

# PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN STOWARZYSZENIA ELEKTROTECHNIKÓW POLSKICH

Pod naczelnym kierunkiem prof. M. POŻARYSKIEGO.

Rok X.

1 Lipca 1928 r.

Zeszyt 13.

Redaktor inż. WACŁAW PAWŁOWSKI

Warszawa, Czackiego 5, tel. 90-23.

## RÓWNOLEGLA PRACA ELEKTROWNI<sup>\*)</sup>.

Tadeusz Czapliski, Inż.-el.

### 1. Wstęp.

Sprzężanie odległych od siebie elektrowni za pomocą linii elektrycznych jest najbardziej znaczącym rysem gospodarki elektryfikacyjnej ostatnich lat<sup>\*\*)</sup>. W rozwoju elektryfikacji światowej można odróżnić trzy dość wyraźnie rozgraniczone okresy. Pierwszy okres, który trwał od początku istnienia przemysłu elektrownianego, to jest od roku 1882—1883, aż do pierwszych lat nowego stulecia, był okresem izolowanych elektrowni, które zasilają jedynie gęste skupienia odbiorców na małych stosunkowo terytorjach, najczęściej zamkniętych w granicach jednego miasta. Drugi okres, obejmujący przeciąg czasu od początku bieżącego stulecia do schyłku wielkiej wojny, możnaby nazwać okresem rozwoju elektrowni okręgowych. W tym okresie sieci elektryczne zaczęły wykraczać daleko poza obręb oddzielnych miast. W tym okresie powstawały rozległe sieci, zasilające z jednej elektrowni całe miasta i wsi, lub duże odosobnione przedsiębiorstwa przemysłowe, rozrzucone na wielkich obszarach. Wreszcie najistotniejszą cechą trzeciego okresu, który datuje się od lat mniej więcej dwunastu, jest nie zwykle ożywiony ruch w kierunku wiązania elektrowni za pomocą przewodów celem umożliwienia ściślej współpracy nawet obcych sobie elektrowni. Zagadnienie równoległej pracy elektrowni wysunęło się więc ostatnimi laty na pierwszy plan, jako jedno z najważniejszych zagadnień doby bieżącej.

Równoległa praca elektrowni przybiera zależnie od warunków lokalnych najróżnorodniejszą formę. Najmniej kosztowne urzeczywistnienie równoległej pracy osiąga się naprzykład wtedy, kiedy tereny zasilania dwu sąsiednich elektrowni przylegają do siebie i między zbliżonymi do siebie rozgałęzieniami sieci rozdzielczych przerzucone są krótkie połączenia, które pozwalają obu elektrowniom okazywać sobie wzajemną pomoc w dostarczaniu energii na swe obszary. Wymiana energii między elektrowniami w tym przypadku może się odbywać, oczywiście, jedynie w skromnym zakre-

sie, a trudności w regulowaniu napięć są pomimo to bardzo duże.

Zazwyczaj jednak przez sprzężenie elektrowni w celu równoległej pracy rozumie się połączenie elektrowni za pomocą specjalnych linii wysokiego napięcia o znacznej mocy, pozwalających przesyłać duże ilości energii w najogólniejszym przypadku w obu kierunkach. W ten sposób urzeczywistniona równoległa praca daje doniosłe korzyści, które są znane oddawna i które wypływają z trzech zasadniczych przyczyn.

