyczerpującym referatem, opracowanym przez grono najwybitniejszych w kraju specjalistów, przy współudziale Ministerjum Robót Publicznych.

Referat ten został wydrukowany w sprawozdaniach z prac Konferencji w języku angielskim, wraz ze skrótem francuskim (Transactions of the First World Power Conference vol. I p. 1099—1158), wydanych przez firmę Percy Lund, Humphries et Co., London.

Światowa Konferencja Energetyczna przekształca się w instytucję stałą. Biuro Międzynarodowego Komitetu Wykonawczego służy łącznikiem między narodowymi komitetami energetycznymi, utworzonymi w oddzielnych krajach.

Komitety narodowe delegują swoich przedstawicieli do Międzynarodowego Komitetu Wykonawczego w Londynie, który prowadzi stale sprawy Konferencji.

Ostatnia sesja Międzynarodowego Komitetu Wykonawczego odbyła się w lipcu r. ub. w Londynie. Oto główne postanowienia.

1. Zebrania plenarne Konferencji odbywać się będą mniej więcej co 5 lat. Niezależnie od tego, będą miały miejsce zebrania sekcyjne, z mniej obszernym programem i urządzane nie przez Międzynarodowy Komitet Wykonawczy w Londynie, ale przez poszczególne narodowe komitety energetyczne pod auspicjami Międzynarodowego Komitetu Wykonawczego.

2. Drugie plenarne zebranie Światowej Konferencji Energetycznej odbędzie się prawdopodobnie dopiero w r. 1930.

3. W lecie 1926 r. odbędzie się pierwsze zebranie sekcyjne Konferencji w Bazylei, organizowane przez Komitet Energetyczny Szwajcarski z okazji wystawy sił wodnych i żegluga śródlądowej, z następującym programem:

I. Rozwój energii wodnoelektrycznej w związku z żegluga śródlądową.

II. Wymiana energii elektrycznej między poszczególnymi państwami z uwzględnieniem strony prawnej i finansowej.

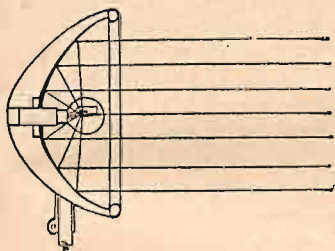
III. Energia wodnoelektryczna, a energia cieplna — związek ekonomiczny między temi postaciami energii.

IV. Elektryczność w rolnictwie.

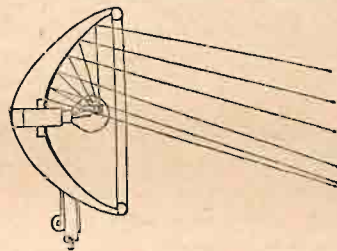
V. Elektryfikacja kolei żelaznych.

Specjalny nacisk będzie położony na stronę finansową i prawną omawianych zagadnień.

Nowe żarówki samochodowe. Nowa żarówka „Bilux“ ma w jednej bańce szklanej dwa źródła światła: jeden drucik żarowy główny umieszczony bliżej trzonka, a dalej — drugi pomocniczy, zaopatrzony w małe metalowe lustro, odbijające promienie do góry, rys. 1. Gdy żarówka jest umiesz-

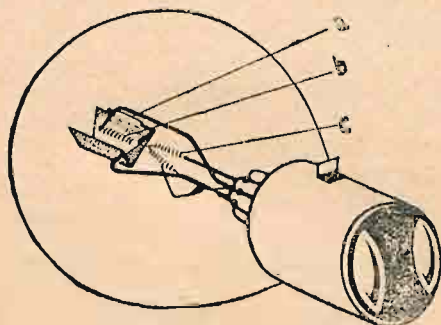


Rys. 1.



Rys. 2.

czona w ognisku zwierciadła wklęsłego, to zależnie od tego, który drucik żarowy świeci, mamy snop światła w kierunku poziomym rys. 1, lub też w kierunku ukośnym w dół rys. 2.



Rys. 3.

- a — daszek,
- b — palnik zastępczy,
- c — palnik główny.

Główne źródło światła zapewnia dostateczne oświetlenie na odległość 200—250 m.

Źródło światła pomocnicze lepiej oświetla całą szerokość drogi, pozwalając dobrze rozpoznać jadący naprzeciw pojazd i przechodniów. Szczególne znaczenie ma snop światła ze źródła pomocniczego przy przejeżdżaniu gór, gdy znajdujący się u szczytu samochód ma sobie oświetlić drogę pochyłą z drugiej strony.

Ze względu jednak na to, że główne zastosowanie pomocniczego źródła światła polega na oświetlaniu przedmiotów bliskich, jego natężenie światła daje się nieco słabsze od natężenia światła źródła głównego. Z tego względu pomocnicze źródło światła nadaje się dobrze do jazdy w miastach, a szczególnie na zakrętach. Oczywiście, za pomocą odpowiedniego przełącznika można w każdej chwili puścić prąd czy to do drucika żarowego głównego, czy też pomocniczego.

Sieć elektryczna miasta Chicago. Przed rokiem 1898 Chicago zaopatrywane było w energję elektryczną przez szereg

elektrowni, obsługujących poszczególne części miasta. Elektrownie te posiadały różne napięcia — od 1000 do 2200 V, jakoteż różne częstotliwości — od 60 do 133 okr./sek. Poza tem prąd stały wysokiego napięcia zasilal w układzie szeregowym lampy lulkowe. Gdy w r. 1898 zwykłą w Ameryce koleją rzeczy nastąpiło połączenie tych przedsiębiorstw, przyjęto jedno napięcie dla sieci rozdzielczej, mianowicie 2300 V pierwotnego oraz 115,230 V dla sieci odbiorczej niskiego napięcia, przy 60 okr./sek.

