

PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH

pod naczelnym kierunkiem prof. M. POŻARYSKIEGO.

Rok XIII.

15 Lipca 1931 r.

Zeszyt 14.

Redaktor inż. WACŁAW PAWŁOWSKI

Warszawa, Czackiego 5, tel. 690-23.

SIŁA ELEKTROMOTORYCZNA ZASTĘPCZA W OBWODACH ELEKTRYCZNYCH.

Prof. Dr. inż. Stanisław Fryze.

W elektrotechnice posługujemy się często pojęciem „oporu zastępczego” pewnego układu oporów. Gdy w szczególności układ oporów składa się z n oporów, połączonych równolegle, wzór na „opór zastępczy” R_z przyjmuje prostą postać

$$R_z = \frac{1}{\sum_{p=1}^{p=n} \frac{1}{R_p}}$$

W niniejszej pracy, opublikowanej już w „Revue générale de l'Electricité” 1925, t. XVII, str. 955—957, okaże, że można z korzyścią wprowadzić podobne pojęcia także odnośnie do SEM-cznych. „SEM-czna zastępcza” daje analogiczne uproszczenia przy obliczaniu rozptywu prądów i rozkładu napięć, jak „opór zastępczy”.

Weźmy pod uwagę rozgałęzienie, przedstawione na rys. 1, stanowiące część sieci elektrycznej prądu stałego. Poszczególne gałęzie o opornościach R_1, R_2, \dots, R_n mieszczą SEM-czne E_1, E_2, \dots, E_n , a przez gałęzie te płyną prądy (stałe) J_1, J_2, \dots, J_n .

Oznaczając napięcie między węzłami A i B literą U (strzałka wskazuje kierunkowość*) możemy napisać:

$$\begin{aligned} U &= E_1 - J_1 R_1 \\ U &= E_2 - J_2 R_2 \dots \dots \dots (1) \\ &\dots \dots \dots \\ U &= E_n - J_n R_n \end{aligned}$$

Dzieląc pierwsze z tych równań przez R_1 , drugie przez R_2 , n -te przez R_n i dodając wszystkie do siebie, otrzymamy

$$\begin{aligned} U \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} \right) &= \\ = \frac{E_1}{R_1} + \frac{E_2}{R_2} + \dots + \frac{E_n}{R_n} - (J_1 + J_2 + \dots + J_n) \end{aligned}$$

*) $U = V_B - V_A$.

Podstawiając

$$J = J_1 + J_2 + \dots + J_n$$

$$\text{i } \frac{1}{R_z} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

otrzymamy

$$U = R_z \left(\frac{E_1}{R_1} + \frac{E_2}{R_2} + \dots + \frac{E_n}{R_n} \right) - J \cdot R_z$$

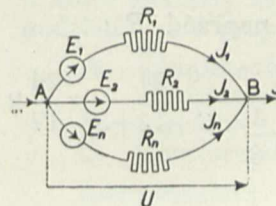
Pierwszy z tych wyrazów ma charakter SEM-cznej

$$E_z = R_z \left(\frac{E_1}{R_1} + \frac{E_2}{R_2} + \dots + \frac{E_n}{R_n} \right)$$

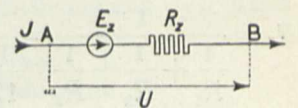
drugi przedstawia spadek napięcia na oporności R_z . Możemy przeto napisać

$$U = E_z - J \cdot R_z \dots \dots \dots (2)$$

Równanie (2) wskazuje, że rozgałęzienie na rys. 1 można zastąpić jedną SEM-czną E_z i jedną opor-



Rys. 1.



Rys. 2.

nością R_z (rys. 2). Wartości E_z i R_z dla zespołu n gałęzi równoległych określają ogólnie wzory

$$E_z = R_z \cdot \sum_{p=1}^{p=n} \frac{E_p}{R_p} \dots \dots \dots (3)$$

$$\frac{1}{R_z} = \sum_{p=1}^{p=n} \frac{1}{R_p} \dots \dots \dots (4)$$

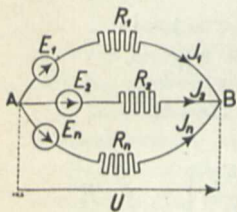
Napięcie na węzłach rozgałęzienia wyraża się, dla strzałki zgodnej z kierunkiem prądu J , ogólnie wzorem

$$U_{BA} = V_B - V_A = E_{AB} - J_{AB} \cdot R_z \quad (5)$$

Wzory powyższe obowiązują dla SEM-cznych w gałęziach o kierunku działania zgodnym ze strzałką U . Gdy którakolwiek z tych SEM-cznych (E_1, E_2, \dots, E_n) ma kierunek przeciwny do U , należy wstawić ją we wzór (3), ze znakiem ujemnym. Gdy która z gałęzi nie zawiera SEM-cznej, wstawimy we wzór (3) odnośne $E = 0$. Obliczywszy napięcie U (wzór 5) znajdujemy poszczególne prądy rozgałęzienia ze wzorów

$$J_1 = \frac{E_1 - U}{R_1}, \quad J_2 = \frac{E_2 - U}{R_2} \dots J_n = \frac{E_n - U}{R_n} \quad (6)$$

wynikających z zespołu równań, podanych pod (1). Oczywiście i w tych wzorach należy podstawić za E_1, E_2, \dots, E_n wartości z uwzględnieniem kierunków. (Gdy E zgodne ze strzałką U , wstawimy je ze znakiem $+$, gdy działa w kierunku przeciwnym do strzałki U , wstawimy je ze znakiem $-$).



Rys. 3.

W przypadku, gdy rozgałęzienie przedstawia samoistny układ n gałęzi, połączonych równoległe (rys 3), będzie $J = 0$, a wskutek tego wypadnie

$$U = E_z$$

Dla przypadku takiego możemy więc napisać ogólnie:

$$U = R_z \left(\frac{E_1}{R_1} + \frac{E_2}{R_2} + \dots + \frac{E_n}{R_n} \right) \quad (7)$$

Poszczególne prądy (o strzałkach zgodnych ze strzałką U) obliczymy znów z wzorów poprzednio podanych (6).

Przykład liczbowy: Obliczyć rozplyw prądu obwodu, przedstawionego na rys. 4, przyjmując $E_1 = 48 \text{ V}$, $E_2 = 110 \text{ V}$, $R_1 = 12 \ \Omega$, $R_2 = 2 \ \Omega$, $R_3 = 8 \ \Omega$.

Rozwiązanie: Obliczamy naprzd R_z :

$$R_z = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} = \frac{1}{\frac{1}{12} + \frac{1}{2} + \frac{1}{8}} = \frac{24}{2+12+3} = \frac{24}{17} \ \Omega$$

a następnie U :

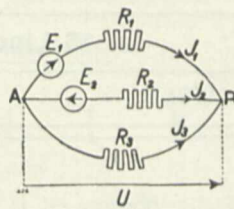
$$U = R_z \left(\frac{E_1}{R_1} - \frac{E_2}{R_2} \right) = \frac{24}{17} \left(\frac{48}{12} - \frac{110}{2} \right) = \frac{24}{17} (-51) = -72 \text{ V}$$

$$J_1 = \frac{E_1 - U}{R_1} = \frac{48 - (-72)}{12} = \frac{120}{12} = +10 \text{ A}$$

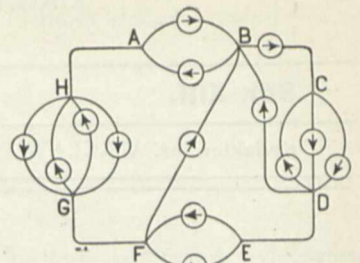
$$J_2 = \frac{-E_2 - U}{R_2} = \frac{-110 - (-72)}{2} = \frac{-38}{2} = -19 \text{ A}$$

$$J_3 = \frac{0 - U}{R_3} = \frac{-(-72)}{8} = +9 \text{ A}$$

Wartość ujemna J_2 wskazuje, że prąd ten płynie in w obwodzie w kierunku przeciwnym do oznaczonej (na rys. 4) strzałki J_2 .



Rys. 4.



Rys. 5.

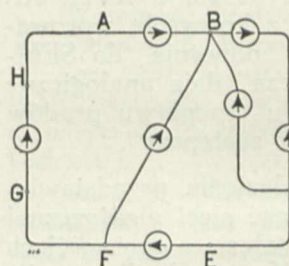
Kontrola: W myśl I-go prawa Kirchhoffa musi być:

$$J_1 + J_2 + J_3 = 0.$$

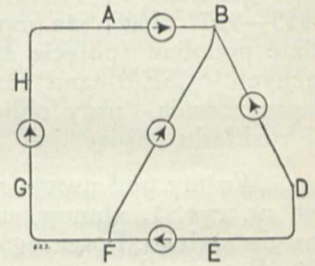
i jest rzeczywiście

$$+10 + (-19) + 9 = 0.$$

Rozważmy teraz sieć, przedstawioną na rys. 5. Wprowadzając „SEM-czne zastępcze” można taką sieć upraszczać kolejno, aż przejdzie w pojedynczy obwód zamknięty. Zastępując każdy z zespołów gałęzi równoległych między punktami AB, CD, EF i GH przez jedną SEM-czną „zastępczą” i jeden opór „zastępczy”, otrzymamy układ jak na rys. 6. Dodajemy do siebie algebraicznie (z uwzględnieniem znaków) SEM-czne, działające w BC i CD i zastępujemy obie gałęzie równoległe między punktami BD znów jedną SEM-czną „zastępczą” i jed-

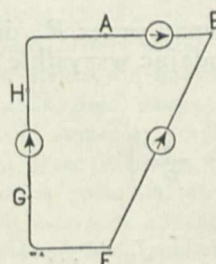


Rys. 6.

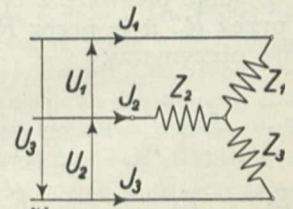


Rys. 7.

nym oporem „zastępczym”. Otrzymujemy w ten sposób uproszczony obwód, przedstawiony na rys. 7. Powtarzając takie uproszczenie jeszcze raz (t. zn. zastępując gałęzie równoległe BF i BEF jedną SEM-czną „zastępczą” i jednym oporem „zastępczym”) otrzymujemy ostatecznie prosty, zamknięty obwód (rys. 8), w którym natychmiast potrafimy wyznaczyć prąd jedynie przy pomocy prawa Ohm'a.



Rys. 8.



Rys. 9

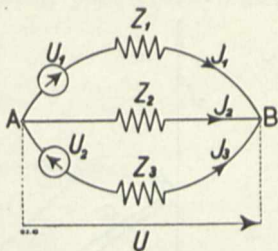
Znając prąd, możemy obliczyć napięcie U_{BF} (rys. 8), a z jego pomocą prądy w gałęziach BF

i *BDEF* (rys. 7). Stąd znów potrafimy wyznaczyć napięcie \hat{U}_{BD} i prądy w gałęziach *BCD* i *BD* (rys. 6). Ostatecznie znajdziemy napięcie \hat{U}_{BA} , \hat{U}_{CD} , \hat{U}_{FE} i \hat{U}_{HG} a z ich pomocą rzeczywisty rozptył prądów w sieci pierwotnej, przedstawionej na rys. 5.

Poprzednie rozważania i wzory stosują się także do obwodów o przebiegach ustalonych, sinusoidalnych, o jednakowych częstotliwościach, jeżeli wszystkie wielkości przedstawimy w formie symbolicznej.

Okazemy to na przykładzie następującym:

Dany jest układ trójfazowy, jak na rys. 9. Mamy obliczyć prądy $\hat{J}_1, \hat{J}_2, \hat{J}_3$, znając napięcia $\hat{U}_1, \hat{U}_2, \hat{U}_3$ oraz impedancje $\hat{Z}_1, \hat{Z}_2, \hat{Z}_3$. Ponieważ $\hat{J}_1 + \hat{J}_2 + \hat{J}_3 = 0$ i $\hat{U}_1 + \hat{U}_2 + \hat{U}_3 = 0$, czyli $\hat{U}_3 = -\hat{U}_1 - \hat{U}_2$, przeto możemy układ nasz za-



Rys. 10.

stąpić obwodem, jak na rys. 10. Do obwodu tego stosujemy otrzymane poprzednio wzory i otrzymujemy:

$$\hat{E}_z = \left(\frac{\hat{U}_1}{\hat{Z}_1} - \frac{\hat{U}_2}{\hat{Z}_3} \right) \cdot \hat{Z}_z = \hat{U}$$

przyczem

$$\hat{Z}_z = \frac{1}{\frac{1}{\hat{Z}_1} + \frac{1}{\hat{Z}_2} + \frac{1}{\hat{Z}_3}}$$

Poszczególne prądy wyrażą się wzorami:

$$\hat{J}_1 = \frac{\hat{U}_1 - \hat{U}}{\hat{Z}_1} \quad \hat{J}_2 = \frac{-\hat{U}}{\hat{Z}_2} \quad \hat{J}_3 = \frac{-\hat{U}_2 - \hat{U}}{\hat{Z}_3}$$

Równanie $\hat{J}_1 + \hat{J}_2 + \hat{J}_3 = 0$ można jeszcze napisać w innej formie, która może się w niektórych wypadkach okazać dogodną:

$$\hat{U}_1 \hat{Z}_2 \hat{Z}_3 - \hat{U}_2 \hat{Z}_1 \hat{Z}_2 - \hat{U} (\hat{Z}_1 \hat{Z}_2 + \hat{Z}_1 \hat{Z}_3 + \hat{Z}_2 \hat{Z}_3) = 0.$$

REGULACJA NAPIĘCIA W PODSTACJACH.

Inż. Jan W. Jastrzebski.

W artykule tym autor, inż. Zakładów Brown-Boveri w Badenie podaje szereg opisów maszyn używanych do reg. nap. w podstacjach linii przesyłowych wys. napięcia, oraz wytyczne do wyboru poszczególnych systemów regulacji.

(Przyp. redakcji.)

Rozwój linii przemysłowych wysokiego napięcia, a zwłaszcza powstawanie sieci przez łączenie szeregu elektrowni między sobą, wysunęły sprawę regulacji napięcia na czoło zagadnień, związanych z przesyłaniem energii elektrycznej.

W miarę budowania coraz dłuższych linii z wielu podstacjami system compoundyzacji linii przez zmianę napięcia elektrowni zależnie od obciążenia okazał się niedostateczny. W celu obniżenia kosztów zaczęto stosować znaczne spadki napięć na linii, aby lepiej wyzyskać materiał, z drugiej zaś strony, wobec zmiennej wzrostu mocy zainstalowanej elektrowni, musiano zwiększać oporność systemu dla ograniczenia prądu zwarcia. Obawa przed nadmiernymi prądami zwarcia, zgubnymi zarówno dla prądnic, jak transformatorów i wyłączników olejowych, zmusiła konstruktorów do budowania transformatorów wysokiego napięcia o znacznym napięciu zwarcia (10 — 12%). Spowodowało to, iż spadki napięć w podstacjach przybrały wartości tak wielkie, iż koniecznym się stało stosowanie maszyn specjalnych dla ich zneutralizowania.

Przez połączenie szeregu elektrowni w jedną sieć zagadnienie regulacji napięcia związane zostało z rozdziałem mocy bezwzględnej w systemie.

W liniach mniej ważnych można poprzestać na transformatorach z zaczepami i zmianie przekładni transformatorów kilka razy dziennie według określonego planu, przyczem w chwili prze-

łączenia transformator musi być odłączony od sieci. dla linii jednak ważniejszych konieczną jest regulacja bez przerwy w ruchu. Do regulacji napięcia zatem potrzebna jest maszyna, mogąca regulować w sposób ciągły napięcie w granicach, podyktowanych przez warunki pracy linii, bez powodowania nawet krótkich przerw w ruchu. W wielu razach regulacja ta winna się odbywać automatycznie.

Maszyny, odpowiadające tym warunkom, a które znalazły zastosowanie w praktyce, można podzielić na 3 grupy:

- A. kompensatory (synchroniczne lub asynchroniczne),
- B. regulatory indukcyjne,
- C. transformatory regulacyjne.

Kompensatory oprócz regulacji napięcia dają możliwość poprawy $\cos \varphi$ linii, jednak zgóry trzeba zaznaczyć, że przy pomocy kompensatora utrzymać zarówno stałego napięcia, jak $\cos \varphi$, niezależnie od obciążenia, nie można. W niniejszym artykule zajmiemy się jedynie zastosowaniem kompensatorów do regulacji napięcia według zgóry przepisane planu bez względu na wpływ tej regulacji na $\cos \varphi$.

Regulatory indukcyjne podwójne (najczęściej stosowane dla największych mocy) oraz transformatory regulacyjne dają składową dodatkową napięcia o prawie tym samym kierunku co składowa główna, na $\cos \varphi$ zatem praktycznie nie wpływają.

Sposób regulacji oraz zakres stosowalności poszczególnych maszyn osobno rozpatrzemy dla każdego systemu regulacji.

Kompensatory synchroniczne.

Zastosowanie kompensatora synchronicznego do regulacji napięcia opiera się na znanej właściwości maszyn synchronicznych brania prądów pojemnościowych lub indukcyjnych w zależności od natężenia wzbudzenia.

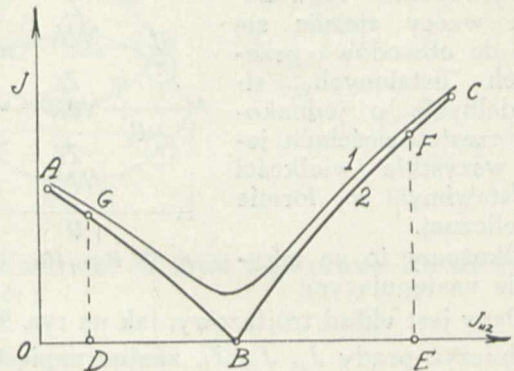
Przyłączając kompensator synchroniczny do szyn zbiorczych podstacji oraz zmieniając jego wzbudzenie, możemy wprowadzić do wykresu prądów tej podstacji składową zmienną, tak dobraną, aby prąd wypadkowy dał żądany spadek napięcia. Uskutecznić to można w sposób dwojaki.

1) Przy biegu jałowym linii kompensator pracuje lekko przewzbudzony i daje niewielką składową pojemnościową. W miarę wzrostu obciążenia linii kondensator wzbudzany jest coraz więcej i daje odpowiednio coraz większą składową pojemnościową. W ten sposób zarówno przy biegu jałowym jak przy obciążeniu linii kompensator daje składową pojemnością, stale poprawiając $\cos \varphi$ sieci. Można tą metodą utrzymać napięcie na końcu linii stale równe napięciu początkowemu, czyli pracować ze spadkiem napięcia równym zero. Metoda ta, aczkolwiek teoretycznie dobra, wymaga użycia znacznie większego kompensatora, niż metoda 2) —, to też stosowana jest rzadko.