### 2. Skąd płyną korzyści równoległej pracy?

Elektrownia, jako wytwórnia energii elektrycznej, nie jest urządzeniem odosobnionem. W przeciwieństwie do wszelkich innych fabryk przemysłowych elektrownia nie ma możliwości gromadzić swego produktu, wytwarzać go na skład. Zgoła swoisty charakter pracy elektrowni polega na tem, że wytwórczość jej w każdym momencie jest ściśle dostosowana do zapotrzebowania danego momentu, które w dodatku ulega zazwyczaj ciągłym wahaniom. Wskutek tego elektrownia musi być ustawicznie połączona z terenem swego zbytu, to jest z zasilaną przez się siecią, i tworzyć razem z nią jedną zwartą całość. Z drugiej strony elektrownia, jak i każda inna wytwórnia, musi być zaopatrywana w surowiec, musi być stale połączona ze źródłem energii surowej, przetwarzanej w elektrowni w najbardziej szlachetną formę, mianowicie w energię elektryczną. W wielu razach (większość elektrowni ciepłych) to połączenie jest dość elastyczne, lecz zdarza się (większość elektrowni wodnych), że elektrownia jest związana, i to w sposób nierozłączny, tylko z jednym źródłem energii, oddanem całkowicie do jej wyłącznej dyspozycji, że przeto elektrownia nie ma możliwości czerpać surowca z żadnych innych źródeł i że, odwrotnie, żadna inna siłownia nie może korzystać ze źródła danej elektrowni.

Elektrownia nie jest więc ani pod względem gospodarczym, ani pod względem technicznym czemś samoistnym, lecz jest jedynie elementem środkowym łańcucha, składającego się z trzech ogniw: 1) źródła energii surowej, 2) samej siłowni, jako wytwórni prądu, i 3) sieci, jako miejsca spożycia prądu. Sprzężenie dwu elektrowni jest równoznaczne ze sprzężeniem dwu takich organizmów trójczłonowych i równoległa praca elektrowni prowadzi do współpracy całych organizmów. Korzyści równoległej pracy elektrowni są wielkie dlatego,

<sup>\*)</sup> Referat, wygłoszony w Kole Warszawskiem S. E. P. 14 maja 1928 r.

<sup>\*\*)</sup> Por. referat autora pod tyt. „Znamienne rysy rozwoju elektryfikacji ostatnimi laty w obcych krajach”, wygłoszony w maju 1927 r. na walnym zgromadzeniu Związku Elektrowni Polskich w Lwowie (Przeгляд Elektrotechniczny, 1927 r., Nr. Nr. 11 i 12).

że łącząc dwie elektrownie nie tylko łączymy siłownie we właściwym znaczeniu, lecz jednocześnie wiążemy ich sieci odbiorcze i zlewamy do wspólnego basenu ich źródła energii. Choć korzyści równoległej pracy płyną w najogólniejszym przypadku z zespolenia całych organizmów energetycznych, jednak celem systematycznego rozpatrzenia tych korzyści można i jest rzeczą dogodną wyodrębnić korzyści, osiągane osobno z połączenia sieci, osobno z połączenia samych siłowni i osobno z połączenia źródeł energii surowej.

### 3. Korzyści z połączenia sieci.

Co daje połączenie sieci dwu lub więcej elektrowni? Stwarza z dwu lub kilku sieci jedną sieć, która posiada większą ilość i większą różnorodność odbiorców, a więc i niższy współczynnik równoczesności obciążenia<sup>\*)</sup>, niż każda z tych sieci osobno wzięta. To znaczy, że największe obciążenie sprzężonych elektrowni, jako całości, będzie mniejsze niż suma największych obciążeń tych samych elektrowni, pracujących oddzielnie. Rezultaty tego są dwa: 1) połączone elektrownie mogłyby mieć przy tych samych odbiornikach wspólną moc roboczą mniejszą od sumy mocy roboczych, wymaganych w poszczególnych elektrowniach przed ich połączeniem, albo połączone elektrownie mogą przy wspólnej mocy roboczej, równej sumie mocy roboczych (czyli przy wspólnym największym obciążeniu, równym sumie największych obciążeń) oddzielnie pracujących elektrowni, zasilić większą ilość odbiorników; 2) wyzyskanie mocy roboczej grupy połączonych elektrowni jest lepsze niż wyzyskanie mocy roboczej oddzielnie pracujących elektrowni, albowiem spożycie, a więc i produkcja energii przy wspólnym największym obciążeniu, równym sumie poszczególnych największych obciążeń, jest wię-