Obciążeniem wtedy było głównie światło, przy nieznacznem zapotrzebowaniu siły. Stosowano więc prąd jednofazowy, uciekając się już wówczas do regulacji napięcia, obsługiwanej ręcznie. W miarę wzrostu zapotrzebowania energii dla napędu, zaczęto stosować oddzielne obwody trójfazowe, obsługujące tylko siłę, zachowując dla światła układ jednofazowy. Wybrano dla obwodu trójfazowego napięcie 2300/4000 V oraz system czteroprzewodowy, całość bez regulacji napięcia. Po krótkim doświadczeniu zarzucono system jednofazowy zupełnie, pozostawiając układ trójfazowy 2300/4000 V dla siły i światła. Zastosowano układ czteroprzewodowy, przyczem powrócono do regulacji napięcia, wprowadzając regulatory automatyczne oraz kompensatory spadku napięcia w linii.

Przewody zasilające w tym systemie były napowietrzne. Całe miasto posiada system t. zw. „alleys“, t. j. uliczek, biegnących na tyłach domów. Domagano się więc ogólnie przeniesienia linii napowietrznych na te właśnie uliczki, co też zostało przeprowadzone. Główne przewody zasilające prowadzono już wtedy pod ziemią, drogą możliwie najkrótszą. Ażeby ograniczyć ilość słupów, zaniechano stosowania osobnych linii dla przewodów komunikacyjnych. Przewody telefoniczne zawieszają się więc na tych samych słupach, co i przewody doprowadzające energję.

Obecnie energja wytwarza się w pięciu elektrowniach parowych, położonych nad rzekami. Stosuje się 25 i 60 okr./sek. System 25 okr. obsługuje podstacje prądu stałego, położone w centrum miasta (Downtown), a również podstacje tramwajowe i kolei górskich. System 60 okr. obsługuje sieci siły i światła poza centrum miasta. Połączona moc obu systemów w dniu 1 stycznia 1925 r. wynosiła 847000 kW, gdy w zimie roku 1923 i 1924 tylko — 700 000 kW. Dalszy wzrost zapotrzebowania pokrywa się już wyłącznie systemem 60 okr. Połączona moc tego układu w dniu 1 stycznia 1925 r. wynosiła 420 000 kW, gdy w roku 1923—24 379 000 kW.

Cała energja układu 60 okr. wytwarza się przy 12 000 V i przy tem napięciu przesyłana jest do podstacji dozorowanych na miejscu, leżących w okręgu danej elektrowni. Z tych podstacji energja rozsyła się przy napięciu 12 000 V do układu podstacji, kontrolowanych z odległości przez obsługę podstacji dozorowanych, t. zw. „remote control“. Dosył energji do większych odbiorców przemysłowych odbywa się również przy napięciu 12 000 V do podstacji, zwykle pod gołym niebem, gdzie już napięcie obniża się do wysokości potrzebnej.

W podstacjach, kontrolowanych z odległości, następuje obniżenie napięcia do 2300/4000 V, przy którym rozsyła się energję za pomocą układu przewodów napowietrznych. Drobnii odbiorcy otrzymują napięcie 110 V. Przejście od napięcia fazowego 2300 V do 110 V osiąga się za pomocą transformatorów, umieszczonych wprost na słupach, po których prowadzona jest sieć dosyłowa. Słupy te więc prowadzą sieć dosyłową 2300/4000 V, sieć roboczą 110 V oraz przewody telefoniczne; te ostatnie — w kablu. Zaznaczyć należy, że przewody wysokiego napięcia są w izolacji odpornej na wodę.

Układ 2300/4000 V obsługiwał w styczniu 1925 r. 682 500 odbiorców, za pomocą 26 700 transformatorów, przyłączonych do tego układu.

Przyłączeń do budynków było 380 000.

(AIEE, November 1925)

Z działalności Polskiego Komitetu Elektrotechnicznego.

Propozycje i opinie P. K. E.

przesłane

na kongres C. E. I. w Nowym Jorku

(kwiecień 1926 r.).

Prezydjum PKE przygotowało na podstawie prac komisji propozycje i opinie w różnych sprawach, które będą rozważane na zebraniach komitetów technicznych w Nowym Jorku, mających się odbyć podczas kongresu C. E. I. w kwietniu b. r.

Poniżej podane są teksty, względnie streszczenia, dotyczących pism, przesłanych do biura C. E. I. w Londynie.

1. Symbole graficzne.

a) P. K. E. wyraża zgodę na przyjęcie symboli graficznych *prądu silnego*, ogłoszonych w publikacji C. E. I. Nr. 35, a dotyczących rodzajów prądu, sposobów połączeń, elektrowni, podstacji, linii i torów przewodów elektrycznych, części składowych obwodów elektrycznych, łączników, transformatorów, maszyn elektrycznych, prostowników, ogni, akumulatorów, przyrządów pomiarowych;

b) P. K. E. przyjmuje symbol Ω (omega) do oznaczenia *oma*;

c) P. K. E. uważa, iż pożądane jest ustalenie jedynie niewielkiej liczby zasadniczych symboli graficznych, dotyczących *instalacji wewnętrznych*, z pominięciem drobiazgowych szczegółów;

d) P. K. E. przedstawia własny projekt symboli graficznych *teletechniki i radjotechniki*. Projekt ten został wydany litograficznie i przesłany do biura C. E. I. w liczbie 180 sztuk, celem rozesłania ich do wszystkich komitetów krajowych.