2) Przy pewnym obciążeniu linii (w pobliżu połowy obciążenia) kompensator nie daje żadnej składowej. Dla obciążeń niższych od tej wartości granicznej, kompensator pracuje niedowzbudzony i daje składową indukcyjną (obniża napięcie), zaś dla obciążeń większych od tej wartości granicznej pracuje przewzbudzony i daje składową pojemnościową (podnosi napięcie). W ten sposób przy tym samym zakresie regulacji wartość maksymalna składowej, dawanej przez kompensator na wykresie prądu, wypada prawie o połowę mniejsza, niż przy metodzie pierwszej, co pociąga za sobą możliwość użycia kompensatora prawie dwa razy mniejszego. Przy metodzie tej kompensator wprowadzi nie tylko nie poprawia $\cos \varphi$ przy małych obciążeniach linii, lecz nawet go pogarsza, co jednak na wyzyskanie samej linii nie wpływa. Spadek napięcia linii jest utrzymywany stale równy wartości, odpowiadającej obciążeniu granicznemu. Praca przy napięciu na końcu linii, równym napięciu na początku, przy tej metodzie uskutecznić się nie da.

Metoda daje możliwość dobrego wyzyskania kompensatora, przyczem zakres pracy kompensatora niedowzbudzonego ograniczony jest przez możliwość wypadnięcia z synchronizmu. Ta właściwość kompensatora synchronicznego odgrywa ważną rolę przy wyborze odpowiedniego kompensatora dla danych granic regulacji. Dla bliższego zapoznania się z tem zagadnieniem weźmiemy krzywe zależności natężenia prądu, pobranego przez kompensator, od natężenia prądu wzbudzenia, przedstawione na rys. 1. Krzywa 1 przedstawia wykres $J_k = f(J_w)$ z uwzględnieniem strat kompensatora, krzywa 2 przedstawia wykres $J_k = f(J_w)$ bez uwzględnienia strat.

Wartościom wzbudzenia większym od OB (przewzbudzenie) odpowiadają prądy pojemnościowe; wartościom wzbudzenia mniejszym od OB (niedowzbudzenie) odpowiadają prądy indukcyjne. Przy wzbudzeniu równym OB kompensator pobiera prąd jedynie na pokrycie strat. Punkty A i C



Rys. 1.

odpowiadają największym prądom; po przekroczeniu których kompensator wypada z synchronizmu. Rzędne EF i GD dają największe dopuszczalne prądy dla kompensatora niedowzbudzonego oraz przewzbudzonego. Stosunek EF do GD zależy od konstrukcji kompensatora i waha się zwykle około 60—65%. Do obliczeń prowizorycznych regulacji bierze się średnio 62%.

Nierówność maksymalnych prądów przy przewzbudzeniu i niedowzbudzeniu kompensatora nie pozwala na całkowite jego wyzyskanie, przy niedowzbudzeniu (granicą wyzyskania winien być maksymalny prąd, dopuszczalny ze względu na grzanie) i był jedną z przyczyn prób stosowania kompensatorów asynchronicznych, (o których mowa będzie dalej).

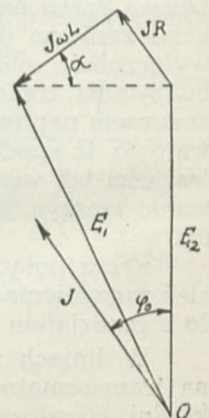
Projektując regulację napięcia podstacji przy pomocy kompensatora synchronicznego, musimy mieć dane:

- 1) napięcie, oporność i indukcyjność linii.
- 2) maksymalne obciążenie podstacji i odpowiadający mu $\cos \varphi$.

Mając te dane, możemy określić wielkość potrzebnego kompensatora synchronicznego przybliżoną metodą wykreślną. Metoda ta opiera się na zasadzie, że prąd, wyprzedzający napięcie o kąt $\alpha = \arctg \frac{R}{\omega L}$, nie daje spadku napięcia w linii.

Każdy prąd można rozłożyć na 2 składowe, jedną w kierunku α i drugą w kierunku prostopadłym do α . Prądy, różniące się jedynie składowymi o kierunku α , będą dawać te same spadki napięcia linii. Wykres robimy, jak następuje:

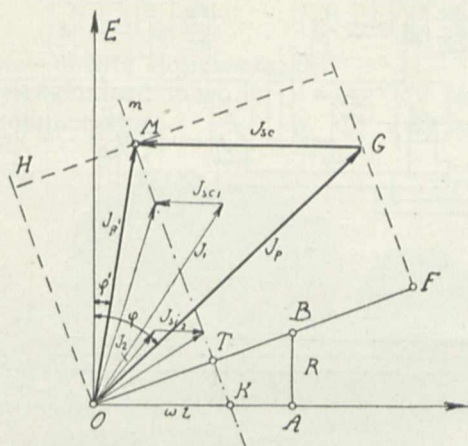
Z punktu O jako środka układu współrzędnych prostokątnych odkładamy $OA = \omega L$, oraz z punktu A — prostą $AB = R$, prostopadłą do OA . Otrzymany punkt B łączymy z O prostą, którą przedłużamy po za B . Z punktu O pod kątem φ



Rys. 2.

do napięcia E , odmierzono wzdłuż osi rzędnej, prowadzimy prostą $OG = J_p$.

Z końca G wektora OG prowadzimy CF prostopadłe do OB . Otrzymany odcinek OF dzielimy w stosunku J_{si} i J_{sc} (ok. 0,62 stos. maks. prądów przewzbudz. i niedowzb. komp.), przez otrzymany



Rys. 3.

punkt T prowadzimy prostą m , równoległą do FG . Przez punkt O — prostą OH , równoległą do FG . Z końca G wektora J_p prowadzimy teraz poziomą do przecięcia z prostą m w punkcie M . Odcinek GM da nam największy prąd pojemnościowy kompensatora w tej samej skali, co prąd J_p podstacji. Prąd ten J_{sc} wraz z napięciem da nam moc przybliżoną kompensatora w kVA. Odcinek OK da nam największy prąd indukcyjny, pobierany przez kompensator niedowzbudzony. Z tego samego wykresu możemy odczytać zmianę kąta φ między prądem i napięciem w podstacji pod wpływem kompensatora synchronicznego (zamiast kąta φ przy prądzie J_p przez dodanie składowej J_{sc} od kompensatora otrzymamy kąt φ' przesunięcia prądu wypadkowego J'_p względem napięcia w podstacji.

Z wykresu tego możemy również odczytać wielkości składowych, jakie winien dawać kompensator w celu utrzymania stałego napięcia dla dowolnych prądów podstacji. Jak widzimy, dla prądu J_1 kompensator dać musi składową pojemnościową J_{sc1} zaś dla prądu J_2 — składową indukcyjną J_{sc2} .

Metoda ta — choć przybliżona — może być stosowana do rozważań warunków regulacji napięcia przy pomocy kompensatora synchronicznego i pozwala w sposób prosty obliczyć potrzebną moc kompensatora.

Regulacja napięcia przy pomocy kompensatora synchronicznego odbywa się w sposób ciągły, przez zmianę wzbudzenia. Regulacja automatyczna jest prosta i oparta na tej samej zasadzie, co regulacja automatyczna napięcia generatora synchronicznego, jednk wobec dużo większych granic regulacji, stosowane tu są zwykle wzbudnice pomocnicze dla wzbudznic głównej.

Kompensatory synchroniczne do regulacji napięcia w praktyce stosowane są o mocach od kilkuset do kilkudziesięciu tysięcy kVA. Obroty przeważnie ok. 1000 obr./min.; większe jednostki — wolniej. Napięcia, na jakie wykonywane są kompen-

satory, wahają się zależnie od wielkości kompensatora pomiędzy 500 V a 13 000 V. W większości przypadków wybór napięcia pozostaje do uznania konstruktora kompensatora, gdyż wobec wysokiego napięcia linii przesyłowych połączenie bezpośrednie kompensatora z siecią w grę nie wchodzi. W przypadkach przyłączenia bezpośredniego — naogół rzadkich — kompensator wyjątkowo może być wykonany na napięcie do 30 000 V, lecz ze względu na wysoką cenę takiego wykonania spotyka się je niezmiernie rzadko. Normalnie kompensator przyłączony jest do sieci przy pomocy transformatora, przyczem napięcie wtórne transformatora (napięcie kompensatora) zostaje tak dobrane, aby koszt wypadł jaknajmniejszy. Jednostki większe (powyżej 15 000 kVA) wykonywane są normalnie na napięcie 10 000 — 15 000 V, a to ze względu na natężenia prądu.

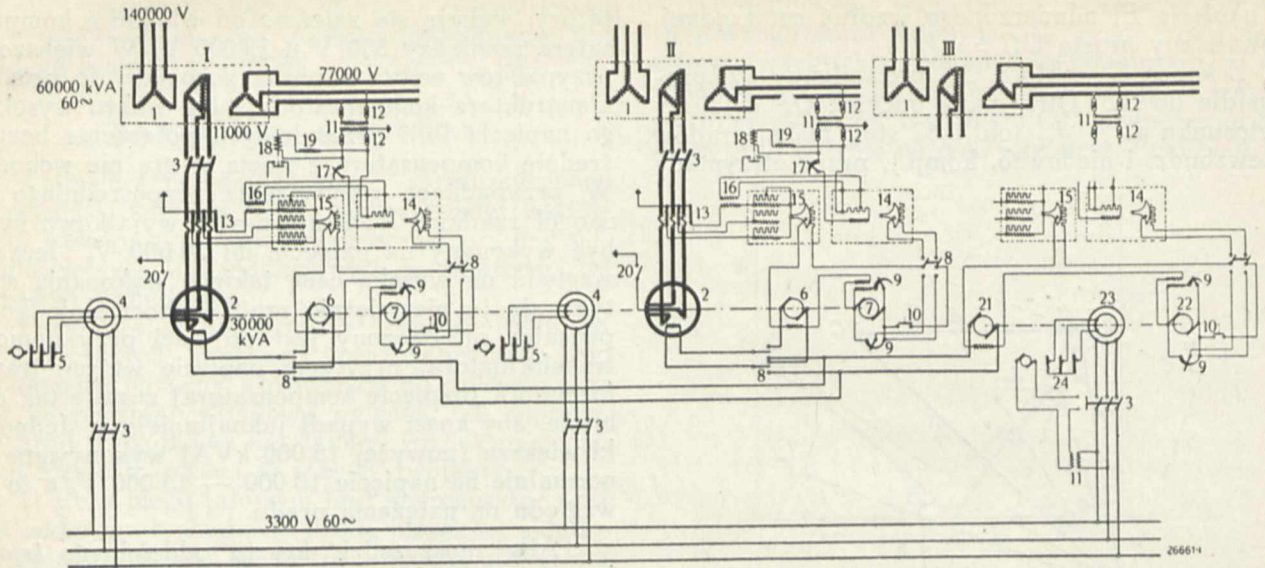
Aby zaoszczędzić kosztu oddzielnego transformatora dla kompensatora można zastosować w podstacji transformator z 3-ma uzwojeniami, przyczem kompensator przyłącza się do 3-go uzwojenia. Różnica kosztu transformatora z 3-ma uzwojeniami w porównaniu z kosztem zwykłego transformatora dwuuzwojeniowego jest znacznie mniejsza od kosztu specjalnego transformatora dla kompensatora, to też metoda ta, zwłaszcza przy dużych mocach, spotyka się coraz częściej.

Rozruch kompensatora synchronicznego może się odbywać w sposób dwojaki:

- przy pomocy silnika rozruchowego,
- asynchronicznie.

Przy użyciu silnika rozruchowego, zwykle silnika asynchronicznego, sprzężonego stale z wałem kompensatora, rozruch odbywa się bez wstrząsów dla sieci oraz bez obawy przeciążenia samego kompensatora. Metoda ta stosowana jest zwykle dla kompensatorów dużych mocy.

Na rys. 4 widzimy instalację do automatycznej regulacji napięcia w podstacji, składającą się z 2-ch kompensatorów synchronicznych po 30 000 kVA, 600 obr./min., 60 okr./sek., 11 000 V. Do rozruchu tych kompensatorów służą 2 silniki asynchroniczne o mocy godz. 3 000 KM każdy. Silniki te wykonano z ilością biegunów o 2 mniejszą od ilości biegunów kompensatora synchronicznego, aby umożliwić synchronizację. Obroty silników rozruchowych (4) regulują oporniki wodne (5). Regulator odśrodkowy na wale silnika rozruchowego otwiera wyłącznik olejowy (3), gdy obroty silnika rozruchowego przekroczą o więcej niż 10% obroty synchroniczne kompensatora. Połączenie kompensatora z silnikiem rozruchowym widoczne jest na rys. 6. Stosunkowo znaczna moc silnika rozruchowego w tym razie spowodowana jest wymaganiem, aby kompensator mógł być użyty do ładowania linii. Przy użyciu silnika asynchronicznego jedynie do rozruchu moc jego wypadłaby o 30% mniejsza. Przy obliczaniu mocy silnika rozruchowego wychodzi się z założenia, że silnik ten pokonać musi straty biegu luzem kompensatora oraz wykonać pracę, potrzebną do pokonania bezwładności wirnika, przyczem dla tego ostatniego obliczenia przyjmuje się jako czas, potrzebny do osiągnięcia pełnych obrotów, jedną do 2-ch minut, zależnie od wielkości kompensatora.



Rys. 4.

Schemat połączeń 2-ch kompensatorów synchronicznych 30 000 kVA. 1—transformator z 3-ma uzwojeniami, 2—kompensator synchroniczny, 3—wyłącznik olejowy, 4—silnik asynchroniczny rozruchowy, 5—rozrusznik z napędem motowrowym, 6—wzbudnica główna, 7—wzbudnica pomocnicza, 14—automatyczny regulator napięciowy, 15—ogranicznik prądu, 18—przełącznik napięciowy, 20—wyłącznik uziemienia punktu zerowego, 21—wzbudnica pomocnicza, 22—do-datkowa wzbudnica pomocnicza, 23—silnik napędowy pomocniczy grupy wzbudzenia, 24—rozrusznik.

Rozruch asynchroniczny kompensatorów synchronicznych jest w zasadzie najprostszą metodą rozruchu. Każdy silnik synchroniczny, nie obciążony przy włączeniu uzwojenia stojana na sieć, zacznie się obracać tak samo, jak silnik asynchroniczny, przyczem moment przezeń rozwijany jest zależny od konstrukcji wirnika. Przy nowoczesnych wirnikach silników synchronicznych, zaopatrzonych w sztaby podłużne dla nadania większego momentu synchronizującego, rozruch asynchroniczny ze względu na moment trudności nie przedstawia. W większości przypadków o możliwości rozruchu asynchronicznego decydują warunki sieci, gdyż przy rozruchu asynchronicznym powstają gwałtowne uderzenia prądu, mogące wywołać trudności w ruchu. Z drugiej strony duże prądy, płynące w uzwojeniu stojana silnika synchronicznego przy rozruchu asynchronicznym, powodują tak znaczne siły mechaniczne w uzwojeniu, że trzeba stosować specjalne konstrukcje zamocowań zwojów, a zatem podraża się kompensator. Z tych względów w Europie rozruch asynchroniczny rzadko stosuje się dla mocy powyżej 3000 kVA, gdy natomiast w Ameryce spotyka się rozruch asynchroniczny przy silnikach o mocy 5-cio krotnie większej.

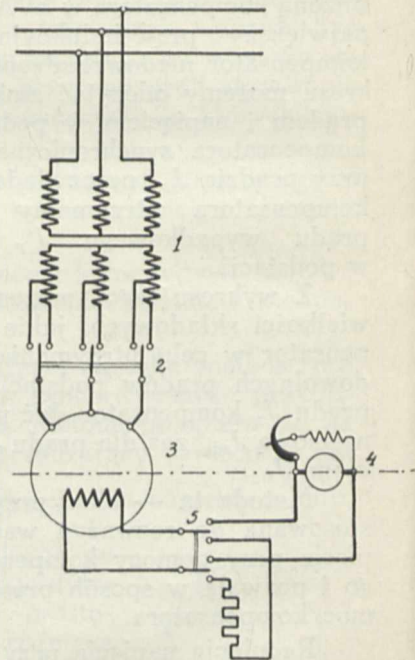
Schemat połączeń kompensatora synchronicznego dla rozruchu asynchronicznego przedstawia rysunek 5.

Celem zmniejszenia natężenia prądu, pobieranego przez kompensator przy rozruchu, włącza się go nie na całkowite napięcie normalne, lecz na napięcie zredukowane. Dla otrzymania tego napięcia transformator kompensatora zaopatruje się w zaczepy. Zwykle stosuje się do rozruchu napięcie ok. 45% napięcia roboczego, co daje prąd ok. 75% normalnego z sieci i czas rozruchu 1—1½ minuty. Dane te zależą oczywiście od konstrukcji i wielkości kompensatora, a podane są jako średnie dla

kompensatora synchronicznego 3000 kVA, 750 obr/min.

Na zakończenie działu regulacji napięcia przy pomocy kompensatorów synchronicznych podam krótki opis 2-u instalacji wykonanych: pierwsza z nich należy do największych tego rodzaju na świecie, druga natomiast jest typową instalacją o średniej mocy.

Na rys. 6 widzimy jeden z kompensatorów synchronicznych podstacji Yao (Japonja). Podstacja ta, której schemat podaje rys. 7, położona jest na końcu 320 km linii o napięciu 154 000 V. Dla utrzymania stałego napięcia w podstacji niezależnie od obciążenia linii zainstalowano 2 kompensatory synchroniczne o mocy 30 000 kVA każdy, przyłączone do uzwojeń 11 000 V 2-ch transformatorów 3 uzwojeniowych podstacji, każdy o mocy 60 000 kVA i przekładni 154/77/11 kV. Uzwojenie 77 000 V transformatorów podstacji Yao zasilają sieć wtórna okolic podmiejskich Osaka.

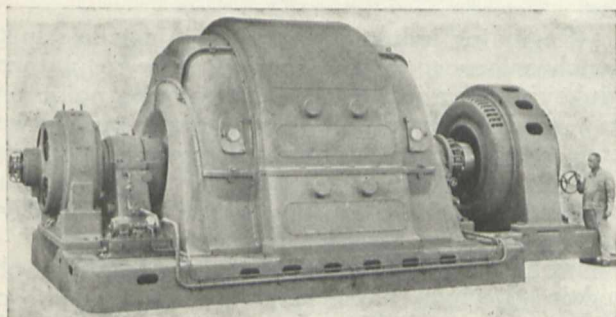


Rys. 5.

Schemat połączeń kompensatora synchronicznego dla rozruchu asynchronicznego. 1—transformator z zaczepami dla rozruchu, 2—przełącznik, 3—kompensator synchroniczny, 4—wzbudnica, 5—przełącznik wzbudzenia.