ksza<sup>\*)</sup>). Pierwszy rezultat jest równoznaczny ze zmniejszeniem tak zwanych stałych kosztów produkcji. Korzyści ze związania sieci są tem znaczniejsze, im więcej elektrowni się łączy i im bardziej różnorodny jest charakter odbiorców poszczególnych elektrowni. Przy ściśle identycznym kształcie krzywych dziennego obciążenia oddzielnych elektrowni równoległa praca nie dałaby, oczywiście, wymienionych wyżej korzyści wskutek połączenia sieci, ale identyczność taka w praktyce nie spotyka się, a przy nawet bardzo bliskim charakterze obciążenia poszczególnych elektrowni można osiągnąć poważne korzyści zapomocą takich, na przykład, środków, jak przesunięcie zegara, a więc i przesunięcie obciążenia przemysłowego w różnych miastach, zasilanych ze zjednoczonych sieci. W praktyce można liczyć, że nawet przy niezbyt różnorodnym charakterze zapotrzebowania energii w poszczególnych sieciach współczynnik równoczesności obciążenia elektrowni względem linii łącznikowej wyniesie około 0,90, to znaczy, że równoległa praca daje nam około 10% oszczędności na mocy roboczej (współczynnik 0,90 przyjmuje się zazwyczaj dla podstawy względem wspólnej elektrowni).

### 4. Korzyści z połączenia siłowni.

Linje łącznikowe między elektrowniami, tworząc dla nich olbrzymie wspólne szyny zbiorcze, nie tylko wiążą sieci, lecz również przekształcają kilka odosobnionych siłowni niejako w jedną wielką siłownię, której maszyny nie są wprawdzie ustawione pod jednym dachem, lecz mieszczą się na dalekiej odległości od siebie. Skutkiem takiego połączenia jest możliwość zaprzężenia do pracy na wspólną sieć różnej kombinacji maszyn, a więc możliwość posiadania wspólnych rezerw dla całej grupy elektrowni, tudzież możliwość dobierania w normalnych warunkach pracy takiej kombinacji zespołów, która jest w danym czasie dla całej grupy najbardziej korzystna z gospodarczego punktu widzenia. Wspólność rezerw prowadzi do ich procentowego zmniejszenia, a więc do dalszego zredukowania potrzebnej mocy przy tych samych odbiornikach, albo do dalszego zwiększenia mocy przyłączonych odbiorników przy tej samej mocy, zainstalowanej w elektrowniach. W izolowanych elektrowniach rezerwy w pierwszym okresie istnienia siłowni, albo bezpośrednio po rozszerzeniu jej bywają bardzo często nadmierne wskutek nieekonomiczności dużej liczby drobnych zespołów i sięgają 33%, a nawet 50% ogólnej zainstalowanej mocy. Po sprzężeniu takich elektrowni rezerwy można zredukować w wielu razach do 10—15%. To też połączenie kilku elektrowni czyni zazwyczaj na szereg lat zbytęcnym powiększanie ich mocy wskutek wyzwolenia z rezerw znacznego procentu zainstalowanej mocy i obrócenia go na moc roboczą. Warto tu jeszcze nadmienić, że drobne procentowo przeciążenie zespołów w sprzężonych elektrowniach daje absolutnie poważne cyfry mocy. Procentowe zmniejszenie rezerw daje korzyści gospodarcze, analogiczne do tych, na które wskazywano wyżej, jako na wynik obniżenia współczynnika