Projektu tego nie zamieszczamy na razie w „Przeł. Elektr.”. Zależnie od wyniku posiedzenia komitetu technicznego w Nowym Jorku, zostanie on ewentualnie zmodyfikowany i ogłoszony.

2. Maszyny elektryczne.

P. K. E. został wezwany do wyrażenia opinii o opracowywanych obecnie *przepisach maszyn elektrycznych* dużej mocy (ponad 750 kVA, 5000 V). Przepisy dotyczące maszyn mniejszych są już — jak wiadomo, ustalone międzynarodowo. Opinia Prezydjum Komitetu dotyczyła spraw, poruszanych na zebraniach komitetu technicznego maszyn elektrycznych w Hadze, w r. 1925, a zawartych w sprawozdaniu z tych zebrań (publikacja R. M. 19.).

Opinia prezydjum brzmiała:

I. Temperatura, przy której ma być obliczana sprawność.

P. K. E. podziela pogląd, że 75° C jest temperaturą najodpowiedniejszą.

II. Wzrost temperatury wirników
graz

III. Wzrost temperatury statorów, mierzony termoelementem.

W tych sprawach P. K. E. nie wypowiada się.

IV. Sposób prób za pomocą termoelementu.

P. K. E., niewypowiadając się co do przyjęcia lub odrzucenia wniosków, dotyczących tego przedmiotu, przytoczonych w publikacji R. M. 19, uważa jednak za właściwe zwrócić uwagę Komisji Między-

narodowej na potrzebę dokładnego określenia, gdzie mają być stosowane termoelementy, a gdzie druty oporowe, gdyż wyniki pomiarów, wykonywanych za pomocą termoelementów, mogą być odmiennie od tych, które otrzymamy, stosując w tych samych warunkach druty oporowe. Przyczyną tego, oczywiście, jest ta okoliczność, że termoelementy wskazują temperaturę w pewnym określonym punkcie, druty zaś oporowe dają temperaturę przeciętną na całej ich długości.

V. Tolerancje.

P. K. E. stawia następujące propozycje, stosownie do punktów, wymienionych w publikacji R. M. 19 str. 19 i 20:

1. Sprawność.

a) przy gwarantowaniu sprawności (η), tolerancję obliczać według wzoru $\frac{1-\eta}{10}$, z zaokrągleniem do 0,001, conajmniej jednak 0,01.

b) Przy gwarantowaniu strat przyjmując: przy pełnym obciążeniu 10‰, przy połowie obciążenia 15‰, przy obciążeniu mniejszym niż połowa 20‰.

2. Maksimum zużycia mocy pozornej przez silniki indukcyjne zwykłych wymiarów.

Tolerancję oblicza się według wzoru $\frac{1-\cos\varphi}{6}$

z zaokrągleniem do 0,01, jednak co najmniej 0,02.

3 i 4. Prędkość biegu silników prądu stałego.

Tolerancja liczby obrotów a) silników bocznikowych 5‰; b) silników szeregowych 7‰; c) zmienności liczby obrotów 10‰.

Powyższe tolerancje nie dotyczą silników z gwarantowaną liczbą obrotów, gdyż np. dla napędu pomp dośrodkowych i t. p. maszyn, szybkość biegu musi być bardzo ściśle ustalona.

5. Poślizg silników asynchronicznych.

Tolerancja poślizgu może być przyjęta na 20‰, o ile poślizg ten nie jest specjalnie gwarantowany.

6. Spadek napięcia w prądnicach bocznikowych albo z obcem wzbudzeniem.

Przyjąć tolerancję 10‰ (normy niemieckie 5‰ są zbyt małe).

7. Spadek napięcia w prądnicach gwałtownych.

Przyjąć tolerancję 5‰.

8. Prąd rozruchowy w silnikach indukcyjnych z wirnikami zwartymi.

Przyjąć tolerancję 15‰.

9. Maksimum prądu zwarcia turboturbin generatorów.

Przyjąć tolerancję prądu chwilowego — 20‰, a prądu długotrwałego 15‰.

10. Przekładnia transformatorów.

Dla transformatorów pracujących pojedynczo przyjąć tolerancję 0,1‰.

11. Napięcie reaktancji transformatorów.

Dla transformatorów pracujących pojedynczo przyjąć tolerancję 5‰.

VI. Sposoby wyrażania sprawności.

P. K. E. proponuje podzielić pod tym względem wszystkie maszyny i przyrządy na dwie kategorie:

- a) maszyny i przyrządy do przetwarzania energii — należy oceniać podług sprawności (),
- b) maszyny i przyrządy nie przetwarzające energii pożytecznej — należy oceniać podług strat.

Sprawność określać należy zawsze metodą wyznaczenia poszczególnych strat.

W celu uwzględnienia strat dodatkowych, gdy wyznaczamy sprawność maszyn przy pełnym obciążeniu, należy do strat w żelazie, wyznaczonych przy biegu jałowym, dodawać 50% tych strat, gdy niema kompensacji pola wirnika; natomiast wystarcza dodać 25% tych strat, gdy pole wirnika jest skompensowane. — Obliczenie tego rodzaju tłumaczy się tem, że główne straty dodatkowe powstają skutkiem zniekształcenia pola magnetycznego.

Jeżeli wyjątkowo, np. dla małych maszyn, sprawność została określona innym sposobem, niż metodą strat, to przy liczbie, wyrażającej sprawność należy wskazać, jakim sposobem liczbę tę wyznaczono.