Dane kompensatorów synchronicznych są następujące:

Moc pojemnościowa (przewzbudzenie)	30 000 kVA,
Moc indukcyjna (niedowzbudzenie)	25 000 "
Napięcie	11 000 V
Obroty	600 obr/min.
Okresy	60 obr/sek.
Najwyższe obroty dopuszczalne: (wytrzymałość mech.):	750 okr/min.
Waga kompensatora	140 tonn

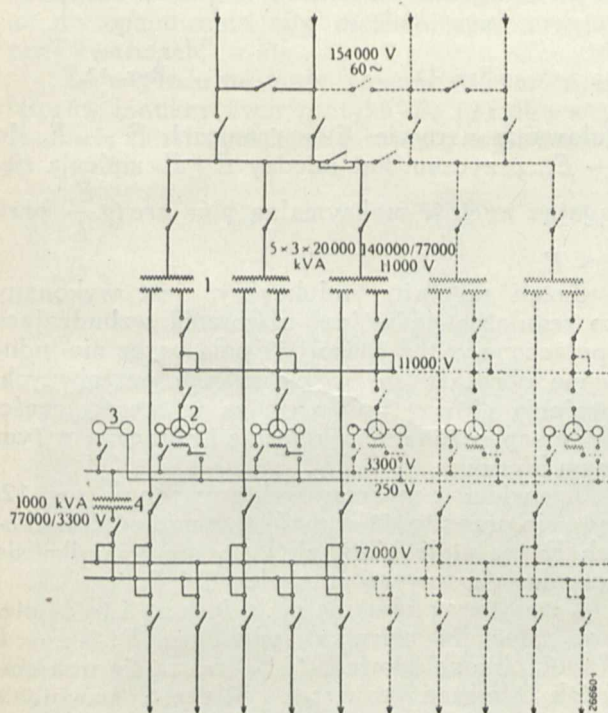


Rys. 6.

Kompensator synchroniczny 30 000 kVA.

Dla ułatwienia regulacji wzbudzenia wzbudnica główna zaopatrzona jest we wzbudnicę pomocniczą. Jako rezerwa, oba kompensatory mogą być wzbudzane przez wzbudnicę zapasową, napędzaną przez oddzielny silnik asynchroniczny.

Oba kompensatory regulują napięcie automatycznie, przyczem sterowane są przez regulatory samoczynne (15 na rys. 4).



Rys. 7.

Schemat podstacji z 2-ma kompensatorami synchronicznymi po 30 000 kVA każdy.

1 — transformator z 3-ma uzwojeniami, 2 — kompensator synchroniczny ze wzbudnicą i silnikiem rozruchowym, 3 — grupa wzbudzenia zapasowa, 4 — transformator stacyjny.

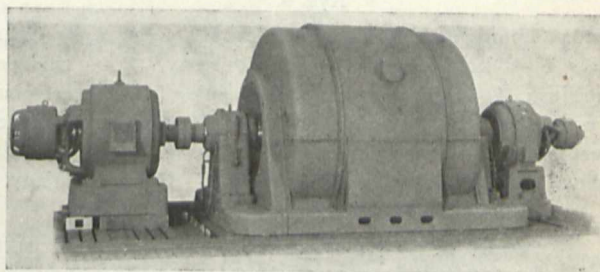
Oba wyżej wspomniane kompensatory przewidziane są również do ładowania linii przy biegu jałowym. Zostały one uruchomione w r. 1929.

Na rys. 8 widzimy kompensator 10 000 kVA. Kompensator ten służy do regulacji napięcia na końcu 95 km linii 85 000 V, w podstacji, zaopatrzonej w 3 transformatory po 12 000 kVA każdy.

Przekładnia transformatorów stacyjnych 85/30 kV. Kompensator przyłączony jest do szyn zbiorczych 85 000 V przy pomocy oddzielnego transformatora o przekładni 85/6,5 kV. Dane kompensatora są następujące:

Moc pojemnościowa (przewzbudzenie)	10 000 kVA,
Moc indukcyjna (niedowzbudzenie)	6 500 "
Napięcie	6 000 V
Obroty	750 obr/min.
Okresy	50 okr/sek.
Waga kompensatora	45 tonn

Rozruch odbywa się tu przy pomocy silnika synchron-indukcyjnego, stale sprzężonego z kompensatorem. Silnik ten rusza jako asynchroniczny



Rys. 8.

Kompensator synchroniczny 10 000 kVA.

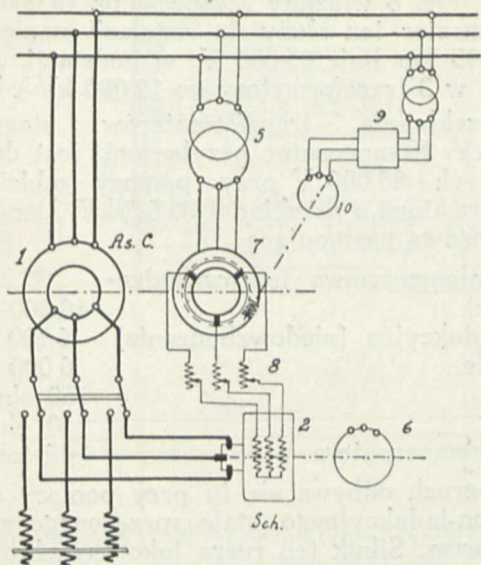
i jest następnie synchronizowany. Z chwilą, gdy silnik rozruchowy będzie synchronicznie, kompensator może być bezpośrednio połączony na sieć bez potrzeby synchronizacji.

Kompensatory asynchroniczne.

Jak zazaczyłem wyżej, kompensator synchroniczny przy niedowzbudzeniu może pobrać najwyżej 65% największego natężenia prądu, jaki mógłby pobierać przy przewzbudzeniu. Nie pozwala to na całkowite wyzyskanie maszyny do granic cieplnych. Kompensator asynchroniczny natomiast może prąd zarówno pojemnościowy jak indukcyjny pobierać jednakowy, punkt graniczny *T* zatem na rys. 3 dla kompensatora asynchronicznego wypadnie na środku prostej *OF*. Ta cecha oraz nadzieje, pokładane we właściwościach kompensatora asynchronicznego przy zwarcia, spowodowały znaczne zainteresowanie się nim w literaturze technicznej.

Kompensator asynchroniczny składa się w zasadzie z silnika asynchronicznego, połączonego kaskadowo z maszyną komutatorową i przetwornicą okresów. Maszyna komutatorowa, wzbudzana przez przetwornicę okresów, dostarcza prądu wzbudzącego do pierścieni ślizgowych silnika asynchronicznego. Regulacja mocy bezwatowej kompensatora odbywa się przez przesuwanie szczotek na

komutatorze przetwornicy okresów. Na rys. 9 widzimy schemat kompensatora asynchronicznego w połączeniu z maszyną Scherbiusa.

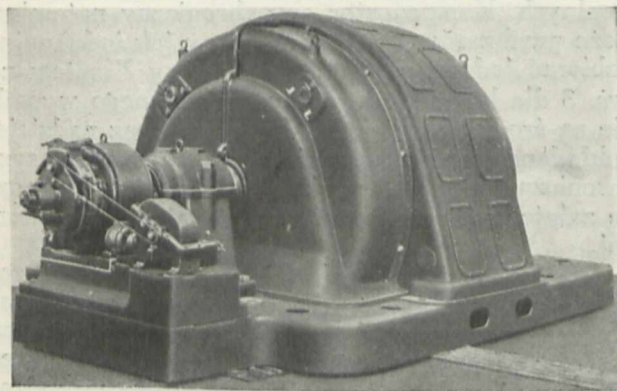


Rys. 9.

Schemat kompensatora asynchronicznego z maszyną Scherbiusa, 1 — kompensator asynchroniczny, 2 — maszyny Scherbiusa, 4 — przełącznik wzbudzenia, 5 — transformator przetwornicy okresów, 6 — silnik napędowy maszyny Scherbiusa, 7 — przetwornica okresów, 8 — opór regulacyjny, 9 — regulator napięciowy, 10 — silnik sterujący.

Rozruch odbywa się przez przełączenie pierścieni ślizgowych kompensatora na opór rozruchowy, zamiast maszyny Scherbiusa. Po osiągnięciu normalnych obrotów kompensatora, pierścienie przełączane są na maszynę Scherbiusa, która dla uniknięcia uderzeń prądu winna wówczas być wzbudzona słabo. Uskutecznią się to przy pomocy oporu (rys. 9). Opór ten następnie zmniejszamy stopniowo. Dopiero po zredukowaniu oporu zaczyna się regulację mocy bezwatowej kompensatora przy pomocy przesuwania szczotek przetwornicy okresów (rys. 9).

Kompensator asynchroniczny może służyć do automatycznej regulacji napięcia. W tym celu przesuwacz szczotek przetwornicy okresów zaopatrujemy w silnik sterujący, którego obroty regulowane są przez przekaźnik napięciowy.



Rys. 10.

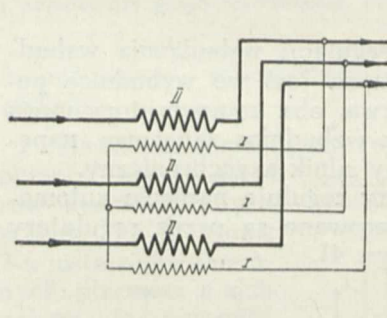
Kompensator asynchroniczny 10 000 kVA.

W praktyce kompensatory asynchroniczne szerszego zastosowania nie znalazły. Sprawność ich jest mniej więcej ta sama, co kompensatorów synchronicznych. Lepsze wyzyskanie samego kompensatora równoważy się przez bardziej skomplikowaną aparaturę pomocniczą.

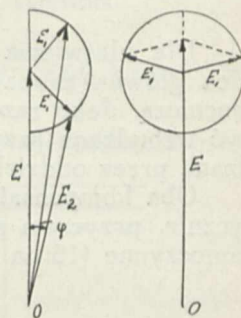
Na rys. 10 widać kompensator asynchroniczny o mocy 10 000 kVA wraz z przetwornicą okresów, sprzężoną bezpośrednio z wałem kompensatora.

Regulatory indukcyjne.

Regulator indukcyjny podobny jest do silnika asynchronicznego. Stojan i wirnik są w regulatorze indukcyjnym zaopatrzone w uzwojenia, połączone zazwyczaj w ten sposób, iż pola przez nie wytwarzane mają zgodny kierunek wirowania. W przypadku zwykłego regulatora indukcyjnego łączymy jego stojan w szereg z linią, której napięcie chcemy regulować, zaś obwód wzbudzający I — w gwiazdę. Obwód wzbudzający wywołuje w obwodzie głównym napięcie stałe co do wielkości, lecz zmienne co do kierunku, zależnie od położenia uzwojenia I względem uzwojenia II. Jak widać na wykresie wektorowym rys. 12, daje to możliwość



Rys. 11.



Rys. 12.

regulowania napięcia E w granicach $E - E_1$ do $E + E_1$, przyczem kąt między E i E_2 zmienia się, osiągając wartość maksymalną $\varphi = \arctg \frac{E_1}{E}$ przy $E_2 \approx E$.

Jeżeli regulator indukcyjny jest wykonany jako regulator podwójny, uzwojenia wzbudzające są połączone w ten sposób, iż pola przez nie indukowane obracają się w kierunkach przeciwnych. Uzwojenia główne połączone są w szereg, części ruchome sprzężone mechanicznie i obracane w tym samym kierunku.

Jak widać z wykresu wektorowego na rys. 12, osiąga się przez to, iż wypadkowa napięć dodatkowych E_2 ma stałe kierunek E , przez co unika się przesunięcia fazowego pomiędzy E i E_2 .

Regulatory podwójne mają jeszcze i tę zaletę, że w położeniu wirnika, w którym $E_2 + E = E$ ($E_2 = 0$), obie składowe E_2' i E_2'' znoszą się wzajemnie, tak iż można wówczas odłączyć uzwojenia wzbudzające bez przerwy w ruchu i bez uderzeń prądu. Ponadto aparatura sterująca jest ze względu na częściowe znoszenie się momentów kręcących lżejsza. Na podstacjach, gdzie samo przez się w grę wchodzi tylko moce znacznie większe, stosowane są prawie wyłącznie regulatory indukcyjne podwójne. Dla określenia wielkości regulatora indukcyjnego

miarodajna jest jego moc własna, która może być obliczona w przybliżeniu według wzoru.

$$P_w = P_p \cdot \frac{E_i}{E} \text{ kVA,}$$

gdzie P_w oznacza moc własną regulatora indukcyjnego, P_p oznacza moc przechodzącą przez regulator, E_i — napięcie, indukowane w uzwojeniu szeregowym regulatora indukcyjnego przez uzwojenie wzbudzające, E — napięcie sieci.

Regulatory indukcyjne wykonywane są normalnie na napięcia nie przekraczające 15 000 V.

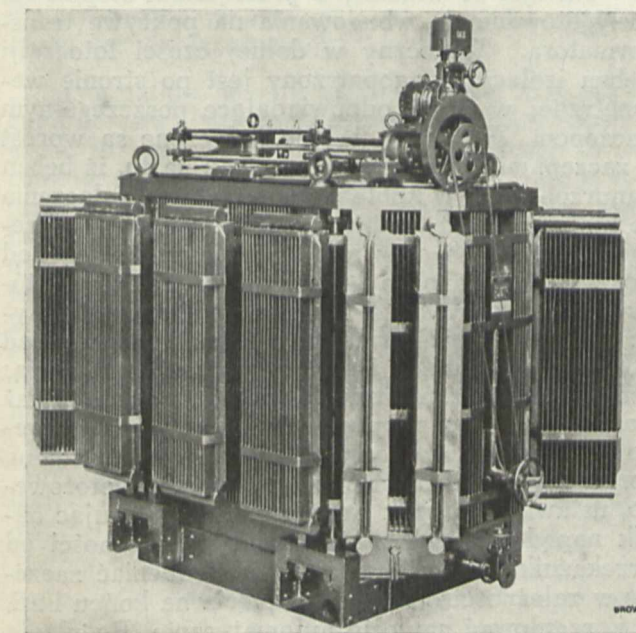
Dla napięć wyższych, stosowanych zwykle w liniach przesyłowych, zarówno uzwojenia główne, jak wzbudzające muszą być przyłączone do sieci przy pomocy transformatorów. Schemat takiego połączenia podaje rys. 13.

Przy określaniu mocy transformatorów miarodajną jest moc własna regulatora indukcyjnego oraz napięcie linii. Wybór napięcia samego regulatora indukcyjnego pozostaje wówczas wolny. Rozstrzygają tutaj względy gospodarcze. Dla większych jednostek, ze względu na prąd, najkorzystniejsze napięcie wypadnie około 2000 V.

Regulatory indukcyjne podwójne wykonywane są dla mocy własnej do 2000 kVA, regulatory pojedyncze dla mocy do 1000 kVA. Regulacja automatyczna od przekaznika napięciowego może być wykonywana w sposób ciągły.

Budowa większych regulatorów indukcyjnych nastęca trudności techniczne, szczególnie są trudne do opanowania siły mechaniczne, powstające przy zwarcia.

Ze względu na małe stosunkowo moce regulatorów indukcyjnych spotyka się je tylko w podstacjach mniejszych, gdzie zresztą ostatnimi cza-



Rys. 14.

Regulator indukcyjny podwójny 2000 kVA.

sy zaczęły je wypierać transformatory regulacyjne.

Na rys. 14 widzimy regulator indukcyjny podwójny o mocy 2000 kVA, 10 000 V, 50 okr. wraz z silnikiem napędowym do regulacji automatycznej.

Transformatory regulacyjne.

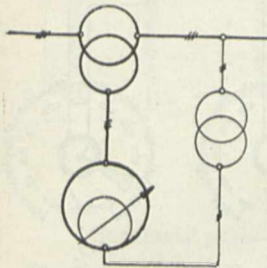
Najprostszy sposób regulacji napięcia przez zmianę przekładni transformatora próbowany był oddawna. Pierwsze patenty w tej dziedzinie znajdujemy około roku 1900, jednakże napotymano stale na trudności. Z jednej strony przełączniki zacsepów pod obciążeniem (bez przerywania obwodu) były trudne do wykonania i kosztowne, z drugiej zaś strony zmiana ilości zwojów w transformatorze psuła zrównoważenie tegoż przy zwarcia i powodowała znaczne siły osiowe, szkodliwe dla uzwojenia. Dopiero przez odpowiedni rozwój zarówno transformatorów jak aparatów przełącznikowych powstały w ostatnich latach transformatory regulacyjne wielkiej mocy, cieszące się dziś tak olbrzymim rozpowszechnieniem.

Zasada transformatora regulacyjnego polega, jak pokazuje rys. 15, na 2-ch przełącznikach, które podczas pracy normalnej połączone są z tym samym zacsepem, podczas zaś zmiany zacsep — jeden przesuwa się na następny zacsep, gdy drugi pozostaje na pierwotnym. W ten sposób w chwili zmiany zacsep — jeden przesuwa się na następny zacsep, gdy drugi pozostaje na poprzednim. W ten sposób w chwili zmiany zacsep część zwoju transformatora, znajdująca się między 2-ma sąsiednimi zacsepami, jest zwarta. Aby ograniczyć powstający wówczas prąd zwarcia, pomiędzy dwoma przełącznikami łączy się opór R . Po przejściu przełącznika 2 na zacsep II, przełącznik I również przesuwa się na zacsep II i opór zostaje odciążony.

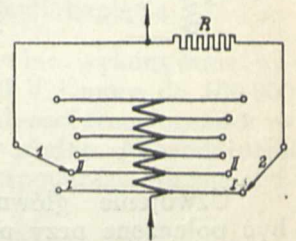
W wykonaniu praktycznym przełączniki stopniowe różnią się od siebie dość znacznie, jednak wszystkie w głównych zarysach oparte są na wyżej wspomnianym systemie. W celu bliższego zapoznania się z konstrukcją, przejdę obecnie do opisu jednego z wykonań praktycznych, cieszącego się dość znacznym rozpowszechnieniem.

Mechanizm przełącznika stopniowego został tu połączony w jedną całość z izolatorem przepustowym pokrywy transformatora (rys. 17), tak że część mechanizmu przełącznika stopniowego znajduje się wprost wewnątrz kubła transformatora, część zaś umieszczona jest na izolatorze. Napęd przełącznika stopniowego odbywa się przy pomocy wałka izolującego od wspólnego dla wszystkich trzech faz wałka, idącego wzdłuż pokrywy transformatora.