<sup>\*)</sup> Termin ten oznacza jedną z podstawowych wielkości w technice i ekonomicie elektryfikacyjnej, mianowicie stosunek największego obciążenia w pewnym pniu sieci elektrycznej do sumy największych obciążeń w rozgałęzieniach, wychodzących z tego pnia. Jeżeli np. jeden transformator zasila pięciu odbiorców, u których najwyższe obciążenie wynosi 3, 5, 5, 6, 6 kW, to najwyższe obciążenie transformatora naogół nigdy nie osiągnie  $3+5+5+6+6=25$  kW, a będzie mniejsze od tej sumy wskutek tego, że najwyższe obciążenia u poszczególnych odbiorców nie występują jednocześnie. Jeżeli największe obciążenie transformatora wynosi dajmy na to, 20 kW, to współczynnik równoczesności obciążenia odbiorców względem wspólnego transformatora wynosi  $20/25=0,80$ . Można mówić bądź o cząstkowych współczynnikach równoczesności dla dowolnego odcinka sieci (np. dla transformatorów względem wspólnego przewodu zasilającego, dla przewodów zasilających względem wspólnej podstawy, dla podstawy względem elektrowni, a także dla odbiorców względem wspólnej podstawy i t. d.), bądź o całkowitym współczynniku, to znaczy o współczynniku równoczesności obciążenia odbiorców względem elektrowni. Współczynnik całkowity dla całej sieci jest równy iloczynowi współczynników cząstkowych dla kolejnych odcinków sieci. Wielkość, określona wyżej jako współczynnik równoczesności, ma zawsze wartość nie większą od 1 i jest dogodniejsza w użyciu niż wielkość odwrotna (w powyższym przykładzie stosunek  $25/20=1,25$ ), nazywana w literaturze angielskiej i niemieckiej współczynnikiem różnorodności (diversity factor, Verschiedenheitsfaktor).

<sup>\*)</sup> Innymi słowy współczynnik obciążenia czyli stosunek średniego obciążenia do największego wzrasta.

równoczesności, a mianowicie: zmniejszenie niezbędnego kapitału inwestycyjnego w stosunku do mocy roboczej elektrowni, a więc i do mocy, ustawionej u odbiorców, i zmniejszenie stałych kosztów produkcji wskutek lepszego wyzyskania zainstalowanych zespołów. Sprzężenie siłowni zmniejsza jednak jeszcze kosztu ruchu wskutek możliwości wyeliminowania maszyn o niskiej sprawności i korzystania w ruchu normalnym z zespołów najbardziej ekonomicznych. Celem dalszego obniżenia kosztów produkcji proponuje się też stosowanie w elektrowniach sprzężonych pewnej ilości zespołów specjalnych, a mianowicie takich, które są przeznaczone na 100% ciągłego obciążenia, które przeto posiadają najwyższą sprawność przy 100% obciążenia i które nie wymagają kosztownych regulatorów. Korzyści, płynące ze wspólnoty rezerw, osiąga się jak się zdaje, zawsze, to jest we wszystkich przypadkach równoległej pracy sprzężonych elektrowni.

##### 5. Korzyści z połączenia źródeł energii.

Z połączenia źródeł energii, którymi dysponują poszczególne elektrownie, wynika możliwość najekonomiczniejszego wyzyskania wszelkich źródeł energii, w szczególności zaś możliwość zupełnego wyzyskania tych źródeł, w których podaż energii surowej nie jest dostosowana do produkcji energii elektrycznej i nie daje się wcale lub daje się jeno z trudem regulować, w których zatem w razie rozdzielnej pracy elektrowni pewne ilości energii surowej, niekiedy dość znaczne, marnują się bezpowrotnie. Do takich źródeł energii należy zaliczyć, na przykład, gazy wielkich pieców i koksośni, parę, wytwarzaną do celów grzejnych, paliwo, nie dające się przechowywać przez czas dłuższy lub transportować na dalsze odległości, a przede wszystkim siły wodne rzek nizinnych, gdzie akumulacja większych ilości energii jest przeważnie niemożliwa. W tych zaś wypadkach, gdzie regulowanie dopływu energii surowej jest możliwe, kosztu regulacji są w razie zastosowania równoległej pracy elektrowni niższe: na przykład, zbiorniki wody na rzekach górskich mogą być wtedy mniejsze, a więc i tańsze. Przez zaoszczędzenie droższych gatunków paliwa, przez daleko idące (jeżeli nie kompletne) wyzyskanie sezonowych wód rzecznych przy racjonalnym skombinowaniu elektrowni wodnych z ciepłniami, przez obniżenie kosztów regulowania energii surowej, przez racjonalne wyzyskanie energii, zakumulowanej w ten czy inny sposób, i t. d. osiąga się dalsze i w niektórych razach bardzo poważne zmniejszenie kosztów produkcji, wskutek zmniejszenia zarówno kosztów stałych, jak i zmiennych. Niekiedy, jak, na przykład wtedy, gdy wszystkie sprzężone elektrownie są ciepłne i mają jednakowe paliwo po jednakowej cenie, bezpośrednio z połączenia źródeł energii korzyści niema.