Jako zasadniczą prędkość biegu dla wyznaczenia strat w silnikach, należy przyjąć tę liczbę obrotów, którą się otrzymuje przy wyłączeniu wszystkich oporników. Dla silników komutatorowych możnaby przyjąć liczbę obrotów średnią.

VII. Próby izolacji.

a) Maszyny elektryczne. — Dla maszyn do napięcia 5000 V P. K. E. proponuje określać napięcie probiercze podług wzoru:

$$(2.V + 50/P) \text{ woltów,}$$

gdzie V oznacza napięcie nominalne, a P moc maszyny w kVA, co najmniej jednak $P = 400$.

Dla maszyn o napięciu wyższym należy dla wszystkich uzwojeń, z wyjątkiem uzwojeń wzbudzących, obliczać napięcie probiercze według wzoru:

$$(2.V + 5000) \text{ woltów.}$$

Dla uzwojeń wzbudzących należy przyjąć normy niemieckie dla maszyn elektrycznych (§ 50, wydanie z 1923 r.).

b) Transformatory. — Przyjąć normy niemieckie, — a mianowicie:

do 10 kV — 3,25.V; najmniej 2,5 kV.,

powyżej 10 kV — (1,75.V + 15000) woltów,

gdzie V jest napięciem nominalnym w woltach.

Napięcia probiercze, obliczone podług tego wzoru, dają wyniki takie same, jak szwedzkie, (o których była mowa w publikacji R M 19.), a są prostsze.

3. Napięcie normalne.

Na zebraniach w Nowym Jorku ma być ustalona lista napięć międzynarodowych. Prezydjum P. K. E. zajęło w tej sprawie następujące stanowisko:

Normalizacja napięć w Polsce była zdecydowana rozporządzeniem Min. Robót Publ. z dnia 26. V. 1923 roku. Jako napięcia normalne przyjęto napięcia u odbiorcy energii, a mianowicie:

a) dla prądu stałego: 110, 220, 440 woltów,

b) dla prądu jednofazowego i trójfazowego:

dla niskich napięć 125, 220 i 380 woltów,

„ wysokich napięć 3, 6, 15, 35, 60, 100

kilowoltów.

Niskie napięcia 110 i 125 V, są dopuszczalne tylko w takich instalacjach, dla których istnieją trudności utrzymania normalnej izolacji, odpowiadającej 220 woltom.

Wziąwszy pod uwagę przyjęte powyżej napięcia, P. K. E.:

1. Przyjmuje:

A. a) Listę niskich napięć, proponowanych na zasadzie 220 woltów (dla Polski);

b) miejsce odbioru energii, jako punkt odniesienia tych napięć;

c) listę napięć pochodnych od 220 woltów, proponowanych przez Komitet techniczny napięć normalnych C. E. I.

B. a) Listę proponowanych wysokich napięć;

b) miejsce odbioru energii, jako punkt odniesienia tych napięć.

2. Proponuje:

Wstawić w liście normalnych wysokich napięć, proponowanych przez Komitet techniczny, napięcie 35000 woltów, którego tam brak i które, będąc u nas normalnym, jest bardzo rozpowszechnione i w innych krajach.

4. Przepisy na linie napowietrzne.

P. K. E. był wzwany do wypowiedzenia się, czy uważa za wskazane, aby umiędzynarodowiono przepisy na linie napowietrzne a jeżeli tak, to jakie szczegóły do tego się nadsą. — Opinia Komitetu była następująca:

P. K. E. jest zdania, iż pożądanem jest opracowanie przepisów międzynarodowych, dotyczących urządzeń linii, przenoszących energię elektryczną i przyjmuje jako podstawę dotyczących prac projekt belgijski, przedstawiony na Konferencji wielkich sieci elektrycznych w Paryżu w 1925 r. P. K. E. uważa jednak, że sprawa międzynarodowej normalizacji przepisów na linie elektryczne winna być traktowana z uwzględnieniem odmiennych warunków gospodarczych i klimatycznych poszczególnych państw, które zechcą przystąpić do normalizacji.

Projekt normalizacji powinien zatem zawierać tylko te warunki ogólne, które będą mogły być przyjęte w krajach zainteresowanych. Poza tym przepisy powinny być dostatecznie tolerancyjne, aby nie hamowały rozwoju elektryfikacji krajów, stojących niżej pod tym względem. Każdy zaś kraj będzie mógł wydać w razie potrzeby przepisy obostrzające, dotyczące np. stosowania tych lub innych materiałów i t. p.

Zrozumiałe jest, że możliwe są np. duże wymagania techniczne dla konstrukcji wsporczych linii elektrycznych, budowanych w krajach bardzo uprzemysłowionych i specjalnie gęsto zaludnionych. Daleko idące bezpieczeństwo w urządzeniu linii napowietrznych w tych krajach jest bowiem konieczne; równocześnie jednakże wyższe koszty budowy znajdują pokrycie w opłatach za energię elektryczną, z pewnością znacznych, ze względu na znaczne zużycie energii.

W innych krajach natomiast, w których elektryfikacja jest nieomal w zarodku, mogą być wykonywane urządzenia niedrogie, wymagające mniejszych kapitałów zakładowych. Specjalne kraje, posiadające duże lasy i często wzorowo urządzone zakłady do nasycania, zainteresowane są w jaknajszerszym stosowaniu drzewa do budowy konstrukcji wsporczych linii napowietrznych.