Zamiast zacsepów na uzwojeniu głównym transformator regulacyjny zapoatrzone jest w specjalne uzwojenie z zacsepami, które może być przyłączane dodatnio lub ujemnie do uzwojenia

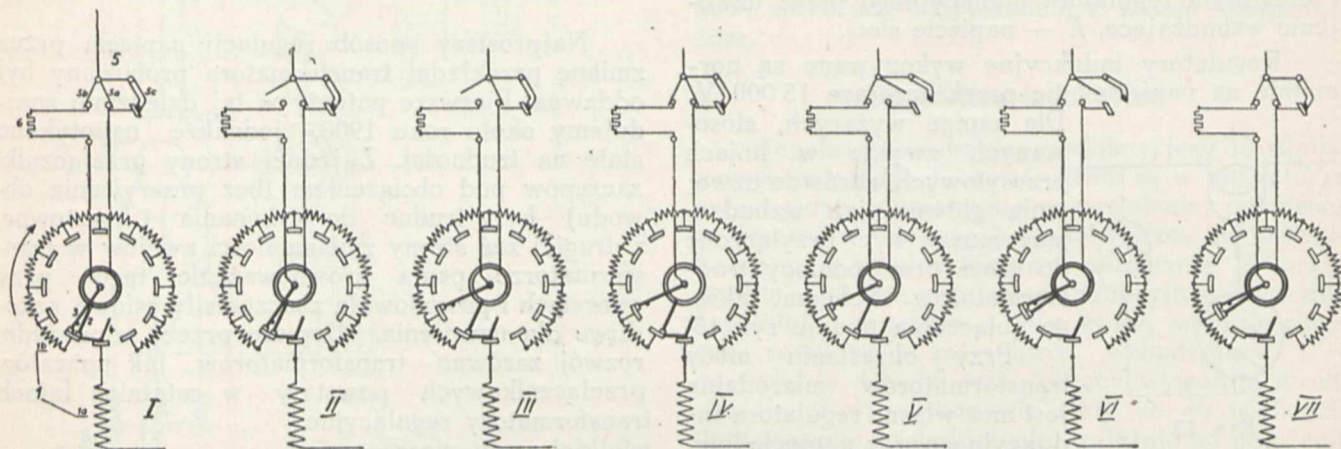


Rys. 13.



Rys. 15.

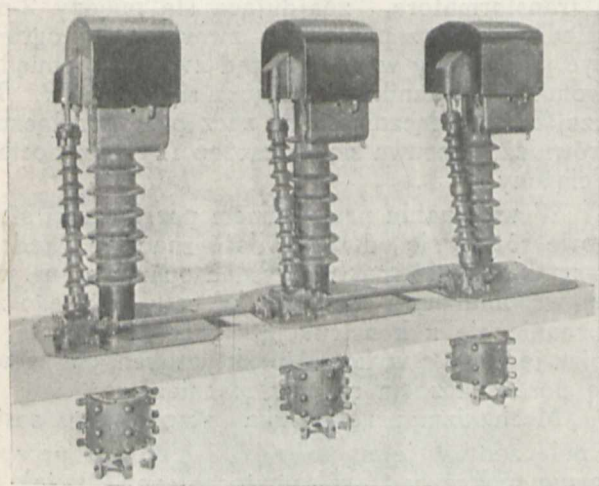
głównego, tak iż przy 10-ciu zaczeпах otrzymuje się regulację o ± 10 lub $- 10$ stopni, a zatem 20 stopni regulacji. Dla uniknięcia zużycia styków poszczególnych zaczeпах umieszcza się w obwodzie specjalny wyłącznik, któremu przypada funkcja przecinania obwodu, poczem styki przesuują się już bez obciążenia. Schemat takiego urządzenia widzimy na rys. 16.



Rys. 16.

Schemat działania przełącznika stopniowego.

Uzwojenie główne (1) transformatora może być połączone przy pomocy przełącznika 4 z lewym lub prawym końcem uzwojenia regulacyjnego 1 b. Przy połączeniu z końcem lewym (położenie przełącznika 4, jak na rys. 16-I) napięcia uzwojenia głównego i regulacyjnego dodają się. Przy połączeniu z prawym końcem uzwojenia regulacyjnego napięcie tegoż odejmuje się od napięcia uzwojenia głównego.



Rys. 17.

Przełączniki stopniowe, wyjęte z kubła transformatora regulacyjnego.

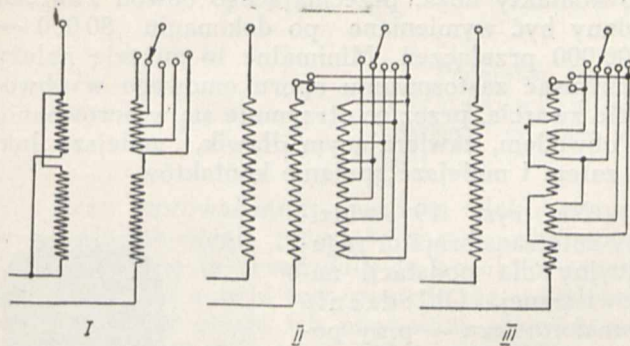
W położeniu I oba styki ruchome 2 i 3 stoją na pierwszym zaczeпах, transformator daje napięcie uzwojenia głównego. W położeniu II przełącznik pomocniczy 5b otwiera się, lecz prąd płynie nadal przez styk ruchomy 2 i przełącznik pomoc-

niczy 5a, który pozostaje zamknięty. W położeniu III styk ruchomy 3, który po otwarciu przełącznika pomocniczego 5b został odciążony, przesuwa się na zaczeпах 2. W następnym położeniu IV przełącznik pomocniczy 5b zamyka się, część uzwojenia regulacyjnego, leżąca pomiędzy zaczeпами 1 i 2, zostaje zwarta poprzez opór 6. W następnym położeniu V przełącznik pomocniczy 5a otwiera się,

a wnet potem już 5c przerywa obwód zwarcia, pozostawiając w ten sposób styk ruchomy 2 odciążonym. W położeniu 6-ym styk ruchomy 2 przechodzi na ten sam zaczeпах, na którym już się znajduje styk ruchomy 3. W położeniu VII nóż 5c i przełącznik 5a zamykają się, łącząc zaczeпах 2-gi wprost z siecią z pominięciem oporu 6. W położeniu 1-em, z tą tylko różnicą, że obecnie transformator daje napięcie, równe napięciu uzwojenia głównego więcej napięcie pierwszego stopnia uzwojenia regulacyjnego. Przy przejściu na następny stopień gra powtarza się, jak wyżej.

Na rys. 17 widzimy 3 przełączniki stopniowe, przygotowane do wbudowania na pokrywę transformatora. Widoczny w dolnej części fotografii bęben izolacyjny zaopatrzony jest po stronie wewnętrznej w styki, odpowiadające poszczególnym zaczeпам. Zaciski na bębnie połączone są wprost z zaczeпами, przyczem ze względu na to, iż bęben zanurzony jest w kubłe transformatora, połączenia te nie wymagają izolatorów przepustowych. Przełączniki 5a i 5b oraz nóż 5c umieszczone są pod pokrywą blaszaną na górnej części izolatora, który wewnątrz prowadzi wałki, przedstawiające styki ruchome, umieszczone w bębnie. Widoczne pod pokrywą blaszaną 3 izolatory porcelanowe służą: jeden do połączenia transformatora z siecią, 2 zaś pozostałe — do przyłączenia oporu przejściowego 6. Wałek napędowy, widoczny na rysunku, sprzężony jest z mechanizmem napędu motorowego, ustawionego obok transformatora. Sterując silnik napędowy tego mechanizmu w zależności od przekątnika napięciowego, można zmieniać zaczeapy w zależności od wahań napięcia na końcu linii, t. j. regulować napięcie automatycznie. Regulacja ta odbywa się wprawdzie skokami, jednak wielkość tych skoków można dowolnie regulować przez podział zakresu regulacji na poszczególne stopnie.

Przy rozmieszczeniu uzwojenia regulacyjnego wewnątrz transformatora jest konieczne zapewnienie symetrii uzwojenia niezależnie od stopnia, z którym połączona jest sieć. Trzy schematy uzwojenia regulacyjnego, najczęściej używane w celu osiągnięcia tego warunku, podaje rys. 18.



Rys. 18.

Schematy połączenia uzwojeń regulacyjnych.

W wykonaniu, pokazanym na rys. 18-I, uzwojenie wtórne transformatora zaopatrzone jest w dodatkowe uzwojenie kompensacyjne, połączone równolegle, a sprzężone z uzwojeniem regulacyjnym. Na rys. 18-II uzwojenie regulacyjne rozmieszczone jest wzdłuż całej długości uzwojenia transformatora, stanowiąc niejako 3-cie uzwojenie transformatora. Przy autotransformatorze z uzwojeniem regulacyjnym, wykonanym według tego schematu, otrzymujemy uzwojenie podwójnie koncentryczne, przy transformatorze zaś z oddzielnymi uzwojeniami—potrójnie koncentryczne. W wykonaniu, pokazanym na rys. 18-III, uzwojenie regulacyjne podzielone jest na części i przekładane z uzwojeniem głównym.

Potrzebny zasięg regulacji, a zatem wielkość uzwojenia regulacyjnego określa się na zasadzie warunków pracy linii. Dla konstruktora transformatora regulacyjnego wielkość zasięgu regulacji trudności nie przedstawia.

Normalnie stosuje się zakres \pm (10—12%) czyli 20—24% regulacji napięcia. Podział tego zakresu na poszczególne stopnie jest zależny od warunków pracy. Dla transformatora, od którego wymagamy regulacji dokładnej, można dać np. regulację -12% w ± 10 stopniach, a zatem regulację o 1,2%, co nawet dla sieci oświetleniowej całkowicie wystarczy. Dla transformatorów, łączących 2 sieci przesyłowe, gdzie rzadko wymaga się dokładności większej od 3%, wystarczyłoby naprz. dać $\pm 12\%$ w ± 6 stopniach, a zatem regulację o 2%.

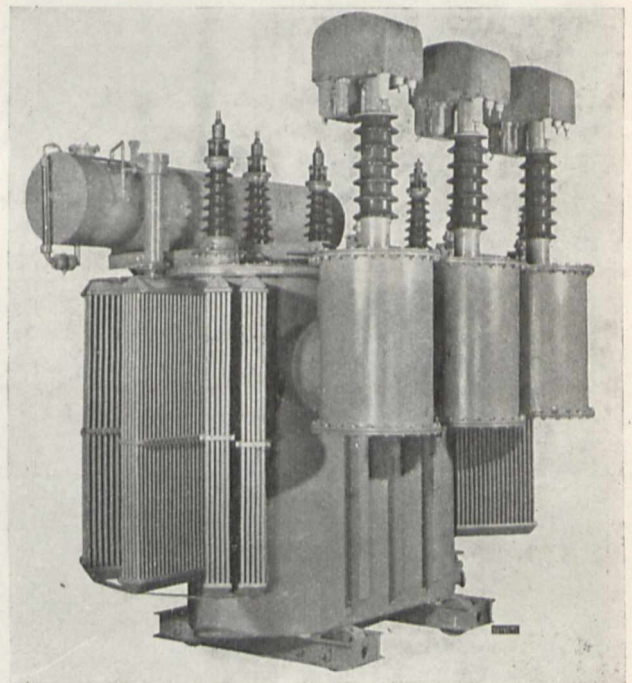
Transformatory regulacyjne wykonywane są jako autotransformatory, lub też jako transformatory wielouzwojeniowe. Gdy chodzi o połączenie 2 sieci o napięciach, różniących się znacznie, np. 110 000 i 64 000 V, wybór pada od razu na transformator wielouzwojeniowy. Natomiast w razie połączenia 2-u sieci o napięciu prawie równym, naprz. 64 000 V i 60 000 V, wybór pomiędzy autotransformatorem a transformatorem wielouzwojeniowym może nastąpić dopiero po dokładnym zbadaniu

sieci. Często niejednakowe zabezpieczenia przepięciowe, różne warunki terenowe i t. d. łączonych sieci wymagają ich elektrycznego oddzielenia. Wówczas stosuje się dla połączenia transformatory wielouzwojeniowe. Użycie ich może również być podyktowane przez potrzebę ograniczenia prądu zwarcia, gdyż, jak wiadomo, napięcie zwarcia autotransformatora jest bardzo małe.

Jeżeli podstacja posiada już transformator bez regulacji, najprościej jest między transformator stacyjny, a linię włączyć autotransformator regulacyjny. Koszt takiego autotransformatora jest względnie niski, gdyż moc jego własna (decydująca o wielkości transformatora) jest mniejsza od mocy przechodzącej w stosunku $\frac{\text{nap. zakr. regul.}}{\text{nap. linii}}$.

Transformatory regulacyjne wykonywane są zarówno jako typy wewnętrzne, jak i napowietrzne. Dla napięć wysokich, powyżej 60 000 V, dziś przeważnie spotyka się podstacje napowietrzne, to też tutaj transformator stopniowy jest bezsprzecznie najtańszym sposobem regulacji napięcia.

Transformatory regulacyjne wykonywane bywają na napięcia do 220 000 V i moce do 100 000 kVA. Dolną granicę stosowności transformatorów regulacyjnych określić jest trudno. Miarodajnymi są tu oczywiście względy gospodarcze. Można jed-



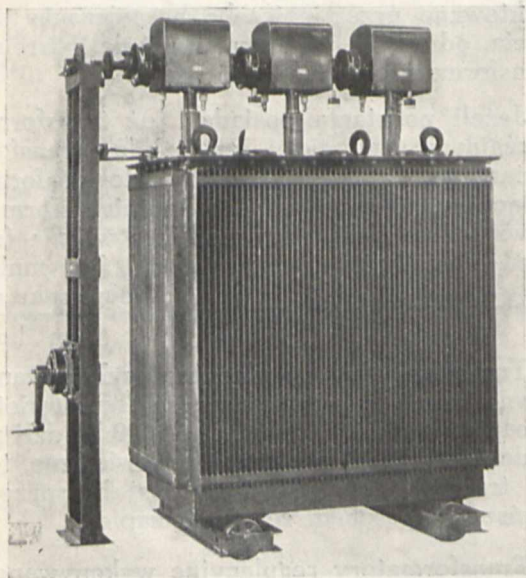
Rys. 19.

Transformator regulacyjny typu napowietrznego.

nak powiedzieć, że przy regulacji automatycznej, dla transformatora regulacyjnego o mocy własnej poniżej 1000 kVA koszt akcesoriów wypadają niewspółmiernie wysoko w porównaniu do ceny samego transformatora. W takich razach najczęściej da się zastosować zwykły transformator z zacze- pami przy jednoczesnym zrzeczeniu się regulacji

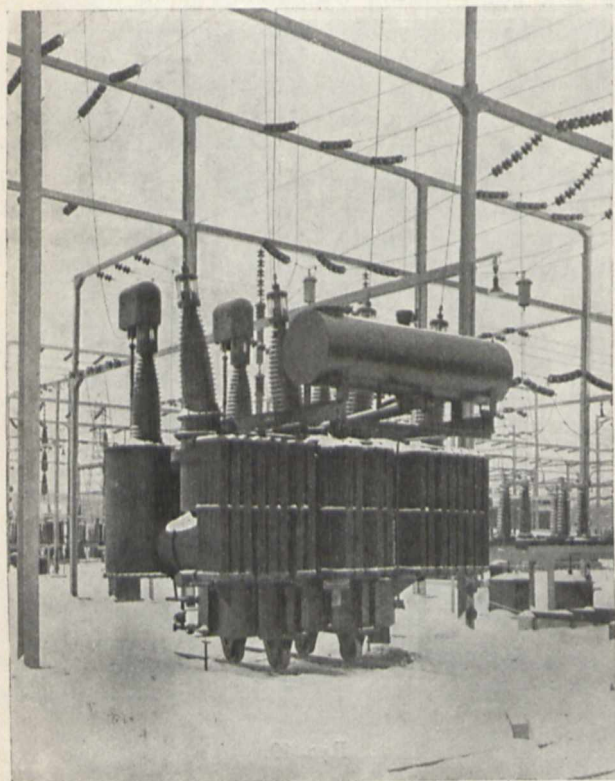
pod obciążeniem, lub też stosuje się układ z regulatorem indukcyjnym.

Pod względem trwałości przełączniki stopniowe przedstawiają się bardzo dodatnio. Styki ru-



Rys. 20.

Transformator regulacyjny typu wewnętrznego wraz z napędem ręcznym przełączników.



Rys. 21.

Transformator regulacyjny typu napowietrznego.

chome, pracujące w oliwie, nie podlegają prawie żadnemu zużyciu. Próby, wykonane w mojej obecności w fabryce jednej z firm szwajcarskich, nie wykazały dla styków ruchomych dostępnego zużycia po dokonaniu miliona pięciuset tysięcy przełączeń. Przy tych samych próbach okazało się, że kontakty noża, przecinającego obwód zwarcia, winny być wymieniane po dokonaniu 80 000 — 100 000 przełączeń. Minimalne to zużycie należy przypisać zastosowaniu oporu omowego w obwodzie zwarcia, przez co otrzymuje się w porównaniu z obwodem, zawierającym dławik, mniejszy łuk, a zatem i mniejsze spalanie kontaktów.

Na rys. 19 widzimy autotransformator regulacyjny dla podstacji napowietrznej. Chłodzenie transformatora — przy pomocy radiatorów. W celu zmniejszenia wagi kubła i ułatwienie transportu przełączniki stopniowe nie są tu wpuszczone wprost do kubła, lecz umieszczone w cylindrach, przyśrubowanych do górnej części kubła transformatora.

Na rys. 20 widzimy mały autotransformator regulacyjny typu wewnętrznego. Dla obniżenia kosztu całości transformator ten wykonany został z napędem ręcznym dla przełączników stopniowych, co wyłącza oczywiście możliwość regulacji automatycznej.

Na rys. 21 widzimy transformator regulacyjny wielkiej mocy. Transformator ten ustawiony jest w podstacji napowietrznej nowowypudowanej elektrowni Rybourg — Schwörstadt na Renie. O wymiarach, jakie przybierają przełączniki stopniowe dla wysokich napięć, daje pojęcie rys. 22, na którym widać jeden z przełączników transformatora z rys. 21.

Na zakończenie chciałbym zaznaczyć, iż zgóry powiedzieć, jaki sposób regulacji: przy pomocy kompensatora, regulatora indukcyjności czy transformatora stopniowego jest najodpowiedniejszy — nie można. Wchodzi tu w grę tak wiele czynników, jak: kwestja poprawy $\cos \varphi$, prądu zwarcia i t. d., że każdy przypadek szczególny musi być dokładnie rozważany i obliczony zarówno pod względem technicznym, jak i gospodarczym.



Rys. 22.

Przełącznik stopniowy typu zewnętrznego na napięciu 187 000 V wyjęty z transformatora.

I-SZA POLSKA STACJA DOŚWIADCZALNA DO BADANIA URZĄDZEŃ ELEKTRYCZNYCH W GAZACH WYBUCHOWYCH NA KOPALNI DOŚWIADCZALNEJ BARBARA W MIKOŁOWIE*)

Inż. Z. Rychlik.

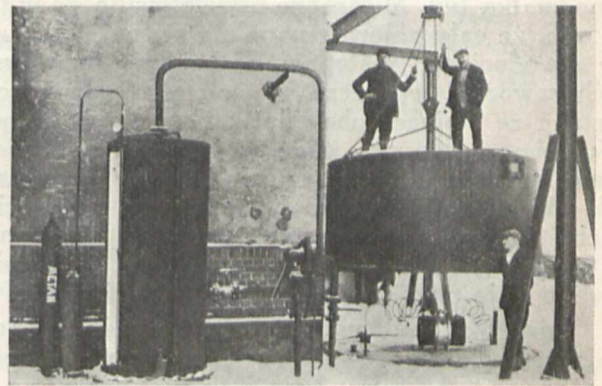
Poczuwam się do miłego obowiązku wyrażenia podziękowania p. dyr. Stan. Hermanowi za łaskawe zezwolenie, a p. inż. W. Cybulskiemu z kop. dośw. „Barbara” za cenną współpracę nad niniejszym opisem stacji doświadczalnej. (Przyp. aut.)