##### 6. Korzyści ogólne.

Z rozważań powyższych wynika, że zespolenie sieci, zespolenie siłowni i zespolenie źródeł energii obniża kosztu zakładowe elektrowni, obniża również kosztu produkcji stałe i zmienne. Są to korzyści, które dają się mniej lub więcej dokładnie obliczyć w złotych. Równoległa praca elektrowni daje

jednak jeszcze jedną doniosłą korzyść, której niepodobna ocenić w złotych, jak nie można przeliczyć na pieniądze wartości dobrych środków komunikacji, dobrych warunków sanitarnych, oświaty i t. d. Korzyścią tą jest zwiększenie pewności ruchu wskutek zasilania sieci z różnorodnych źródeł i z różnych stron. Jaka ceną ma w życiu praktycznym zwiększona gwarancja utrzymania ciągłości ruchu, świadczy najlepiej fakt, zanotowany w różnych krajach, że wiele dużych prywatnych elektrowni fabrycznych, które istniały tylko dlatego, że ich właściciele nie mieli zaufania do ciągłości ruchu elektrowni publicznych, zlikwidowano od razu, gdy elektrownie publiczne połączyły się z innymi do równoległej pracy. Wszystkie wymienione wyżej dodatnie strony łączenia elektrowni dadzą się streścić w zdaniu następującem: równoległa praca pozwala osiągnąć najwyższą sprawność gospodarczą całego kompleksu sprzężonych urządzeń.

##### 7. Ujemne strony sprzężania elektrowni.

Równoległa praca elektrowni ma, oczywiście, i swoje ujemne strony. Korzyści, o których była mowa wyżej, otrzymuje się nie darmo: do urzeczywistnienia równoległej pracy potrzebne są linie łącznikowe wysokiego napięcia, które są dość kosztowne. Praca tych linii jest bardziej skomplikowana, niż praca zwykłych linii dalekonośnych, przerzucających energię elektryczną z elektrowni do miejsca spożycia. Równoległa praca wymaga pokonania pewnych trudności technicznych, które w przypadku odosobnionych elektrowni nie są znane wcale, lub występują w słabszej formie. Równoległa praca wymaga wreszcie rozwiązania pewnych zagadnień administracyjnych i handlowych, tudzież specjalnej organizacji ruchu dla całej grupy sprzężonych elektrowni.

##### 8. Niektóre zagadnienia techniczne.

Z pośród trudności technicznych najważniejszą dla utrzymania ciągłości ruchu jest, oczywiście, sprawa lokalizacji zakłóceń w sieciach, ochrony urządzeń od zgubnych skutków zwarcia lub połączenia z ziemią. Wymagania od przekaźników, wyłączników olejowych, przyrządów do ograniczania nadmiernych prądów są tu wyższe niż w zwykłych warunkach ruchu. Postęp w zakresie budowy i działania tych przyrządów obserwuje się z każdym rokiem. W związku z warunkami równoległej pracy elektrowni wynaleziono szereg nowych przekaźników i nowych metod stosowania przekaźników.