Z wyżej wyluszczonego względów, niektóre punkty projektu przepisów belgijskich nie mogą być zdaniem P. K. E. uważane za projekt przepisów międzynarodowych, gdyż oparte są na specjalnych stosunkach kraju znacznie zelektryfikowanego.

Co się tyczy projektu angielskiego, przysłanego również do opinii, to wprowadza on pewne nowe ujęcie obliczenia przewodów, które jako

bardzo interesujące, powinno być bliżej rozpatrzone.

Polski Komitet Elektrotechniczny nie przedstawia jednak własnego projektu przepisów międzynarodowych i ogranicza się do wskazania punktów, które winny być znormalizowane, oraz do porównawczego zestawienia obowiązujących obecnie przepisów polskich (z dn. 6. VIII. 1923 r.).

Punkty projektu belgijskiego, nadające się do znormalizowania są następujące.

1. Określenie wysokiego i niskiego napięcia,
 2. Materiały, z jakich mogą być wykonywane przewody,
 3. Najmniejsza dopuszczalna wytrzymałość mechaniczna przewodów na zerwanie,
 4. Obliczanie przewodów i jego podstawy.
- N. B. Przepis belgijski, zdaniem P. K. E., nie może być znormalizowany; propozycję zaś Komitetu angielskiego należy wziąć pod rozwagę.
5. Spółczynnik bezpieczeństwa lub dopuszczalną naciąg przewodów.
 6. Materiały, z których mogą być wykonywane słupy.
 7. Obliczanie słupów i podstawa ich obliczenia.
- N. B. Podstawy ogólne obliczeń, wynikające z warunków klimatycznych kraju, wzniesienia ponad poziom morza i t. d. nie mogą być znormalizowane; mogą być jednak znormalizowane inne podstawy obliczania słupów.
8. Stopień bezpieczeństwa lub dopuszczalnego naprężenia słupów.
 9. Najmniejsza wysokość zawieszenia przewodów nad ziemią.
 10. Specjalne przepisy dla skrzyżowań z drogami jezdniemi, wodnemi i kolejami żelaznemi.
 11. Specjalne przepisy dla skrzyżowań z linjami telekomunikacji i linjami energii elektrycznej.

Do oryginału pisma zostało dołączone zestawienie porównawcze przepisów polskich z projektem belgijskim w podanym wyżej porządku punktów, nadających się do normalizacji.

5. Silniki trakcyjne.

C. E. I. opracowywa obecnie przepisy na elektryczne silniki trakcyjne, analogicznie do przepisów na maszyny elektryczne. W sprawach przekazanych przez posiedzenie komitetu technicznego silników trakcyjnych C. E. I. w Hadze (1925) do opinii komitetów krajowych, przyjdum P. K. E. zajęło następujące stanowisko:

a) Polski Komitet Elektrotechniczny jest zdania, że przepisy C. E. I. powinny obejmować wszystkie silniki trakcyjne, uważa jednak, że mogą być również pewne specjalne wyjątki, nie podlegające ogólnym przepisom.

b) P. K. E. przyjmuje propozycje, aby: 1) dla każdego silnika trakcyjnego były określone jednocześnie warunki pracy stałej i warunki pracy jednogodzinnej; 2) dla każdego typu silnika trakcyjnego były wyszczególnione warunki próby na przeciążenie, jako próby mechanicznej i próby komutacji. Komitet uznaje, że warunki tych prób powinny obejmować w szczególności: 1) przeciążenie chwilowe, dopuszczalne ze względu na budowę mechaniczną i dobrą komutację; 2) przeciążenie w amperach w ciągu 1—3 minut bez wywołania iskrzenia na kolektorze, przyczem maksymalna temperatura po tym przeciągu czasu byłaby podana, a próba byłaby rozpoczęta przy temperaturze odpowiadającej pracy ciągłej; 3) podanie największej

liczby obrotów, dopuszczalnej ze względów konstrukcyjnych.

c) P. K. E. 1) przyjmuje propozycję, dotyczącą podwyższenia granicy temperatury silników trakcyjnych oraz metod mierzenia temperatur, wskazanych w tabl. str. 7 publikacji R M 17; 2) dla nagrzania się, mierzonego zapomocą termometru, przy pracy jednogodzinnej, przy izolacji typu B zaleca stosowanie 90°C; 3) uważa, że w wypadkach, gdy nagrzanie się uzwojenia tworników i cewek magnesowych mierzone jest termometrem, wskazane temperatury dotyczą miejsc najwięcej nagrzanych.

d) P. K. E. przyjmuje propozycję: najwyższa temperatura otoczenia jest 25°C.

e) P. K. E. 1) przyjmuje propozycję, że próba silnika winna być dokonana w warunkach jego normalnej pracy ze wszystkimi jego częściami, pozostawionymi na swoim miejscu, jednakże bez wentylacji, odpowiadającej tej, jaką wytwarza ruch wagonu. 2) Wychodząc z założenia, że silniki pracują naogół przy osłabionem polu w gorszych warunkach, niż przy pełnem, przyłącza się do propozycji amerykańskiej (str. 8, R M 17) i uznaje, że ustalenie stałych charakterystycznych silnika powinno odbywać się przy polu, dającym moc maksymalną. Poza tem próbę należy dokonywać przy wszystkich możliwych wartościach wzbudzenia i przedłużać ją przy każdej wartości wzbudzenia, aż do ustalenia się temperatury. Próba na przeciążenie może być wykonana przy polu zmniejszonym. 3) Z uwagi, że zmniejszenie napięcia powoduje zmniejszenie strat w żelazie, a zatem ilości ciepła, wytwarzanego w silniku, oraz ponieważ silniki w czasie eksploatacji pracują skutkiem strat w sieci przy napięciu niższem od normalnego, Komitet przychylił się do propozycji delegata szwedzkiego (str. 9 R M 17), że silniki zamknięte powinny być próbowane przy pracy stałej przy $\frac{3}{4}$ normalnego napięcia. Komitet jest jednakże zdania, że do tej propozycji jest nieodzowne dodać następującą uwagę: „pod warunkiem, że natężenie prądu odpowiadać będzie natężeniu przy stałej pracy przy napięciu normalnem”. Komitet podziela również zdanie delegata szwedzkiego, że silniki wentylowane winny być próbowane przy pracy tak jednogodzinnej, jak i stałej przy napięciu normalnem, gdyż mniejsze straty w żelazie, wywołane przez napięcie niższe od normalnego, byłyby tu zrównoważone słabszem działaniem wentylacji na skutek zmniejszonej w tym wypadku liczby obrotów.