Przy wprowadzaniu urządzeń elektrycznych w kopalniach węgla powstały zaraz wątpliwości, czy nadają się te urządzenia do kopalń z gazami wybuchowymi, a to z tego powodu, że urządzenia elektryczne w czasie ich normalnej pracy powodują niejednokrotnie iskrę elektryczną, która może wywołać zapalenie się mieszaniny wybuchowej metanu z powietrzem. Nawet wprowadzenie przeznaczonych lamp akumulatorowych napotykało początkowo na pewne trudności, wnet jednak przekonano się, że przewyższają one i pod względem bezpieczeństwa i pod wielu innymi względami nawet t. zw. benzynowe lampy bezpieczeństwa. To też dzisiaj pierwszym rzucającym się w oczy szczegółem na kopalniach z gazami wybuchowymi są przenośne akumulatorowe lampy elektryczne.

Badanie takich lamp przed udzieleniem przez władze Górnicze zezwolenia na ich użycie należało już dawno do zadań kopalni doświadczalnej „Barbara”.

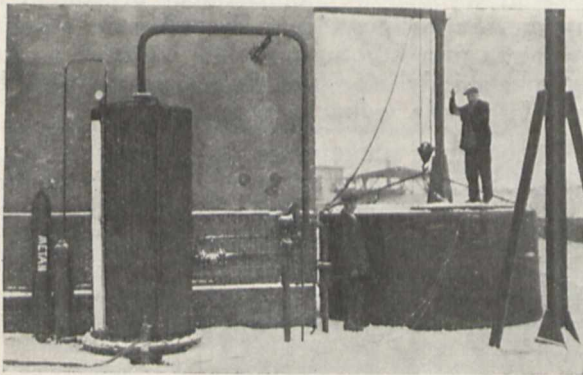
Do napędu mechanicznego w kopalniach gazowych używano jednak przeważnie powietrza sprężonego. Stosowanie urządzeń elektrycznych nie było możliwe, dopóki zachodziła obawa, że iskra elektryczna, powstała czy to przy rozruchu, czy też podczas pracy tych maszyn i urządzeń, może spo-

oczywiście, przy stosowaniu zwykłych urządzeń elektrycznych; z tego powodu dla urządzeń elektrycznych, przeznaczonych do pracy w takich kopalniach, opracowane zostały osobne przepisy. Przepisy te, pod nazwą „Wskazówki budowy maszyn, transformatorów i przyrządów, przeznaczonych do pracy w gazach wybuchowych”, dołączono do „Przepisów budowy i ruchu urządzeń elektrycznych prądu silnego w podziemiach kopalń” (PNE-17). W myśl tych przepisów wszystkie urządzenia elektryczne przed dopuszczeniem ich do



Rys. 2.

Większa skrzynia wybuchowa z podniesionym dzwonem.



Rys. 1.

Większa skrzynia wybuchowa.

wodować wybuch metanu, zawartego w otaczającej atmosferze.

Wypadki takie w kopalniach, niebezpiecznych pod względem gazów wybuchowych, zachodziły,

*) Kopalnia doświadczalna „Barbara” w Mikołowie jest instytucją, powołaną do życia i utrzymywaną przez Górnośląski Związek Przemysłowców Górno-Hutniczych Z. z. w Katowicach, a przez władze górnicze uznawaną jako międzynarodowa polska stacja doświadczalna. (Przyp. aut.)

użytku muszą być zbadane i wypróbowane na odpowiednio wyposażonej stacji doświadczalnej. Z powodu braku takiej stacji w kraju wszelkie próby do niedawna musiały odbywać się na zagranicznych stacjach próbnych, co było połączone w wielu razach z wielkimi kosztami i trudnościami, zwłaszcza o ile chodzi o aparaty już używane lub krajowego pochodzenia. Próby te i badania mogą być obecnie wykonywane w stacji doświadczalnej, wybudowanej przez Górnośl. Związek Przem. Górno-Hutniczych na terenie kopalni doświadczalnej „Barbara”.

Stacja ta, wzorowana na kilku stacjach zagranicznych, została dostosowana do potrzeb i warunków krajowych. Przedewszystkiem więc do prób używana jest mieszanina metanu z powietrzem. Odpowiada to najlepiej warunkom, w jakich mają następnie pracować urządzenia elektryczne. Stosowana na innych, zwłaszcza niemieckich stacjach, mieszanina gazu świetlnego z powietrzem ma trochę inne własności pod względem zapalności oraz daje nieco niższe ciśnienie przy wybuchu.

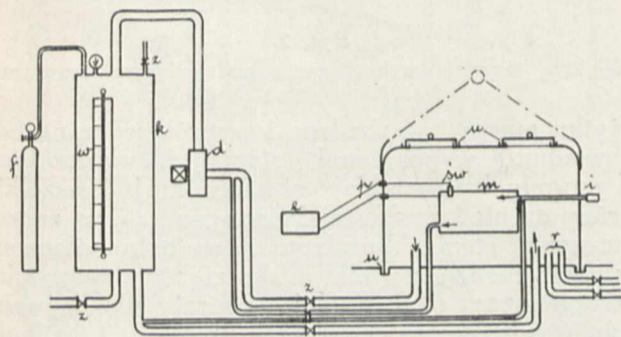
Stacja doświadczalna posiada 2 różnej wielkości skrzynie (por. rys. 1 i 5) do wykonywania prób.

Większa skrzynia (rys. 1) zbudowana jest z blachy żelaznej grubości 10 mm, w kształcie dzwonu o średn. 3 m i wysokości 1,5 m, który ustawia się na fundamentcie betonowym w ten sposób, iż dolny brzeg może być uszczelniony przez zamknięcie wodne (por. rys. 1 i 2). Dzwon posiada u góry 4 okrągłe otwory o średnicy 1 m, pokryte denkami również o zamknięciu wodnym (u).

Wspomniane denka stanowią swojego rodzaju klapy bezpieczeństwa, chroniące sam dzwon od uszkodzeń podczas wybuchu metanu. Klapy te przymocowane są zapomocą łańcuchów, aby w razie eksplozji nie zostały odrzucone poza dzwon i przez to nie przedstawiały niebezpieczeństwa dla obserwatorów. W bocznej ścianie dzwona wbudowane są przewody do świecy elektrycznej, otwór do brania prób gazu, okienko do obserwacji i otwór do przyłączenia indykatora.

Aby umieścić przedmioty, badane w dzwonie, można albo otworzyć klapę albo też podnieść cały dzwon zapomocą wielokrążka (por. rys. 2). Do sporządzania mieszanki wybuchowej służy zbiornik (k), połączony ze skrzynią wybuchową systemem rur. Zbiornik ten posiada od dołu zawór (z), połączony z wodociągiem, oraz rurkę wodowskazową z podziałką (w). Mieszanekę przygotowuje się w ten sposób, że cały zbiornik napełnia się najpierw wodą z wodociągu. Następnie, po zamknięciu wszystkich zaworów, wpuszcza się doń odmierzoną ilość metanu ze stojącej obok butli. Gaz wypływa pod ciśnieniem i wypycha wodę, stojącą pod ciśnieniem atmosferycznym. Ilość gazu dobiera się zazwyczaj tak, aby ze znaną objętością powietrza w rurociągach i skrzyni wybuchowej tworzył mieszanekę o 8 — 9,5% zawartości metanu, gdyż taka mieszanekę daje przy wybuchu najwyższe ciśnienia.

Sposób prowadzenia rurociągów widoczny jest na schemacie (rys. 3). W środku rurociągu umie-



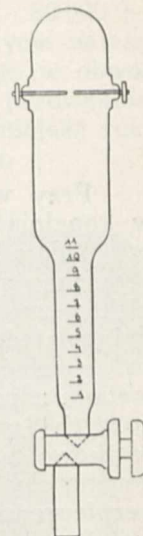
Rys. 3.

Schemat większej skrzyni wybuchowej: s — skrzynia wybuchowa, k — zbiornik, w — wodowskaz, f — butla z metanem, d — wentylator, z — zawory, m — przedmiot badany, r — rurociąg dla pow. sprężonego, e — źródło prądu elektr., św. — świeca elektryczna, p — przewody i zaciski doprowadzenia prądu elektrycznego.

szczyony jest wentylatorek, który ma za zadanie utworzyć jednorodną mieszaninę metanu z powietrzem. Aby gaz przedostawał się także do wnętrza przedmiotu badanego, w obu rurociągach — ssącym i tłoczącym — znajduje się odgałęzienie, którego zakończenie łączy się z wnętrzem przedmiotu badanego zapomocą giętkich rurek. Wyloty wszystkich 4 rur w większej skrzyni wybuchowej umie-

szczone są w podłodze betonowej. Wszystkie rury zaopatrzone są w zawory (z), zamykane ręcznie przed strzałem.

Próbę mieszanki po wymieszaniu gazu bierze się ze skrzyni wybuchowej zapomocą opróżnionej pipety szklanej (p. rys. 4). Pipetę tę napełnia się mieszaneką, a następnie zawartą w niej mieszanekę spala przy pomocy iskry elektrycznej. Z ubytku objętości gazu przy spalaniu można wnioskować o uprzedniej zawartości metanu. W tym celu otwiera się po ochłodzeniu pipety jej dolny kurek pod wodą, która wskutek panującego po spalaniu spadku ciśnienia wchodzi w odpowiedniej ilości do pipety. Pipeta zaopatrzona jest w skalę, pozwalającą na odczytanie wprost % CH z objętości, zajętej przez wodę. Przy rozszerzeniu działalności stacji nosi się kierownictwo z zamiarem zastąpienia tego sposobu badania przez interferometr optyczny.

Rys. 4.
Pipeta do próby gazu.

Do zapalania mieszanki wybuchowej służy t. zw. świeca elektryczna (św.), w rodzaju świecy samochodowej, umieszczona wewnątrz przedmiotu badanego. Do doprowadzenia prądu elektrycznego służą przewody (p), przeprowadzone przez ściankę skrzyni, a do wywołania iskry elektrycznej induktor (e). Celem stwierdzenia, czy wewnątrz badanego przedmiotu rzeczywiście nastąpił wybuch, umocowuje się na nim indykator, względnie — jak to widać na rys. 1 — indykator (i) umocowany jest na ściance skrzyni i zapomocą rurki miedzianej połączony z wnętrzem przedmiotu badanego. O ile eksplozja nie przeniosła się do atmosfery mieszanki wybuchowej, otaczającej przedmiot badany, można po powtórnym napełnieniu mieszanką wnętrza przedmiotu wybuch powtórzyć. Za każdym razem indykator kreśli odcinek, którego długość mierzy siłę wybuchu w atmosferach.

Do badania mniejszych przedmiotów służy mniejsza skrzynia wybuchowa (por. rys. 5), która na kształt sześcianu o boku 1 m; 2 przeciwległe ściany boczne, po ustawieniu przedmiotu badanego, zakleja się papierem. Pozatem inne szczegóły i sposób wykonywania prób przedstawia się zupełnie podobnie, jak przy większej skrzyni wybuchowej.

W wielu przypadkach, np. przy silnikach elektrycznych, jest konieczne, aby silnik się obracał. Wtedy bowiem w zamkniętej przestrzeni silnika może powstać pewna zwyżka ciśnienia, która ma, oczywiście, wielki wpływ na ciśnienie wybuchu. Stwierdzono, że różnice między ciśnieniem wybuchu przy silniku w spoczynku, a tym samym silniku w ruchu, mogą dochodzić do kilkudziesięciu procentów. Z tego powodu przewidziano również urządzenie do obracania silnika z odpowiednią ilością obrotów podczas wykonywania prób. Do tego celu służy osobny rurociąg powietrza sprężonego z oddzielnymi rurami — dolotową i wylotową do przyłączenia odpowiedniego silnika napędowe-

go. Rury te znajdują się tylko w większej skrzyni wybuchowej, gdzie przechodzą przez podłogę betonową (r). Napęd powietrzny może być, oczywiście, w razie potrzeby uzupełniony napędem elektrycznym. Z innych doświadczeń stacji wypada nadmienić, że nigdy nie można zadowolnić się pojedynczym badaniem przy pomocy jednego wybuchu, spowodowanego w części badanej. Zdarza się bowiem, że dopiero przy pierwszym lub następnym wybuchu zostaje powiększona jakaś szczelina, przez którą dopiero następny wybuch może się przedostać do otaczającej atmosfery. Dlatego konieczną jest zawsze seria kilku po sobie następujących wybuchów. Na stacji doświadczalnej zadawalniano się zwykle serią 5 wybuchów.

Przed badaniem w gazach wybuchowych, a także po skończonych próbach, każdy przedmiot oprócz tego jest poddawany szczegółowym oględzinom, a więc tak pod względem konstrukcyjnym, jak i pod względem ewentualnych uszkodzeń, jakie poniósł przy wybuchach.

W ten sposób stacja doświadczalna czyni załość wyrażonej na wstępie potrzebie badania w gazach wybuchowych nawet dużych jednostek. Badane mogą być silniki elektryczne mocy do stu kilkudziesięciu kilowatów, części jeszcze większych silników (np. okapturzone pierścienie ślizgowe), armatury do światła elektrycznego i t. p.

Stacja doświadczalna nie posiada jeszcze, niestety, urządzeń, któreby pozwalały wykonywać

także badania łączników elektrycznych w gazach wybuchowych, gdyż wymaga to przyłączenia do odpowiedniej centrali elektrycznej i różnych kosztownych urządzeń elektrycznych. Nie wątpimy jednak, że będzie to troską kierownictwa stacji, jak



Rys. 5.
Mniejsza skrzynia wybuchowa.

i współpracującego z nią Oddziału Elektrycznego Stowarzyszenia Dozoru Kotłów w Katowicach, aby umożliwić także badanie łączników elektrycznych, choćby tylko małej i średniej mocy i w ten sposób uniezależnić nasz przemysł elektrotechniczny od zagranicy.

Z DZIEDZINY ELEKTRYFIKACJI.

Rozwój elektrowni okręgowej w Pruszkowie.

W dniu 30 czerwca r. b. odbyło się walne zgromadzenie akcjonariuszów spółki „Elektrownia Okręgowa w Pruszkowie”, na którym Zarząd Spółki przedstawił szczegółowe sprawozdanie za rok ubiegły. Ze względu na znaczenie

elektryfikacji okręgu warszawskiego i duże zainteresowanie wśród szerokich sfer elektryków polskich rozwojem elektrowni pruszkowskiej, poniżej zamieszczamy bardziej szczegółowe informacje.

Oto zestawienie sprzedaży energii przez elektrownię za okres czasu od chwili jej normalnego uruchomienia.

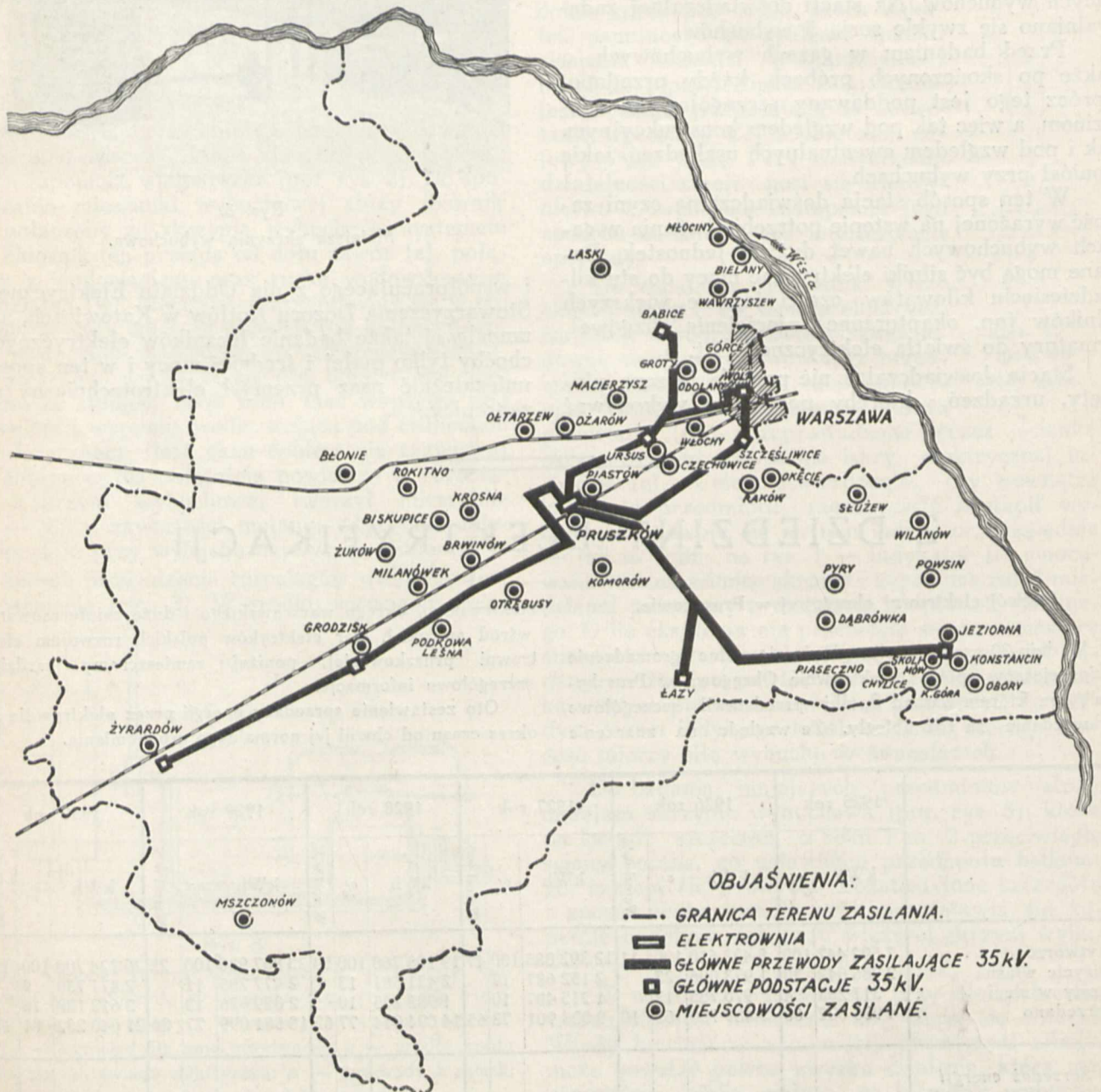
	1925 rok		1926 rok			1927 rok			1928 rok			1929 rok			1930 rok		
	kWh	%	kWh	%	Wzrost w %	kWh	%	Wzrost w %	kWh	%	Wzrost w %	kWh	%	Wzrost w %	kWh	%	Wzrost w %
Wytworzono	7 592 447	100	8 433 610	100	11	12 392 085	100	47	19 108 760	100	54	23 867 980	100	25	26 724 200	100	11
Zużycie własne	2 286 542	30	1 973 096	23		2 152 687	17		2 431 581	13		2 477 255	11		2 471 730	9	
Straty w sieci	317 283	4	970 755	12		1 215 497	10		1 982 265	10		2 829 626	12		2 612 188	10	
Sprzedano	4 988 622	66	5 489 759	65	10	9 023 901	73	65	14 694 914	77	62	18 561 099	77	26	21 640 282	81	17
Sprzedaż energii																	
Przemysł	3 968 156	80	4 310 545	79	8,5	6 961 589	77	61	10 105 704	69	45	12 246 989	66	21	13 546 599	63	10
Obce sieci	—		—			256 570	3		458 395	3	79	689 443	4	50	979 682	5	42
Koleje elektryczne	—		—			84 500	1		1 457 488	10		2 008 100	11	38	2 231 165	10	11
Drobni odbiorcy siły	415 915	8	477 621	8	15	904 800	10	89	1 558 761	11	72	1 191 784	7	23	1 262 662	6	6
Oświetlenie prywatne	481 671	10	491 422	9	2	572 604	6	17	812 821	5	42	1 067 631	5	31	1 320 231	6	24
Oświetlenie uliczne	122 880	2	210 171	4	71	243 838	3	15	301 745	2	24	394 252	2	31	493 923	2	25
Elektrometalurgia	—		—			—			—			962 900	5		1 806 020	8	88
Razem	4 988 622	100	5 489 759	100	10	9 023 901	100	63	14 694 914	100	62	18 561 099	100	26	21 640 282	100	17

Wpływy z dochodów eksploatacyjnych	
wynosiły w roku sprawozdawczym . . .	Zł. 4 562 143,52
i w porównaniu do wpływów w r. 1929 . . .	" 3 857 408,09
wzrosły o	" 18%
Wydatki eksploatacyjne wynosiły w roku	
sprawozdawczym	" 2 250 582,68
i w porównaniu do wydatków w r. 1929 . . .	" 1 985 929,91
wzrosły o	" 13%

Rok sprawozdawczy był rokiem ciężkiego kryzysu przemysłowego, który objawił się ograniczeniem produkcji przez

odbiorców światła	2 544
odbiorców w/g. specjalnej taryfy dla mieszkań	403
odbiorców siły	83
oraz miasto Piaseczno, pobierające energię hurtowo	1
Ogólna ilość przyłączonych odbiorców z końcem roku sprawozdawczego wynosiła . . .	11 034
w tem — odbiorców światła	9 102
" w/g. specjalnej taryfy dla mieszkań	1 534
" siły	392

TEREN ZASILANIA



szereg odbiorców przemysłowych i przez to zmniejszeniem przez nich poboru energii.