Z innych zagadnień technicznych na pierwszy plan wysuwa się kwestja regulowania napięcia przy wszelkich kombinacjach wymiany energii między elektrowniami. Za najracjonalniejsze rozwiązanie sprawy uważa się utrzymywanie na obu krańcach linii łącznikowej stałego i jednakowego napięcia niezależnie od wielkości przesyłanej mocy i kierunku energii. Wymaganą do przesłania moc rzeczywistą (energję mocną) otrzymuje się przez oddziaływanie na regulatory silników napędowych. Napięcie można regulować przez zmianę wzbudzenia prądnic, lecz z tą zmianą jest związana w sposób nierozłączny i od nas niezależny zmiana wielkości prądów urojonych (energji bezmocnej), czyli współczynnika mocy ( $\cos \varphi$ ). Regulując jedynie

wzbudzenie prądnic, możemy wprowadzić utrzymywać na obu krańcach napięcia jednakowe i stałe przy wszelkiem obciążeniu linii, lecz musimy się wtedy godzić na taki podział prądów bezmocnych między elektrownie, jaki się sam przez się ustali. W pewnych warunkach i w pewnych granicach można poprzestać na samym regulowaniu pola maszyn, lecz w najogólniejszym przypadku jest potrzebny trzeci czynnik regulujący. Bywa nim bądź niezależne wprowadzanie prądów bezmocnych, do czego służą tak zwane kompensatory albo kondensatory (silniki) synchroniczne, bądź niezależne wprowadzanie sił elektromotorycznych, do czego służą, na przykład, regulatory indukcyjne lub coraz więcej rozpowszechniające się ostatniemi czasy transformatory z zaczepami, które pozwalają zmieniać przekładnię pod obciążeniem. Zastosowanie trzeciego niezależnego czynnika regulującego zapewnia większą elastyczność pracy; zapomocą, na przykład, transformatorów o zmiennej przekładni i zapomocą wzbudzania prądnic można jednocześnie regulować napięcia i dobrać właściwy rozkład prądów bezmocnych, który w różnych okolicznościach musi być różny. Inny będzie rozkład wtedy, gdy nam chodzi, na przykład, o osiągnięcie najwyższej sprawności gospodarczej linii (sprawność ta w większości wypadków nie jest identyczna z najwyższą sprawnością elektryczną linii, zwłaszcza przy różnej cenie prądu w sprzężonych elektrowniach), a inny wtedy, gdy chcemy przestać możliwie największą moc. Największą, można powiedzieć idealną, elastyczność regulacji osiąga się, oczywiście, wtedy, kiedy obok transformatorów o zmiennej przekładni są do dyspozycji kompensatory synchroniczne.

### 9. Organizacja ruchu.

Organizacja ruchu w elektrowniach połączonych jest sprawą poważną i skomplikowaną w najogólniejszym przypadku równoległej pracy, to jest wtedy, kiedy wymiana energii między elektrowniami odbywa się nie tylko w nadzwyczajnych okolicznościach, wywołanych brakiem rezerw lub uszkodzeniami w jednej elektrowni, lecz również w normalnych okolicznościach w celu osiągnięcia najwyższej sprawności gospodarczej całego kompleksu zespolonych urządzeń. W tym przypadku ruch w sprzężonych elektrowniach powinien być zorganizowany tak, jak gdyby wszystkie one były własnością jednego przedsiębiorstwa, jakby stanowiły razem jedną elektrownię.

Na całą grupę zjednoczonych elektrowni wyznacza się naczelnego kierownika ruchu, który stoi zazwyczaj na czele kolegium, składającego się z przedstawicieli poszczególnych elektrowni. Kolegium zbiera się periodycznie i układa plan normalnej współpracy elektrowni, ogólny na dłuższy okres, szczegółowy na najbliższy okres. Kolegium ustala rozkład postoju poszczególnych maszyn, kotłów i t. d. w celach rewizji lub remontu. Kolegium w planach swych musi uwzględniać przewidywania meteorologiczne, konjunktury gospodarcze i transportowe, stan i widoki rozwoju większych przedsiębiorstw przemysłowych, będących odbiorcami zjednoczonych sieci i t. d. W sprawach nagłych naczelnik kierownik ruchu decyduje, oczywiście, samodzielnie.