f) P. K. E. przyjmuje do wiadomości propozycję, że moc użyteczna silnika trakcyjnego będzie mierzona na wale silnika i nie robi zastrzeżeń, co do powyższej propozycji.

6. Oleje izolacyjne.

Kwestja rozróżnienia w międzynarodowych przepisach na oleje izolacyjne dwu gatunków olejów — do wyłączników i do transformatorów, interesuje szczególnie Polskę, której ropy nie zupełnie nadają się do wyrobu olejów izolacyjnych o bardzo niskim punkcie krzepnięcia. Przyjdum Komitetu uważa zatem, że powinniśmy dążyć, aby przepisy międzynarodowe uwzględniły oba rodzaje olejów odrębnie. Wyrazem tego jest poniższy memoriał, opracowany przez inż. T. Czaplckiego, przewodniczącego Komisji olejów izolacyjnych P. K. E. i przesłany do C. E. I.

Ile gatunków oleju izolacyjnego powinny przewidywać przepisy międzynarodowe?

Ile gatunków oleju powinny przewidywać prze-

pisy międzynarodowe? Jest to kwestja dużego znaczenia przy opracowywaniu przepisów.

Jakkolwiek zastosowanie oleju izolacyjnego w elektrotechnice jest różnorodne, to jednak byłoby rzeczą nieracjonalną ustalać w przepisach nawet niewielką ilość gatunków oleju, któreby się różniły od siebie pod względem własności najważniejszych, to znaczy pod względem wytrzymałości na przebicie, trwałości, lepkości w wyższych temperaturach i czystości. A więc wszelkie oleje izolacyjne, zarówno te, które są przeznaczone do użycia w przyrządach wysokiego napięcia, jak i te, które ma się stosować do niskich napięć, zarówno oleje transformatorowe, jak i oleje wyłącznikowe, powinny odpowiadać jednako- wym wymaganiom pod względem zdolności izolacyjnej, czyli wytrzymałości na przebicie, powinny być jednakowo trwałe i jednakowo wolne od domieszek, mogących wywierać wpływ szkodliwy na materiały izolacyjne lub przewodzące.

Wprawdzie można byłoby sądzić, że dla wyłączników skłonność oleju do utleniania się w wyższych temperaturach ma mniejsze znaczenie, niż dla transformatorów, albowiem wyłączniki pracują naogół w niskich temperaturach, w transformatorach zaś temperatura może wynosić np. 90°C i więcej, i dlatego mogłoby się zdawać, że w wyłącznikach można zadowolić się w większości przypadków olejem o mniejszej trwałości w wysokich temperaturach. Jednak czynić tego nie można dlatego, że trwałość oleju w wysokiej temperaturze jest miarą doskonałości odrafinowania oleju, a dobre odrafinowanie oleju jest ze względu na utrzymanie w czystości kontaktów wyłącznika sprawą pierwszorzędnej znaczenia. Błędem byłoby ustalenie w przepisach dwóch gatunków, różniących się trwałością w wyższych temperaturach, ponieważ trwałość ta, bardzo ważna dla transformatorów, jest ściśle związana z dobrem odrafinowaniem, które ma doniosłe znaczenie również i dla wyłączników.

Inaczej jednak rzecz się ma ze sprawą lepkości. Mała lepkość w temperaturze roboczej jest potrzebna we wszystkich przypadkach zastosowania oleju. Lecz temperatura robocza bywa w różnych przyrządach różna. W transformatorach jest ona najwyższa i jest zawsze wysoka, zbliżając się często do 100°C . Transformator jest piecem, który automatycznie utrzymuje temperaturę oleju na wysokim poziomie i jeżeli nawet olej w transformatorze, ustawionym na mrozie, zamarzlby wskutek dłuższej przerwy w pracy, to natychmiast po uruchomieniu transformatora olej rozpuści się z dostateczną prędkością. Wśród wyłączników natomiast należy odróżniać dwie kategorie: 1) wyłączniki, ustawione w miejscach, gdzie temperatura nigdy nie spada poniżej pewnej dość wysokiej granicy (np. poniżej 0°C lub $+5^{\circ}\text{C}$), jak np. w elektrowniach, wielu fabrykach, kopalniach i t. d. i 2) wyłączniki, wystawione zimą na mróz, który w niektórych warunkach klimatycznych może wynosić np. -30°C i niżej. Jedynie do tej ostatniej kategorii wyłączników potrzebny jest olej, krzepnący dopiero w bardzo niskich temperaturach. Oleje zaś do transformatorów wszelkich i do wyłączników pierwszej kategorii nie wymagają niskiej lepkości (inaczej mówiąc, mogą nie być płynne) w bardzo niskich temperaturach. Do tych celów doskonale nadają się oleje, które krzepną w temperaturze niewiele niższej od 0°C (np. w temperaturze -5°C), byleby one w wyższych temperaturach miały dostatecznie niską lepkość.