Jeżeli mimo to zakończono rok wzrostem sprzedaży energii, wynoszącym 17% w kilowatogodzinach, a 18% we wpływach w stosunku do roku 1929 — zawdzięczać to należy tylko dalszej rozbudowie sieci i przyłączaniu nowych odbiorców.

W roku sprawozdawczym przyłączono nowych odbiorców 3031 (w roku 1929 — 2843), w tej liczbie:

sieci rozdzielczych, pobierających prąd hurtowo	5
kolej elektryczna	1
Sieci przewodów zostały w tym roku rozszerzone o 76 km., t. j. o 21,6%, przez budowę:	
linji o napięciu 35 000 V	4 km.
linji o napięciu 5 000 V	17 km.
linji niskonapięciowych	55 km.
Ogólna długość linji przewodów wynosiła w roku sprawozdawczym w okrągłych cyfrach 427 km, z czego:	

linji o napięciu 35 000 V 52 km,
linji o napięciu 5 000 V 143 km,
linji niskonapięciowych w 34 obsługiwanych
przez Elektrownię miejscowościach 232 km.

Ponadto w dniu 1-ym stycznia 1931 roku były w budowie dwie nowe linje o napięciu 35 000 V, a mianowicie:

linja do Żyrardowa długości 32 km,
druga linja do Warszawy " 12 km.

Linja do Żyrardowa uruchomiona została dnia 1-go kwietnia r. b., zaś linja do Warszawy uruchomiona będzie w pierwszej połowie roku bieżącego.

W roku sprawozdawczym wybudowano i uruchomiono:

1 stację transformatorową na napięciu 35000/5000 V i 18 stacyj transformatorowych na napięciu 5000/380/220 V.

Łączna moc tych stacyj wynosi 7100 kVA. W budowie znajdują się dwie stacje transformatorowe 35000/5000 V w Żyrardowie i Szczęśliwicach pod Warszawą o łącznej mocy 4000 kVA.

Ogólna ilość stacyj transformatorowych w końcu roku sprawozdawczego wynosiła:

5 stacyj dla napięcia 35000/5000 V	
o łącznej mocy	14 500 kVA,
106 stacyj dla napięcia 5000/380/220 V	
o łącznej mocy	17 950 kVA.

Program robót na rok bieżący (1931) przewiduje oprócz wykończenia wspomnianych linii 35000 V do Żyrardowa i Warszawy:

1. budowę około 3 km linii kablowej 35000 V, łączącej stację transformatorową w Szczęśliwicach ze stacją na Woli, przez co będzie znacznie zwiększona pewność dostawy prądu dla przedmieść Warszawy, zasilanych z naszej wytwórni w Pruszkowie,

2. budowę około 25 km linii 5000 V i

3. budowę około 35 km linii niskonapięciowych w Żyrardowie, Mszczonowie, Skolimowie i innych miejscowościach łącznie ze stałą rozbudową istniejących sieci, oraz

4. budowę 14 stacyj transformatorowych.

Dążąc do coraz większego usprawnienia eksploatacji sieci, ustawiono z końcem roku sprawozdawczego w stacji transformatorowej na Woli maszynę synchroniczną o mocy jałowej 3000 kVA dla kompensowania współczynnika mocy. Pozatem w roku bieżącym zainstalowane będą na sieciach nowe urządzenia ochronne od przepięć i przetężeń prądu.

Intensywna rozbudowa pociąga za sobą konieczność powiększenia wytwórni. Wobec trwania dwuletniego okresu od chwili zamówienia do chwili ustawienia nowego zespołu turbinowego i następnie wobec spodziewanego wskutek rozbudowy sieci wzmoczonego zapotrzebowania energii, zwłaszcza o ileby w tym czasie kryzys finansowy miał ustąpić, oraz wobec będących w toku pertraktacji z nowymi poważnymi odbiorcami prądu — Spółka zamówiła obecnie nowy zespół turbinowy o mocy 12 000—15 000 kW, przez co obecna moc zainstalowana w elektrowni 16 500 kW podwyższy się do 28 500 kW. Preliminowane inwestycje w wytwórni obejmują w związku z tem rozbudowę hali maszyn i uzupełnienie rozdzielni.

Dążąc także do usprawnienia ruchu wytwórni, Spółka zakłada obecnie urządzenie dla kontroli obsługi kotłowni, oczekując w związku z tem oszczędności wydatków na węgiel.

Koszty inwestycji, dokonanych w roku 1930-ym, pokryte zostały z pożyczki, udzielonej przez Utilities Corporation (Poland) Ltd., która również finansuje dalsze wykonanie programu inwestycyjnego.

W dniu 18-ym grudnia 1930 r. odbyło się w myśl prawa o spółkach akcyjnych Nadzwyczajne Walne Zgromadzenie Akcjonariuszów Spółki, które uchwaliło nowy statut oraz zmianę nazwy Spółki na

„Elektrownia Okręgu Warszawskiego, Spółka Akcyjna“.

Statut ten, zatwierdzony przez władze, ogłoszony został w Monitorze Polskim Nr. 118 z dnia 23 maja 1931 roku.

Po dokonaniu odpisów na kapitał amorficzny w wysokości Zł. 595 529,21 rok sprawozdawczy zamknięty został z zyskiem Zł. 326 379,88

Zysk ten Walne Zgromadzenie na wniosek Rady Nadzorczej podzieliło w sposób następujący:

8% powyższej sumy na przewidziany w statucie kapitał zapasowy	Zł. 26 110,39
na dywidendę 5% od kapitału zakładowego Zł. 6 000 000.	„ 300 000,00
przeniesione na rok następny	„ 269,49

Wypłatę dywidendy uchwalono rozpocząć na drugi dzień po Walnem Zgromadzeniu, t. j. w dniu 1 lipca 1931 r.

Polski Komitet Elektrotechniczny.

PROJEKT 1-szy *).

PNE

28 — 1931

PRZEPISY BUDOWY I RUCHU REKLAM ŚWIETLNYCH NISKIEGO NAPIĘCIA ORAZ URZĄDZEŃ RUR ŚWIETLACYCH **)

A. PRZEPISY BUDOWY.

§ 1. Zakres ważności.

1. Przepisy niniejsze obejmują w części I-szej urządzenia reklam świetlnych dla niskiego napięcia, a w części II-ej urządzenia rur świetlanych dla napięcia wysokiego wg. PNE—10 § 2 p. 1 i 2. Z części II-ej wyłączone są urządzenia elektryczne, w których po stronie wysokiego napięcia powstają jedynie prądy o wysokiej częstotliwości.

2. Dla wszelkich urządzeń, objętych § 1, obowiązują każdorazowo „Przepisy budowy i ruchu urządzeń elektrycznych prądu silnego“ Polskiego Komitetu Elektrotechnicznego PNE—10.

*) Uwagi do niniejszego projektu prosimy nadsyłać w terminie do dnia 15 września p. a. Stowarzyszenia Elektryków Polskich (Polski Komitet Elektrotechniczny), Królewska 11.

**) Opracowane przez Komisję XXIV reklam świetlnych PKE.

I. Reklamy niskiego napięcia.

§ 2. Określenie.

Do reklam niskiego napięcia należą wszelkie urządzenia, złożone z elektrycznych źródeł światła o napięciu do 250 woltów względem ziemi, zastosowanych do napisów, figur lub linii świetlnych.

§ 3. Zabezpieczenie.

1. Urządzenia, objęte § 2, mają być podzielone na obwody, zabezpieczone bezpiecznikami na nominalne natężenie prądu najwyżej 6 A przy stosowaniu opravek o normalnym gwincie edisonowskim, a do 25 A przy oprawkach żółtawych. W razie stosowania odbiorników, z których każdy odbiera więcej niż 6 A, zaleca się zabezpieczyć każdy odbiornik osobno.

2. Obwody w reklamach mają być zabezpieczone dwubiegunowo. Jedynie w reklamach, w których łączenie odbiorników odbywa się zapomocą aparatu kontaktowego (reklamy ruchome), dozwolone jest jednobiegunowe zabezpieczenie, o ile przewód powrotny jest uziemiony. O ile przewód powrotny nie jest uziemiony, to ma otrzymać zabezpieczenie, odpowiadające jego obciążeniu.

§ 4. Urządzenie łącznikowe.

1. Urządzenia reklam świetlnych mają być zaopatrzone w wyłącznik główny wielobiegunowy, który pozwala odłączyć całe urządzenie na wszystkich biegunach lub fazach wraz z przewodem zerowym. Zaleca się stosowanie do tego celu wyłączników samoczynnych.

2. Zegary łącznikowe i podobne urządzenia, służące do włączania i wyłączania reklam o określonym czasie, należy umieszczać za wyłącznikiem głównym. Wszelkie manipulacje przy takich przyrządach mają być wykonywane po odłączeniu urządzenia z pod napięcia.

§ 5. Przewody i sprzęt instalacyjny.

1. W reklamach wewnętrznych (nie narażonych na wpływy atmosferyczne) instalacja winna być wykonana przewodami o przekroju najwyżej 6 mm², płaszczowemi (R) albo przewodami o gołej powłoce ołowianej (KG). Do reklam zewnętrznych winny być zastosowane przewody kabelkowe (KGa albo Ra). Dla przekrojów wyższych niż 6mm² winny być zastosowane kable ołowiane (K lub KA). O ile zachodzi obawa uszkodzeń mechanicznych, mają być zastosowane powyższe przewody lub kable w opancerzeniu. Można również zastosować ochronę z rurki stalowo-pancernej lub równorzędną osłonę metalową.

2. Przy reklamach ruchomych, w których odbywa się periodyczne włączanie odbiorników, należy przekrój przewodów obliczać na ruch trwały wg. PNE-10, § 24, tabl. I. Przewody powrotne należy obliczać na całkowitą moc przyłączoną.

3) Oprawki mają mieć konstrukcję, zabezpieczającą części, znajdujące się pod napięciem, przed dotknięciem i wpływami atmosferycznymi. W miejscach, narażonych na bezpośrednie działanie opadów atmosferycznych, ma być zastosowany sprzęt instalacyjny typu wodoszczelnego.

§ 6. Urządzenia ochronne.

1. Reklamy dachowe winny posiadać konstrukcję żelazną, uziemioną, w myśl Wskazówek co do ochrony budowli od elektrycznych wyładowań atmosferycznych PNE-22 dla ochrony budynku.

Wszelkie zewnętrzne reklamy o konstrukcji metalowej muszą być uziemione wg. przepisów PNE-10 § 3, p. 12.

O ile budynek posiada piorunochron, a reklama świetlna wystaje ponad dach, to konstrukcja żelazna tej reklamy winna być połączona możliwie najkrótszą drogą z przewodami ściennymi lub dachowymi urządzeniami piorunochronu.

2. Dla wszelkich reklam dachowych i reklam wewnętrznych, podlegających częstym zmianom, ma być przewidziany wyłącznik główny, odłączający całe urządzenie w bramie domu lub w parterze, w miejscu stale dostępnym dla straży ogniowej. Na wyłączniku mają być oznaczone położenia włączenia wgl. wyłączenia. Wyłącznik ten należy umieścić w skrzynce oszklonej, zamkniętej, zaopatrzonej napisem, określającym przeznaczenie wyłącznika. Zaleca się skrzynkę tę oświetlić.

II. Urządzenia rur świetlanych wysokiego napięcia.

§ 7. Określenie i ogólne postanowienia.

1. Za urządzenia rur świetlanych należy uważać urządzenia, służące do oświetlenia, lub reklamy, w których źródłem światła jest światlenie (jarzenie się) gazów o niskiej prężności, następujące w rurkach szklanych pod wpływem wyładowań elektrycznych między elektrodami, umieszczonymi na obu końcach rurek.

2. Urządzenia rur świetlanych dzielą się na:
a) urządzenia rur świetlanych, napełnionych gazami szlachetnymi, np. neonem, argonem, helem i t. d.

b) urządzenia rur świetlanych, napełnionych bezwodnikiem węglowym (światło dzienne) oraz azotem (światło słoneczne).

Dla urządzeń a) napięcie transformatorów przy biegu jałowym nie powinno być wyższe, niż 6 000 woltów wzgl. ziemi, dla urządzeń b) nie ogranicza się wysokości napięcia.

§ 8. Rury świetlające.

1. Rury szklane na napięcie do 6 000 V wzgl. ziemi mogą być naogół montowane na uchwytach metalowych, odpowiednio uziemionych (patrz § 19 niniejszych przepisów). Powyżej tego napięcia należy stosować uchwyty odpowiednio izolowane, przytwierdzone do uziemionych wsporników.

2. Rury do napięć wyższych, niż 3 000 woltów wzgl. ziemi winny być umieszczone tak, aby dotknięcie się ich było niemożliwe bez środków pomocniczych. Przy niższym napięciu ochrona rur szklanych od dotyku może być pominięta.

3. O ile rury, dostępne bez środków pomocniczych, pokryte są na pewnej długości powłoką przewodzącą (lakierem i t. p.), to powłoka ta musi być uziemiona.

§ 9. Oprawy i konstrukcje do rur świetlanych.

1. Urządzenie rur świetlanych musi być wykonane w ten sposób, aby był niemożliwy dostęp do części, znajdujących się pod napięciem.

2. Oprawy rur świetlanych (tło) mają być z materiałów niepalnych i wytrzymałych na mechaniczne uszkodzenia. Drzewo, choćby nasyczone, nie jest dopuszczalne.

a) Przy stosowaniu opraw zamkniętych elektrody i inne części nieizolowane, znajdujące się

pod napięciem, mają być umieszczone wewnątrz oprawy. Jako zamknięte należy uważać oprawy, których otwarcie nie jest możliwe bez użycia narzędzi.

b) O ile oprawy są niezamknięte, to elektrody i inne niez izolowane części, znajdujące się pod napięciem, muszą mieć osłony (z blachy lub siatki metalowej), uniemożliwiające dostęp bez użycia narzędzi.

c) O ile całe urządzenie rur świetlanych znajduje się w pomieszczeniu zamkniętym lub specjalnie odgródzonym, to elektrody i inne części niez izolowane odpowiednio, znajdujące się pod napięciem, mogą być nieosłonięte. Wówczas jednak drzwi wejściowe muszą mieć odłącznik, odłączający przy otwarciu drzwi całe urządzenie na wszystkich biegunach niskiego napięcia. Ponowne włączenie urządzenia powinno wymagać oprócz zamknięcia drzwi ręcznego zamknięcia odłącznika.

d) O ile elektrody i inne części niez izolowane, znajdujące się pod napięciem, są we wnękach w murze, wnęki te muszą być wyłożone blachą metalową, uziemioną, w myśl § 19.

e) Urządzenie rur świetlanych o częściach wymiennych (ogłoszenia programowe i t. p.), musi mieć skrzynię ochronną metalową. Wymiana liter ma być możliwa tylko po uprzednim samoczynnym wyłączeniu prądu po stronie niskiego napięcia na wszystkich biegunach. Skrzynia ma mieć zaryglowanie, chroniące przed przypadkowym włączeniem prądu.

3. Konstrukcje nośne dachowych urządzeń rur świetlanych muszą być metalowe.

4. Wszelkie metalowe części urządzenia należy uziemić (patrz § 19 niniejszych przepisów).

§ 10. Odstępy.

Elektrody wzl. inne części niez izolowane, znajdujące się pod napięciem, muszą mieć w powietrzu niżej podane minimalne odstępy między sobą wzgl. od innych przedmiotów otaczających.

Napięcie biegu jałowego kV.	Odstęp minimalny w mm.
1	20
3	30
6	40
10	60
15	100
20	120

§ 11. Transformatory.

1. Każdy transformator musi mieć tabliczkę znamionową, podającą moc w kVA, częstotliwość, napięcie pierwotne, najwyższe napięcie wtórne przy biegu jałowym i najwyższe dopuszczalne natężenie prądu po stronie pierwotnej i wtórnej. Poza tym ma być wskazany rodzaj połączenia.

2. Transformatory dla napięcia międzyprzewodowego przy biegu jałowym do 6 000 woltów muszą mieć uziemiony środek lub jeden koniec uzwojenia wysokiego napięcia. Przy wyższych napięciach ma być uziemiony środek uzwojenia wysokiego napięcia.

§ 12. Skrzynie ochronne dla transformatorów.

Transformatory, dławiki i oporniki należy umieszczać w skrzyniach ochronnych żelaznych, zamykanych, odpowiednio wentylowanych i uziemionych. Otwory wentylacyjne muszą być tak małe, aby drobne zwierzęta (myszy) nie mogły się dostać do wnętrza. Skrzynia musi posiadać osłonę

od deszczu, o ile umieszczona jest nazewnątrz. Skrzynia ochronna posiadać musi odłącznik, który przy otwarciu skrzyni odłącza całe urządzenie samoczynnie na wszystkich biegunach lub fazach niskiego napięcia. O ile drzwi skrzyni są dwuskrzydłowe, należy umieścić taki odłącznik dla każdego skrzydła i połączyć odłączniki szeregowo.