Do osiągnięcia dodatnich wyników równoległej pracy, a zwłaszcza do osiągnięcia najwyższej sprawności gospodarczej całości konieczne jest podporządkowanie się poszczególnych elektrowni dyrektywom kolegium czy naczelnego kierownika ruchu, nieuniknione jest również ograniczenie w mniejszym lub większym stopniu samodzielności poszczególnych przedsiębiorstw. Podporządkowanie to i ograniczenie dotyczy nie tylko utrzymania ruchu w urządzeniach, istniejących w chwili zapoczątkowania równoległej pracy, lecz dotyczy również dalszej rozbudowy urządzeń, co do czego, oczywiście, kolegium kierownicze może dać najlepsze wskazówki.

Łatwość porozumiewania się między elektrowniami jest nieodzownym warunkiem do umożliwienia racjonalnego kierowania ruchem połączonych elektrowni. Telefon publiczny służy do tego celu jedynie jako ostateczna rezerwa. Elektrownie sprzężone zawsze posiadają własny środek porozumiewania się, korzystając bądź z telefonu zwykłego, działającego zapomocą przewodów, zawieszonych na słupach linii dalekonośnych (telefon ten jednak niekiedy zawodzi i właśnie wtedy, kiedy jest najbardziej potrzebny), bądź z radiotelefonu, pracującego w zwykły sposób na falach swobodnych (francuski związek elektrowni wystąpił nawet do swego rządu z żądaniem zarezerwowania dla elektrowni specjalnej gamy fal), bądź z radiotelefonu, który się posługuje do kierowania fal przewodami wysokiego napięcia. Niekiedy jednak te środki uważa się za niewystarczające i uzupełnia je automatycznymi urządzeniami sygnalizacyjnymi, połączonymi zapomocą kabli telefonicznych. Dzięki takiej sygnalizacji naczelnik kierownik ruchu ma stale w swem biurze przed oczami obraz połączeń w danej chwili i o wszelkich zmianach w nim jest od razu poinformowany nawet bez telefonicznego meldunku z oddalonych elektrowni.

### 10. Rozrachunki między elektrowniami.

Sprawa rozrachunków między sprzężonymi elektrowniami jest sprawą dość zawiłą i dla każdego rodzaju współpracy elektrowni rozwiązuje się inaczej. Ogólnie przyjętych sposobów rozrachunku jeszcze niema, lecz pewne tendencje ku ustaleniu schematów można już zaobserwować. W przypadku najogólniejszym, to jest wówczas, kiedy wymiana energii ma służyć również do podniesienia ogólnej sprawności kompleksu, uważa się za zasadę, że wzajemne opłaty powinny być tak zbudowane, aby wszyscy uczestnicy grupy byli zainteresowani w najekonomiczniejszej pracy całości. W tym celu wprowadza się co najmniej dwie kategorie opłat: za moc i za energję\*).

Przy ustalaniu opłat za moc bierze się pod uwagę nie moc faktycznie pobieraną od innych elektrowni, lecz udział w pokryciu rezerwy. Opłata za rezerwę jest konieczna, bo bez niej zbyt byłyby uprzywilejowane te przedsiębiorstwa, które żadnej rezerwy nie posiadają. Opłata za rezerwę zachęca do instalowania dużych zespołów przy rozszerzaniu elektrowni. Za podstawę rozrachunków za rezerwę bierze się wielkość, którą możnaby nazwać

\*) Interchange of Energy by E. J. Fowler (Electr. World, 1926, t. 87, str. 1187).

„rezerwą kompleksu”. Jest to różnica między ogólną mocą, zainstalowaną we wszystkich sprzężonych elektrowniach, a największym sumarycznym obciążeniem wszystkich sieci. Elektrownia, która ma rezerwę procentowo mniejszą od rezerwy kompleksu, płaci za rezerwę tym elektrowniom, których rezerwa procentowo przewyższa rezerwę kompleksu. Następujący przykład trzech sprzężonych elektrowni A, B i C o bardzo nawet różnorodnej mocy wyjaśnia powyższą metodę rozrachunków za moc.