Istnieją poważne podstawy do ustalenia w przepisach dwóch gatunków oleju, różniących się właśnie temperaturą krzepnięcia. Naturalnie, gwałtownej potrzeby technicznej po temu niema, bo olej o niższym punkcie krzepnięcia doskonale nadaje się do wszelkich celów elektrotechnicznych, ale w zględy ekonomiczne przemawiają za dopuszczeniem w przepisach dwóch rodzajów oleju o różnej temperaturze krzepnięcia. Ustalenie tylko jednego gatunku, który musiałby być olejem o bardzo niskim punkcie krzepnięcia, odbiłoby się niepomyślnie na cenie oleju. Oleje o wyższym punkcie krzepnięcia mogą być wyrabiane z większej ilości rop i są tańsze. Jeżeli obecnie różnica w cenie nie jest zbyt duża, to tłumaczy się to właśnie konkurencją między obu gatunkami. Lecz jeżeliby przepisy wyłączyły z użycia oleje o wyższym punkcie krzepnięcia, wówczas ceny olejów o niższej temperaturze krzepnięcia wzrosłyby, albowiem wprowadzonoby niejako monopol dla pewnych gatunków rop i pewnych rafinerji. Byłoby rzeczą niesłuszną stwarzać takie przepisy bez poważnych powodów, któreby zmuszały przemysł elektrotechniczny wszystkich krajów do stosowania olejów pewnego tylko pochodzenia. Byłoby rzeczą niesłuszną wykluczać np. ropy parafinowe, które się znajdują w wielu miejscach świata i z których można wyrabiać doskonale oleje izolacyjne, najzupełniej zdadne do wszystkich celów elektrotechnicznych z wyjątkiem ograniczonej liczby przypadków, a mianowicie wyłączników zewnętrznych i to tylko w klimacie surowym.

Trudno jest wskazać argumenty, któreby można było wysunąć przeciwko ustaleniu w przepisach dwóch gatunków oleju. Przepisów to nie skomplikuje, skoro różnica będzie dopuszczona w jednym jedynym punkcie przepisów, wszystkie zaś pozostałe punkty będą wspólne dla obu gatunków. W praktyce przy stosowaniu tylko dwóch gatunków, różniących się tylko punktem krzepnięcia, nieporozumień żadnych nie będzie, albowiem w każdej instalacji z góry zawsze wyraźnie wiadomo, które wyłączniki wymagają oleju wytrzymałego na duży mróz, a bywają wszak urządzenia, którym olej o bardzo niskim punkcie krzepnięcia wogóle nie jest potrzebny.

Oczywiście, przyjemniej i prościej byłoby elektrowniom trzymać na składzie tylko jeden gatunek oleju, ale też przepisy nikomu tego nie zabronią. Wszak w przepisach będzie tylko dozwolone, a nie nakazane stosowanie dwóch gatunków oleju. I przeciwnie, ustalenie jednego gatunku oleju skrzepowałoby tych, którzy dla oszczędności nie wahałoby się korzystać w swych urządzeniach z dwóch gatunków. Przepisy międzynarodowe nie powinnyby bez głębszej potrzeby narzucać norm, któreby mogły pociągnąć za sobą zwiększenie kosztów zakładowych i kosztów eksploatacyjnych. Niepożądane jest również pozostawienie sprawy stosowania olejów łatwiej krzepnących porozumieniu prywatnemu, albowiem stosowanie w praktyce olejów, nie odpowiadających istniejącym normom, znacznie obniża powagę i wartość norm i może być źródłem konfliktów między odbiorcami, a dostawcami oleju.

Uwagi powyższe są z jednej strony odpowiedzią na uchwałę zeszłorocznego zjazdu Międzynarodowej komisji olejowej w Hadze, wzywającą Komitety krajowe do nadsyłania wniosków, dotyczących treści przyszłych przepisów międzynarodowych. Z drugiej strony uwagi te są podyktowane pewnymi obawami, które mogła wywołać dyskusja nad nowymi przepi-

sami szwajcarskimi na Międzynarodowej Konferencji wielkich sieci w Paryżu w czerwcu 1925 r. W dyskusji tej można było zaobserwować pewną tendencję na korzyść ustalenia w przepisach tylko jednego gatunku oleju. Należy tu przypomnieć, że przepisy angielskie, niemieckie, norweskie i szwedzkie przewidują właśnie dwa gatunki oleju, różniące się punktem krzepnięcia. Czynią to również ostatnie przepisy szwajcarskie, jakkolwiek o olejach łatwiej krzepnących mówią one nie w tekście samych przepisów, a w urzędowych objaśnieniach do nich. We Francji przyjęto wprowadzić tylko jeden gatunek oleju, ale temperatura krzepnięcia jest tam wysoka (-5°C).

Rozważania powyższe doprowadzają do następujących wniosków: 1) nie należy przewidywać w przepisach więcej niż dwóch gatunków oleju, ale ustalenie dwóch gatunków oleju należy uznać za rzecz niezbędną; 2) oba gatunki przewidziane w przepisach, powinny się różnić jedynie punktem krzepnięcia; pod wszystkimi innymi względami oba gatunki winny odpowiadać jednakowym wymaganiom; 3) punkt krzepnięcia jednego oleju powinien wynosić -5°C (olej A), punkt krzepnięcia drugiego powinien być znacznie niższy, np. około -25°C (olej B); 4) olej A nie mógłby być stosowany w wyłącznikach, wystawionych na mróz.