Na skrzyni należy umieścić tablicę ostrzegawczą według norm PNE-6.

Transformatory należy umieścić możliwie w taki sposób, aby przewody doprowadzające wysokiego napięcia do rur świetlanych były jaknajkrótsze. Przy rozległych urządzeniach rur świetlanych należy podzielić transformatory na grupy w oddzielnych skrzyniach ochronnych, ustawionych w pobliżu odpowiednich grup rur świetlanych.

§ 13. Ochrona od przerzutu wysokiego napięcia.

Każdy transformator winien otrzymać po stronie niskiego napięcia zabezpieczenie od przerzutu napięcia wysokiego w obwód niskiego napięcia, włączone między jeden z zacisków niskiego napięcia a przewód uziemiający. Zabezpieczenie winno mieć zamknięty iskiernik na skuteczne napięcie przeskoku 500 woltów, urządzony w taki sposób, aby nie można było dowolnie zmieniać odległości przeskoku.

§ 14. Z a b e z p i e c z e n i e.

Każdy transformator należy zabezpieczyć osobno po stronie niskiego napięcia bezpiecznikami możliwie dostosowanymi do normalnego natężenia pierwotnego prądu transformatora. Wyjątek stanowią transformatory o dużym rozproszeniu magnetycznym, o ile przy zwarcu nie nagrzewają się nadmiernie. Bezpieczniki winny być budowy zamkniętej, dwudzielne, stosownie do PNE-10.

§ 15. Urządzenia łącznikowe.

1. Urządzenie powinno być zaopatrzone po stronie niskiego napięcia w wyłącznik główny, wielobiegunowy, odłączający całe urządzenie na wszystkich biegunach lub fazach, wraz z przewodem zerowym. Zaleca się stosowanie do tego celu wyłączników samoczynnych.

2. Zegary łącznikowe i inne podobne urządzenia, służące do włączania i wyłączania reklam o oznaczonym czasie, mają odłączać urządzenie na wszystkich biegunach i fazach. Należy je umieszczać za wyłącznikiem głównym. Wszelkie manipulacje przy takich przyrządach mają być wykonywane po odłączeniu urządzenia z pod napięcia.

3. Dla wszelkich urządzeń rur świetlanych nazewnątrz obowiązują postanowienia § 6 pkt. 2 niniejszych przepisów, dotyczące wyłącznika pożarowego. Po stronie wysokiego napięcia nie wolno zakładać na stałe łączników, przyrządów pomiarowych oraz przyrządów kontaktowych.

§ 16. Przewody niskiego napięcia.

Dla strony niskiego napięcia urządzeń rur świetlanych obowiązuje § 5 niniejszych przepisów dla reklam niskiego napięcia.

§ 17. Przyłączenie do sieci wysokiego napięcia.

Przyłączenie urządzeń rur świetlanych bezpośrednio do sieci wysokiego napięcia, bez pośrednictwa transformatorów nie jest dozwolone. Przepis ten nie dotyczy rur świetlanych w urządzeniach sygnalizacyjnych do celów lotniczych.

§ 18. Przewody wysokiego napięcia.

1. Doprowadzenia wysokiego napięcia od skrzyni ochronnej transformatorów do rur świetlających należy wykonać specjalnym jednożyłowym kablem na wysokie napięcie w powłoce ołowianej lub w płaszczu żelaznym obołowionym. Konstrukcja kabla powinna być następująca: linka miedziana z drutów ocynkowanych, o ogólnym przekroju co najmniej $2,5 \text{ mm}^2$, w izolacji z gumy wulkanizowanej wielowarstwowej, na napięcie nominalne, odpowiadające napięciu robocznemu, lecz co najmniej 6 000 woltów, owinięta taśmą nagumowaną i otoczona powłoką ołowianą lub płaszczem obołowionym. Płaszcz metalowy winien być pokryty masą odporną na wpływy atmosferyczne i chemiczne, owinięty dwa razy papierem przesyconym i opleciony materiałem włóknistym. Oplot ma być również nasycony masą odporną na wpływy atmosferyczne i chemiczne. Pod płaszczem metalowym znajdować się ma linka miedziana, uziemiająca, ocynkowana, o przekroju co najmniej $1,5 \text{ mm}^2$, składająca się z drutów o przekroju co najmniej po $0,5 \text{ mm}^2$.

2. W miejscach, gdzie zachodzi obawa uszkodzeń mechanicznych, w szczególności 2 m nad ziemią i do odległości 1 m. od okien lub balkonów i t. p., należy stosować powyższy przewód, o ile ma powłokę ołowianą, w opancerzeniu taśmą żelazną lub z osłoną — rurą stalowo - pancerną albo żelazną, o ile zaś ma płaszcz żelazny, obołowiony, należy go zawsze osłonić rurą stalowo - pancerną albo żelazną.

3. Prowadzenie powyższych przewodów pod tynkiem jest dozwolone tylko przy ułożeniu ich w rurach stalowo - pancernych albo żelaznych, za wyjątkiem przewodów opancerzonych, które można wciągać w rury papierowe z płaszczem metalowym, obołowionym.

4. Wielożyłowe kable są niedopuszczalne. Kabel ma być jednożyłowy. Przewodów gorszej jakości, niż przewody wyżej opisane, i przewodów wielożyłowych do wykonywania doprowadzeń wysokiego napięcia stosować nie wolno. Sztukowanie przewodów wysokiego napięcia jest wzbronione.

5. We wnętrzu skrzyń ochronnych dla transformatorów oraz wewnątrz zamkniętych opraw dla rur świetlających wolno wykonywać połączenia przewodem wysokiego napięcia (jak w p. 1) bez płaszcza metalowego, prowadzonym na odpowiednich izolatorach lub też wciągniętym w rurę izolacyjną. Prowadzenie stałych przewodów dozwolone jest w skrzyniach ochronnych dla transformatorów, w oprawach zamkniętych, według § 9 pkt. 2a oraz w urządzeniach zamkniętych wzgl. odgródzonych wg § 9 pkt. 2c przy stosowaniu izolatorów wysokiego napięcia i zachowaniu odstępów wg § 10.

6. Przewody, które wchodzi w skrzynię ochronną dla transformatorów wzgl. w oprawy, muszą mieć końce zabezpieczone w sposób pewny od wnikania wilgoci do wnętrza przewodu. Może się to stać bądź to przez tak szczelne wprowadzenie przewodów i ściśnięcie ich oraz pokrycie końców przewodów odpowiednią masą, bądź też tylko przez zaopatrzenie końców przewodów w odpowiednie uszczelniające końcówki. O ile końce przewodów są narażone na bezpośrednie opady atmosferyczne, należy je zaopatrzyć w specjalne mufy końcowe.

§ 19. Uziemienie.

1. Wszystkie części metalowe urządzenia, nie znajdujące się pod napięciem, należy połączyć ze sobą przewodem miedzianym, o przekroju co najmniej 6 mm^2 i uziemić. Główny przewód uziemienia ochronnego należy wykonać przewodem miedzianym o najmniejszym przekroju 16 mm^2 , żelazną linką o najmniejszym przekroju 35 mm^2 , składającą się z drutów ocynkowanych lub obołowionych, lub ocynkowaną taśmą żelazną tego samego przekroju.

2. Przewód uziemiający można prowadzić pod tynkiem lub na tynku w rurkach żelaznych lub stalowych. Przy ułożeniu na wierzchu można go umocować na uchwytych w pewnym odstępnie od ściany (jak przewody piorunochronów). Do wysokości 2 m nad ziemią oraz we wszelkich miejscach, narażonych na uszkodzenia mechaniczne, ma być zawsze założona rura ochronna, żelazna lub stalowa. Wszelkie konstrukcje nośne reklam dachowych muszą być bezpośrednio połączone z głównym przewodem uziemiającym.

Wewnątrz skrzyń ochronnych dla transformatorów i rur świetlających wystarcza przekrój miedzianego przewodu uziemiającego 6 mm^2 .

Dla uziemienia każdej oddzielnej części urządzenia mają być prowadzone osobne odgałęzienia od głównego przewodu uziemiającego. Dotyczy to również uziemionych elektrod. Wszystkie żyły uziemiające przewodów należy przyłączyć do opraw metalowych rur świetlających oraz do skrzyń ochronnej dla transformatorów. Przyłączenie uziemień do urządzeń piorunochronowych, rur ogrzewniczych i gazowych nie jest dozwolone. Przewodów zerowych, uziemionych w sieci nie wolno użyć jako uziemienia. Dozwolone jest przyłączenie uziemień do sieci wodociągowej, jednakże tylko przed wodomierzem. Przyłączenie do rury wodociągowej ma być wykonane zapomocą dobrze przylegającego uchwyty z tego samego metalu co rura, co najmniej 40 mm szerokiego. Połączenie przewodu z rurami trzeba wykonać pewnie i trwale. Powierzchnię rury należy dokładnie oczyścić i założyć na rurę w razie, jeżeli jest żelazna — mocną klamrę z płaskiego żelaza, podkładając w razie potrzeby warstwę ołowiu. Przewód trzeba dobrze umocować do klamry zapomocą śrub. Całość połączenia można zalać ołowiem, a połączenie należy w każdym razie posmołować lub szczelnie owinać dobrze smołowanymi pakułami.

Wszelkie połączenia w instalacji uziemiającej wykonane być mają przez lutowanie, spawanie lub nitowanie. Łączenie śrubami dozwolone jest wtedy, gdy są zabezpieczenia przeciw obłuzowaniu się. Miejsce połączenia należy posmołować lub polakierować.

Jako uziemiacz może służyć, oprócz rury wodociągowej, o której wyżej była mowa:

a) rura żelazna ocynkowana, co najmniej 1" średnicy i 2 m długości, wbita możliwie głęboko w ziemię,

b) płyta z żelaza ocynkowanego o powierzchni jednostronnej co najmniej $0,5 \text{ m}^2$ i grubości 3 mm, którą należy zakopać możliwie pod poziomem wody podskórnej w położeniu pionowym.

§ 20. Do urządzeń rur świetlających nie stosuje się przepis PNE-10 § 44 pkt. 3, o ile wykonane są one według niniejszych przepisów.

B. PRZEPISY RUCHU**dla reklam świetlnych niskiego napięcia oraz urządzeń rur świetlanych.**

§ 21. Stan urządzeń i jego kontrola.

1. Powyżej wymienione urządzenia elektryczne muszą być stale utrzymywane w stanie, odpowiadającym wszystkim powyższym postanowieniom „Przepisów budowy”. Niedopuszczalne jest uruchomienie instalacji rur świetlanych w stanie prowizorycznym. Budowa i wszelkie naprawy, powiększenia i zmiany urządzeń powinny być wykonywane przez osoby, posiadające odpowiednie kwalifikacje i uprawnienia do wykonywania tego rodzaju instalacji.

2. Wszelkie urządzenia ochronne (np. pokrywy i osłony, poręcze, chodniki, pasy ochronne i t. p.) muszą być stale utrzymywane w należytym, dobrym stanie.

3. Reklamy niskiego napięcia dachowe oraz podlegające częstym zmianom i wszelkie urządzenia rur świetlanych, objęte powyższymi przepisami budowy, muszą być oddane pod stały, regularny nadzór i konserwację (na warunkach wyłączności) osobom, posiadającym odpowiednie kwalifikacje i uprawnienia do wykonywania tego rodzaju instalacji. Niezwłocznie po zaangażowaniu wzgl. zmianie powyższych osób należy zawiadomić pisemnie o tem instytucję miejscową, sprawującą ogólny nadzór techniczny, pracowników, zatrudnionych na miejscu z ramienia właściciela instalacji, oraz administrację domu.

4. W razie zauważenia jakichkolwiek zjawisk anormalnych w urządzeniach elektrycznych, wymienionych w p. 3, należy otworzyć główny wyłącznik drążkowy, wyłączający całą instalację z pod napięcia, i zawiadomić osobę, sprawującą nadzór i konserwację (kartka z adresem tej osoby winna znajdować się przy głównym wyłączniku). W razie pożaru straż ogniowa winna wyłączyć odnośne główne wyłączniki przed przystąpieniem do akcji ratowniczej.

5. Roboty w urządzeniach niskiego napięcia winny być wykonywane przy zastosowaniu odpowiednich środków ochronnych przez odpowiednio pouczony i wykwalifikowany personel, możliwie po wyłączeniu instalacji z pod napięcia. Wykonywanie robót w urządzeniach wysokiego napięcia może odbywać się z zastosowaniem odpowiednich środków ochronnych przy udziale conajmniej dwóch osób wykwalifikowanych i odpowiednio pouczonych. Wykonywanie robót i instalacji wysokiego napięcia, znajdujących się pod napięciem jest bezwzględnie wzbronione. Przed przystąpieniem do robót w urządzeniach rur świetlanych

muszą być wykonane dla bezpieczeństwa następujące czynności: cała instalacja winna być odłączona z pod napięcia na wszystkich biegunach lub fazach zapomocą głównego wyłącznika drążkowego, odłączona instalacja winna być zwarta po stronie niskiego napięcia w pudle transformatorowym na wszystkich biegunach w sposób pewny. Przy wyłączniku na czas pracy należy przymocować odpowiednią tabliczkę z napisem, ostrzegającym przed włączeniem instalacji. Pozatem obowiązują odnośne przepisy ruchu PNE-10.

C. PRZEPISY PRZEJŚCIOWE.

§ 22. Stosowanie przepisów do starych urządzeń.

W urządzeniach, wykonanych przed wydaniem niniejszych przepisów, należy do trzech miesięcy od daty ważności niniejszych przepisów usunąć wszystkie te braki, które mogłyby narazić życie lub zdrowie ludzkie na niebezpieczeństwo. W każdym razie urządzenia muszą być uzgodnione z przepisami, dotyczącymi ustroju przewodów wysokiego napięcia, osłon, uziemienia i wyłączania całej instalacji na wszystkich biegunach lub fazach zapomocą jednego wyłącznika głównego. O ile możliwości należy również uzgodnić stare urządzenia z przepisami, dotyczącymi wysokości napięcia.

R Ó Ź N E.

— Przewodniczący Polskiego Komitetu Wielkich Sieci Elektrycznych, prof. Kazimierz Drewnowski, wyjechał do Paryża na VI Sesję Międzynarodowej Konferencji WSE. W skład delegacji polskiej weszli ponadto pp.: inż. Bładowski (Bydgoszcz, Kabel Polski), inż. Hubert (ZEORK), dyr. K. Szpotański, inż. R. Raźniewski („ZELKOP”), inż. W. Szumilin („ZEORK”) i inż. Jerzy Skowroński, który z ramienia SEP wydelegowany został jednocześnie do Szwajcarii i Czechosłowacji celem zbadania na miejscu organizacji i funkcjonowania biur znaku przepisowego.

— Sekretarz Generalny SEP, inż. Józef Podolski, wyjechał dn. 12 lipca b. r. do Stanów Zjednoczonych A. P. P. Podolski uzyskał na okres swego pobytu prawa członka American Institution of Electrical Engineers i będzie zaznajamiał się z organizacją Instytutu i Komitetów Amerykańskich: Elektrotechnicznego i Oświetleniowego. Po za tem weźmie udział w Konferencji Międzynarodowej Współpracy Intelktualnej i International Student Service, z którymi od szeregu lat współpracuje.

W czasie nieobecności w sekretarjacie SEP zastępować będą p. Podolskiego pp.: inż. Kulesza i J. Gumiński.

— Po dłuższym pobyciu w St. Zjedn. Am. Półn. bawi w Warszawie (ul. Stalowa, 6) inż. Jan Grzybowski, inżynier firmy Westinghouse Electric and Manufact. Co. Przed powrotem do Ameryki, a natychmiast po ukończeniu feryj letnich inż. Grzybowski zamierza wygłosić szereg odczytów na aktualne tematy techniczne i gospodarcze.

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

Sprawozdanie z działalności Towarzystwa Kursów Technicznych w Warszawie za rok naukowy 1929/1930 (XXIV rok istnienia Kursów Technicznych), str. 38.

Uzwojenie tworników maszyn elektrycznych prądu stałego. Inż. Karol Nowak, profesor Wyższej Szkoły

Technicznej Czeskiej w Pradze. Tłomaczył inż. M. Nacoliński, zaopatrzył w przedmowę prof. K. Żórawski. Str. 176 i 123 rysunki w tekście. Warszawa, 1931. Wydano przez Komisję Wydawniczą Tow. Bratniej Pomocy Studentów Politechniki Warszawskiej wspólnie z Kołem Elektryków Stud. Pol. Warsz.

O książce tej Przegląd Elektrotechniczny poda niebawem osobne sprawozdanie.

Spis szkół zawodowych Rzeczypospolitej Polskiej. Warszawa, 1931. Wydawnictwo Ministerstwa Wyznań Religijnych i Oświecenia Publicznego. Str. 110. Skład Główny w księgarni Atlas. Cena 1 zł.

Znaczenie szkolnictwa zawodowego w naszych warunkach dotychczas nie zostało jeszcze należycie ocenione przez społeczeństwo polskie ani pod kątem widzenia ogólnych interesów gospodarstwa narodowego, ani też pod względem interesów kształcącej się młodzieży. Wszystko więc, co przyczynia się do popularyzacji tej idei i do rozwo-

ju szkolnictwa zawodowego w Polsce, winno spotkać się z uznaniem.

Wydany przez Min. Wyzn. Rel. i Ośw. Publ. spis obejmuje 355 szkół zawodowych męskich i 436 szkół żeńskich (wzgl. kooedukacyjnych) i zawiera skorowidz zakładów naukowych według zawodów męskich (60 specjalności) i żeńskich (34 specjalności).

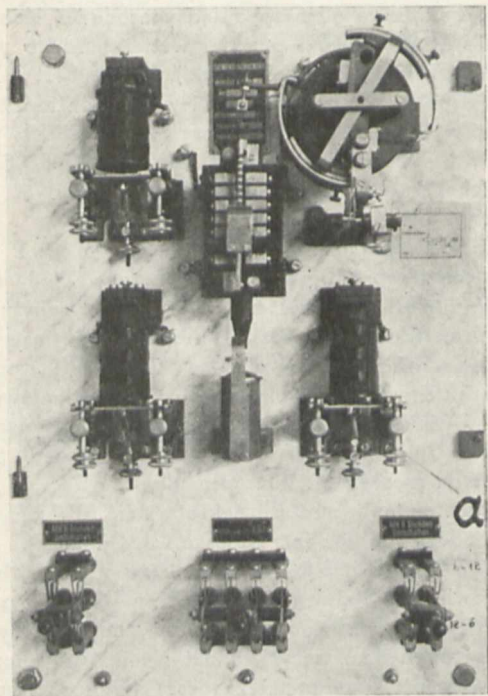
Mechanika cięgien rozpiętych i jej zastosowanie w elektrotechnice i miernictwie. — Inż. Dr. Alfons Chmielowiec. Str. 63 i 6 rysunków w tekście oraz 19 przykładów. Lwów, 1931. Odbitka z „Czasopisma Technicznego”.