Przemysł i handel.

Spółdzielnia z ogr. odpow.

„Polskie Elektrownie“.

W dniu 5-tym lutego r. b. odbyło się posiedzenie zarządu powołanej do życia w drugiej połowie roku ubiegłego z inicjatywy Związku elektrowni polskich Spółdzielni, na którym dyrektor zarządzający, inż. T. Ruśkiewicz, przedstawił bilans i rachunek strat i zysków za 4-miesięczny okres sprawozdawczy istnienia Spółdzielni. Bilans wykazał czysty zysk, umożliwiając oprocentowanie kapitału udziałowego w stopniu 1% miesięcznie. Tak dodatni wynik — zwłaszcza w obecnych czasach ogólnego kryzysu — należy zawdzięczać wielce oszczędnej gospodarce funduszami udziałowymi i zredukowaniu kosztów handlowych i administracji do możliwego minimum. Liczba elektrowni, korzystających z usług Spółdzielni z miesiąca na miesiąc wzrasta i obecnie przekracza już 40. To samo dotyczy i większych zakładów przemysłowych prowincjonalnych, posiadających własne elektrownie, które już stały się odbiorcami Spółdzielni, dzięki czemu instytucja obraca całkowitym swym kapitałem udziałowym prawie w ciągu jednego miesiąca, co daje możliwość przewidywania, że w ciągu roku obrót osiągnie cyfry, przewyższając 10-krotnie kapitał udziałowy Spółdzielni. Wyplacalność elektrowni Pomorza, Poznańskiego i Małopolski jest bez zarzutu, natomiast niektóre mniejsze elektrownie b. Kongresów

ki pozostawiają pod tym względem nieco do życzenia. Zarząd w osobach pp. inż. Dziewońskiego ze Lwowa i inż. Kuźmickiego z Warszawy po uzgodnieniu opinii z inż. Ruśkiewiczem uznał za wskazane całą przewyżkę dochodów nad rozchodami obracać na cele najszerszego zaznajomienia wszelkiego rodzaju elektrowni, jako odbiorców artykułów elektrotechnicznych z działalnością Spółdzielni, a mianowicie na propagandę reklamową i akwizycję. Spółdzielnia okazała się instytucją pożyteczną i może w miarę rozwoju oddać poważne usługi nie tylko elektrowniom średniej miary, ale i wielkim.

Elektrownia miejska w Wilnie.

Nienormalne warunki wojenne, okupacyjne i kryzysowe fatalnie odbiły się na elektrowni wileńskiej. Od dziesięciu lat nie odnawiana należycie, a tylko podtrzymywana i latana, stała się zbiorowiskiem przestarzałych, do ostatniego stopnia zniszczonych urządzeń. Właściwie Wilno ma dziś nie jedną elektrownię, lecz cały szereg. Oprócz głównej — parowej, czynnej od 1902, pracuje od czasów okupacji mniejsza elektrownia dyzelska. W ostatnich czasach, gdy miejskie elektrownie zaczęły tracić na mocy, wzięto do pomocy kilka drobnych elektrowni prywatnych. Właściwie nie są to elektrownie, lecz po większej części młyny, górzelnie i inne zakłady przemysłowe, zatrzymane z powodu stagnacji, a przerobione na wytwórnie prądu. Miasto kupuje prąd od przemysłowców i odprzedaje odbiorcom. Sieć — wspólna. Urządzenia działają wadliwie, nowych odbiorców miasto nie przyjmuje, w dzień prądu niema, a wieczorem wylacza się to tę, to ową dzielnicę, zależnie od tego, ile i jakie maszyny odmówią posłuszeństwa.

Od roku zaczyna się zwrot ku lepszemu. Postanowiono przejść na prąd trójfazowy: 6000 V i 380/220 V. Założono kabie zasilające z fabryki duńskiej, rozpoczęto roboty nad przebudową sieci i budową stacji transformatorowych. Obecnie kończy się montaż turboprądnicy Brown Boveri o mocy 1500 kW i rozdzielni, dostarczonej przez firmę szwedzką ASEA.

Na czas przejściowy miasto ma zakupić jedną czy dwie przetwornice dla zamiany prądu trójfazowego na stały i odwrotnie.

W krótkiej przyszłości elektrownia musi być powiększona na przez dodanie nowego turbozespołu i nowych kotłów.

Z Pińska.

Na skutek wystąpienia Magistratu m. Pińska do Min. Kol., elektrownia kolejowa będzie powiększona o jeden zespół dyrlowski o 300 KM, identyczny z pracującym tam obecnie. Dzięki temu miasto będzie zasilane energią elektryczną w dostatecznym stopniu i bez przerw, które były dotychczas powodowane częstymi uszkodzeniami zespołu, pracującego bez rezerwy.

TR E Ś Ć: Izolatory przewodowe wysokiego napięcia, prof. Kazimierz Drewnowski. — Elektryfikacja Fabryki w Lokomotyw C Chranowie, inż. elektr. Z. Gogolewski. — Wiadomości techniczne. — Z działalności Polskiego Komitetu Elektrotechnicznego. — Przemysł i handel.

Przeгляд Radjotechniczny: Kilka uwag o budowie i eksploatacji radiostacji, kpt. W. G. Lush. Wiadomości techniczne. — Bibliografja. — Informacje. — Komunikaty Zarządu S. R. P.