Z RUCHU I WYTWÓRNI.

Uszkodzenie samoczynnego regulatora napięcia.

Nawiązując do opisu podobnego wypadku, opisanego w Nr. 7 Przeglądu Elektr. z roku bieżącego, mamy znów do zanotowania wypadek przerwy w ruchu jednej z większych elektrowni, spowodowanej przez uszkodzenie regulatora napięcia.

Około godz. 3-ej w nocy, gdy był w ruchu tylko jeden turbozespół o mocy 6 500 kW przy niewielkim nocnym obciążeniu 1 700 kW, urwała się sprężynka, ściągnąca drgający kontakt międzyprzekaznikowy w przyrządzie do samoczynnej regulacji napięcia Tirilla. (Na obok umieszczonym rysunku zaznaczono miejsce uszkodzenia). Opór w obwodzie



bocznikowym wzbudnicy był w myśl przepisów firmy cały włączony. Przy urwaniu sprężynki opadło automatycznie napięcie prądnicy wskutek ustania działania regulatora napięcia, co spowodowało powypadanie motorów kondensacyjnych turbiny.

Gdy rozdzielczy, zorientowawszy się co się stało, przeszedł na ręczną regulację i podnosił z powrotem napięcie prądnicy, to już w międzyczasie straciła turbina próżnię i musiano ją odstawić, powodując tem przerwę w ruchu elektrowni.

Jak widać, już w samej zasadzie działania takiego re-

gulatora napięcia tkwi niebezpieczeństwo, że w razie uszkodzenia przyrządu — napięcie prądnicy nie pozostanie tak duże, jakie było w chwili ustania działania regulatora, ale automatycznie prądnica straci napięcie. n.

Silniki asynchroniczne o cichym biegu.

E. T. Z. z 1929 r. na str. 593, w opisie nowości z dziedziny silników, wystawionych na Targach Lipskich, podaje, że jedna z wytwórni niemieckich wystawiła nowość, która zapewne będzie przyjęta z wielkim uznaniem przez liczne rzesze odbiorców, a mianowicie tak zwane „silniki cicho biegnące”. Dobre wyważenie, małe nasycenie żelaza, szczególne kształty — wszystko to dało podobno zadziwiająco wyniki. Biuro techniczne wytwórni „Elektrobudowa” już od roku było zajęte zagadnieniem stłumienia dźwięku, wydawanego przez silniki w biegu. Wydawany gwizd potęgował się w miarę obciążenia i stawał się szczególnie silny przy przeciążeniach. Pytanie to było nadzwyczaj trudne do rozwiązania. Były robione najrozmaitsze doświadczenia, jak: silniki ze słabszym nasyceniem żelaza, mocniejsze pasowanie szkieletu żelaznego, określanie wpływu nierównej ilości przewodów w żłobkach, wpływ uzwojeń ułamkowych oraz parzystej lub nieparzystej ilości żłobków na pasmo i biegun. Niektóre doświadczenia dawały wyniki zwodzące. Naprz. silnik zwarty, zamknięty 1 KM, 720 obr., nawinięty na 500 V, wydawał ostry gwizd. Tenże silnik po przewinięciu na 120 V jakgdyby stracił gwizd. Następne zaś silniki, wykonane podobnie jak powyższy na 120 V, wydawały znów silny gwizd.

Dopiero w ostatnich czasach przypuszczenia, oparte na pewnych rozważaniach z akustyki oraz na możliwości wytwarzania wyższych harmonicznych w strumieniach magnetycznych, naprowadziły badania na właściwe tory. Na zasadzie tych przypuszczeń wprowadzono drobną zmianę w jednym z dwóch jednakowych silników. Przy biegu wykończonych silników na stacji probierczej silnik z przeróbką wykazał gwizd zdecydowanie słabszy. To doświadczenie było właściwie rozwiązaniem kwestji, gdyż wskazało kierunek, w którym należało iść. Następne silniki, wykonane do doświadczeń, otrzymały już inne urządzenie, które miało skuteczniej tłumić dźwięk przy obciążeniu. Doświadczenie z wykonanymi silnikami w zupełności potwierdziły przypuszczenia. Obecnie wytwórnia „Elektrobudowa” może wyrabiać silniki, nie mające dźwięku innego przy obciążaniu, niż normalny szum przewietrznika. Silniki naszej konstrukcji w odróżnieniu od wspomnianych w E. T. Z. z 1929 r. na str. 593, nie posiadają wcale osłabionego pola, t. j. słabego nasycenia. Indukcja w różnych częściach obwodu magnetycznego może być utrzymana na wysokości dozwolonej przez inne warunki konstrukcyjne, co jest główną zaletą tego udoskonalenia. W. K.

Taryfa bydgoska.

Od dnia 1-go czerwca obowiązuje w Bydgoszczy niżej podana taryfa:

1. Zasadnicza cena dla oświetlenia—80 gr./kWh.
2. Dla oświetlenia kościołów—65 gr./kWh.
3. Dla oświetlenia kinoteatrów—65 gr./kWh.
4. Dla oświetlenia kawiarni, restauracji zasadnicza cena 75 gr./kWh, z zastosowaniem rabatów następujących:

Przy mocy zainstalowanej ponad 1,5 kW i przy rocznej ilości godzin użytkowania zgłosz. mocy instalacji ponad 800 godzin—70 gr./kWh, ponad 1200 godzin—65 gr./kWh.

Obliczanie godzin użytkowania następuje raz do roku po upływie 12 miesięcy.

5. Dla oświetlenia reklamowego, dla przemysłu domowego, dla aparatów licznikowych, grzejników przy zastosowaniu oddzielnego licznika—45 gr./kWh.

6. Dla siły przy zastosowaniu liczników niskiego napięcia zasadnicza cena—33 gr./kWh.

7. Odbiorcy energii dla siły powyżej 20 000 kWh rocznie mogą zależnie od ilości pobieranej energii i czasu użytkowania otrzymać ceny niższe, zawierając z elektrownią umowy indywidualne.

Dawne rabaty dla siły, zależne od czasu użytkowania, zostają zniesione.

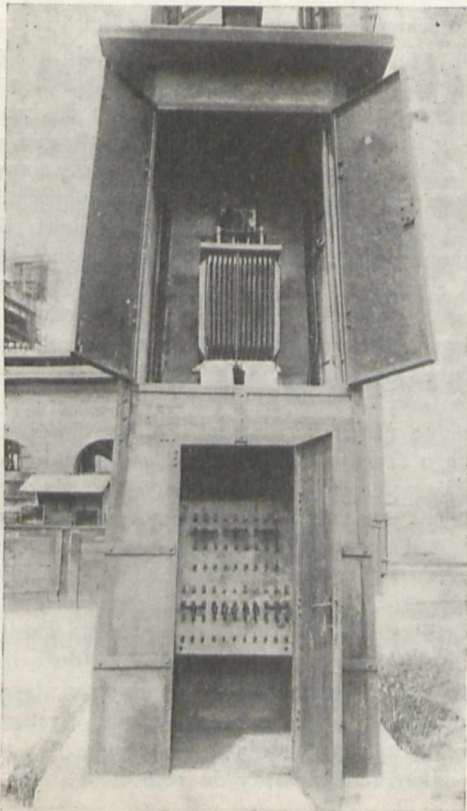
8. W godzinach nocnych od 22 do 6 rano przy zastosowaniu specjalnych liczników pobierana będzie za prąd dla siły i dla celów technicznych za wyjątkiem oświetlenia cena 10 gr./kWh przy zastosowaniu liczników wysokiego napięcia i 12 gr./kWh przy zastosowaniu liczników niskiego napięcia.

Taryfa nocna nie ma zastosowania dla tych odbiorców prądu, którzy są przyłączeni do sieci tramwajowej.

T.

Słup transformatorowy.

Przy budowie sieci powstaje zazwyczaj kwestja rozwiązywania sposobu urządzenia dopływów do stacji trans-



Rys. 1.

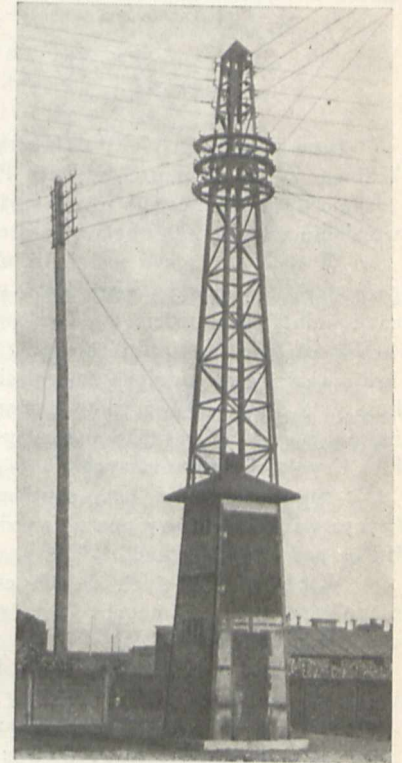
formatorowych, przytem niekiedy zachodzi potrzeba jednoczesnego użycia linii powietrznej i ziemnej kablowej dla wysokiego i niskiego napięcia. Tam, gdzie przewidziane są przy kioskach transformatorowych linie napowietrzne, użycie słupa transformatorowego może się okazać niekiedy efektowniejsze i tańsze, niżli stawianie obok kiosku słupa z konstrukcji żelaznej, często o dość dużych wymiarach.

Jedno z rozwiązań stanowi podany na rysunku słup transformatorowy. Ma on w górnej części 4 miejsca na rozgałęzienia napięcia. Odgałęzienia niskiego napięcia są umieszczone na obwodzie kół w ilości 8 odgałęzień. Dopływy kabli ziemnych mogą być wykonane zależnie od potrzeby w części dolnej.

Szkielet konstrukcji słupa służy jednocześnie za umocowanie ścian kiosku, które umieszczone są w wiązaniu słupa i wykonane są z betonu langlego; grubość tych ścian jest równa szerokości boku kątownika narożnego (w danym przypadku 70 mm). Daszek kiosku — wykonany z żelbetu.

Słup transformatorowy, podany na fotografii, został wykonany dla potrzeb zakładów fabrycznych w roku 1922 i w ciągu swego 9 -ioletniego istnienia nie wykazał żadnych pęknięć ścian i nie wymagał naprawy.

F.



Rys. 2.

Urządzenie do automatyzacji ruchu kotłowni.

Znane są korzyści, jakie dają urządzenia samoczynne do regulacji ruchu kotłowni. Urządzenia te usuwają potrzebę kontroli czynnika ludzkiego, dostosowując w każdej chwili pracę kotłowni do ustawicznych zmian obciążenia, jakie zachodzą na sieci, rozkładając samoczynnie obciążenie między poszczególne jednostki kotłowe, utrzymując stałą prężność pary i dając w wyniku oszczędność na kosztach paliwa, naprawy, obsługi oraz zwiększając pewność ruchu.

Nie są one oczywiście w stanie zastąpić człowieka całkowicie, ponieważ, jak wiadomo, tylko harmonijna współpraca automatu i człowieka dać może wynik zadawalniający. Mimo to urządzenia tego rodzaju są widziane niechętnie przez obsługę, ponieważ obawia się ona, że zastosowanie ich może grozić redukcją. W przypadku, o którym niżej, jaki miał miejsce niedawno w jednej z elektrowni, obawa ta wprawdzie nie była uzasadniona, chociażby z tego powodu, że obsługa wogóle była tam nieliczna, a przytem nie było wcale zamiaru pozbawiać kogokolwiek pracy; mimo to obawa ta była właśnie powodem pewnego — chwilowego zresztą — kłopotu zarówno dla elektrowni, jak zwłaszcza dla dostawcy urządzenia samoczynnego.

Zgodnie bowiem z warunkami zamówienia, koszt instalacji miał być spłacany z oszczędności na paliwie, jakie da

automatyzacja palenisk. Oszczędność tę miano ustalić doświadczenie przez porównanie — (w pewnych jednakowych warunkach pracy zakładu) — ilości paliwa, zużytego przy a) pracy ręcznej palaczy, b) przy pracy automatycznej. Porównanie to dało wyniki zupełnie nieoczekiwane, okazało się bowiem, że instalacja rzekomo wcale nie daje oszczędności na paliwie. Było to skutkiem bardzo gorliwej pracy palaczy podczas okresów próbnych, którzy usiłowali w ten sposób

zwalczać automatyzację. Wprawiło to w niemałe zdumienie dostawcę, który zupełnie tego nie oczekiwał.

Bliższe badania i kilkakrotnie powtarzane próby wykazały następnie pewną oszczędność na paliwie, zwłaszcza w ruchu nocnym, kiedy obsługa jest z natury rzeczy mniej uważna. W końcu robotnicy przekonali się też, że automatyzacja ułatwia im pracę.

N.

PRZEMYSŁ I HANDEL.

Stan przemysłu elektrotechnicznego we Francji*). Na Walnem Zgromadzeniu Syndykatu Przemysłowców Elektrotechnicznych we Francji przedstawione zostało, przy sprawozdaniu za rok 1930, obecne położenie przemysłu.

W 1930 r. Francja weszła w okres dostosowania swej gospodarki do nowych warunków, wynikających ze stabilizacji waluty, mianowicie w okres wyżki cen. Spowodowało to wzrost kosztów produkcji, podczas gdy przemysł innych krajów, przez uzgodnione posunięcia ograniczające, zdołał koszty te obniżyć. W wyniku nastąpiło załamanie się równowagi pomiędzy warunkami konkurencji na rynku francuskim i rynkach zagranicznych.

Równocześnie z temi skutkami stabilizacji waluty kryzys wszechświatowy począł wywierać pierwsze swe skutki na gospodarkę Francji.

Współdziałanie tych dwóch czynników spowodowało niepokojący wzrost importu i zmniejszenie się siły nabywczej rynku wewnętrznego.

W 1929 r. bilans handlowy francuskiego przemysłu elektrycznego był po raz pierwszy ujemny (o 142 miliony franków), w 1930 roku stan pogorszył się i deficyt wyniósł 207 milionów franków. Wywóz coprawda wzrósł z 500 milionów franków w 1929 r. na 572 milj. fr. w 1930 r., czyli o 14,5%, lecz wwóz powiększył się w tym samym okresie z 641 na 769 milj. fr., czyli o 20% (wartość wwozu wzrosła od 1926 do 1930 r. o 30%).

Z ogólnej wartości wwozu w 1930 r. — 55% (377 milj. fr.) pochodziło z Niemiec, w tem 153 miliony fr. z tytułu świadczeń powojennych; w 1929 r. świadczenia te wynosiły 133 milj. fr.

Co do grup materiałów wwożonych, w 1930 r. na pierwszym miejscu stały maszyny elektryczne (203 milj. fr.), materiały radjotechniczne łącznie z lampami (133 milj. fr.) i przybory elektrotechniczne (122 milj. fr.).

Ostrość konkurencji zagranicznej przejawiała się obok ilości towarów wwożonych także w znizaniu cen, wynikającym z obniżania się kosztów produkcji w innych krajach przy równoczesnym wzroście ich we Francji; podczas gdy we Francji wskaźnik cen detalicznych wzrósł z 124 w 1929 r. do 132 w lutym 1931 r., obniżył się on w tym samym okresie w Niemczech z 154 na 134, w Belgji z 136 na 121, a w Szwajcarii z 156 na 148; wskaźnik robocizny wzrósł odpowiednio we Francji z 209 na 225, a obniżył się w Niemczech stopniowo o 8 do 10%. Niemcy, pracując przy obecnej depresji w przemyśle elektrotechnicznym z wydajnością zaledwie 40% swych fabryk, szukają odbiorców na zewnątrz i udzielają im poniżej do 40% od cen normalnych, sprzedając nawet poniżej cen kosztu; to też w ogólnym bilansie handlu zagranicznego Niemiec nadwyżka wywozu nad wwo-

zem wzrosła z 47 milj. marek w 1929 roku do 1600 milj. marek w 1930 r. Ponieważ Francja dotychczas najmniej była dotknięta kryzysem wszechświatowym, wysiłek konkurencji zagranicznej, oczywiście, skierował się najbardziej na jej rynek.

Kryzys ogólny dotknął w ostatnich czasach rynek francuski w stopniu, wzbudzającym poważne obawy przemysłowców; w porównaniu z rokiem zeszłym, zamówienia zmniejszyły się o 50% dla wielkich maszyn, o 40% dla małych silników i o 30% dla materiałów instalacyjnych i przyrządów użytku domowego. Na tak skurczonym rynku konkurencja zagraniczna tem ciężiej daje się odczuwać.

W związku z ogólnym położeniem wychodzą na jaw ujemne strony francuskiej taryfy celnej i umów handlowych, zawartych w latach 1927 i 1928, t. j. w chwili, gdy stabilizacja waluty nie była jeszcze dokonana.

Ponieważ zmiana taryfy celnej prędko nie nastąpi, francuski przemysł elektryczny poszukuje innych środków celem zapobieżenia skutkom kryzysu i uniknięcia wzrostu bezrobocia. Przedewszystkiem apeluje on do władz o oddawanie zamówień tylko przemysłowi krajowemu, i równocześnie zwraca się z podobnym apelem do innych przemysłowców, celem stworzenia pewnego „protekcjonizmu moralnego“, mogącego silniej, niż barjery celne, ochraniać przemysł krajowy. Zarazem nawołuje on do wysiłku twórczego celem znajdowania nowych rynków zbytu, które się otwierają przedewszystkiem w kolonjach francuskich; w 1930 r. francuski eksport artykułów elektrycznych do kolonii wyniósł 218 milionów franków, czyli jedną trzecią ogólnego eksportu, z pożyczek zaś kolonialnych, uchwalonych niedawno przez parlament, a wynoszących 4 miljardy franków, znaczna część przeznaczona jest na prace elektryfikacyjne, które wykonać ma przemysł francuski. Jednocześnie jest omawiana rewizja taryf celnych poszczególnych kolonii na korzyść metropolji. O umiejętności technicznej francuskiej przemysłu elektrycznego co do zastosowania się do potrzeb klienteli kolonialnej ma przekonać zainteresowanych obecna wystawa kolonialna w Paryżu.

Rozumiejac, że w ostatecznym wyniku rozwój przemysłu elektrycznego Francji zależy głównie od jego poziomu i od jego wysiłku pod względem technicznym, Syndykat dąży do doprowadzenia do ścisłej współpracy pomiędzy fabrykantami.

W sprawie Targów Poznańskich. W uzupełnieniu notatki o Targach Poznańskich, zamieszczonej w dziale „Kronika” zeszytu 11-go, podajemy, że na Targach firma Alstom miała swe stoisko, wyposażone w dużą ilość fotografii wszelkich maszyn, których nie sprowadziła specjalnie z Francji wobec słabego ruchu na rynku, wystawiając jedynie przedmioty mniejsze, jak: prostowniki „Tunger”, wentylatory, odkurzacze, aparaty do gotowania i t. d.

*) Revue Générale de l'Electricité, No. 26/1931.