	Elektrownia A	Elektrownia B	Elektrownia C	Razem
Zainstalowana moc (tys. kW)	150	75	25	250
Obciążenie poszczególnych sieci w chwili największego sumarycznego obciążenia (tys. kW)	135	50	30	215
Rezerwa (tys. kW)	+15	+25	-5	+35
„ (0, %)	+10,0	+33,3	-20,0	+14,0
Norma rezerwy według rezerwy kompleksu (+14%) (tys. kW)	+21	+10,5	+3,5	+35
Niedobór rezerwy (tys. kW)	+6	-14,5	+8,5	0

Z tablicy wynika, że elektrownie A i C mają zapłacić elektrowni B: pierwsza za 6 tys. kW, druga za 8,5 tys. kW. Opłata za rezerwę nie powinna być, oczywiście, większa, niż koszt, któreby elektrownia ponosiła, gdyby sobie sama zainstalowała dodatkową moc. Przy tej kalkulacji należy uwzględnić koszty transformatorów, linii i t. d.

Co się tyczy opłaty za energję, to ustalenie określonej stawki za 1 kWh dla każdej elektrowni np. według jej średnich kosztów wytwarzania nie jest właściwe, ponieważ nie sprzyja wymianie energii, jak to wyjaśnia przykład następujący. Niech średnie koszty bezpośrednie (na paliwo, robociznę, remont i t. d.) w elektrowni X wynoszą 5 gr/kWh, w elektrowni zaś Y, bardziej ekonomicznej, 4 gr/kWh. Elektrowni X w wielu razach nie opłaciłoby się nabywać prądu od elektrowni Y, albowiem elektrownia X, redukując swą produkcję, nie unika pewnych kosztów (na straty ciepła, robociznę i t. d.), wskutek czego energja, nabywana od Y, wynosiłaby ją nie po 4, lecz dajmy na to, po  $4+1,5=5,5$  gr/kWh, to jest drożej od własnych kosztów produkcji. Z drugiej strony elektrownia Y mogłaby w wielu razach sprzedawać prąd z zyskiem taniej niż po 4 gr/kWh, dajmy na to po  $4-1,2=2,8$  gr/kWh, albowiem i ta elektrownia, nie produkując dodatkowej ilości energii, ponosiłaby pewne koszty (na straty ciepła, robociznę i t. d.), przy cenie zaś 2,8 gr/kWh elektrownię X prąd wyniósłoby po  $2,8+1,5=4,3$  gr/kWh, a więc wymiana mogłaby się odbywać z obopólną korzyścią.

Żeby jednak pobudzać elektrownie do wymiany energii w celach ogólnego dobra wymyślono inną metodę rozrachunków za energję. Metoda ta jest oparta na następującej zasadzie: żadna elektrownia nie powinna bezpośrednio osiągać zysków przy dostawie prądu innym elektrowniom, ani ponosić strat przy pobieraniu prądu od innych elek-

trawni, lecz każda ma prawo do udziału w zyskach, które osiąga cały kompleks wskutek wymiany energii.

Zgodnie z tą zasadą zjednoczone elektrownie stwarzają przy naczelnym kierownictwie ruchu „biuro wymiany”, które nabywa energję od jednych uczestników grupy i sprzedaje ją innym uczestnikom. Nabywca prądu płaci tyle, ile wynosiłby faktyczny przyrost jego wydatków na wyprodukowanie pobieranej energii, to znaczy tyle, ile on sobie zaoszczędzi, redukując własną produkcję i pobierając prąd z zewnątrz (a więc w powyższym przykładzie elektrownia X płaciłaby po  $5-1,5=3,5$  gr/kWh). Dostawca prądu otrzymuje tylko tyle, ile faktycznie wynosi przyrost jego wydatków na wyprodukowanie dostarczonej energii (a więc w powyższym przykładzie elektrownia Y pobierałaby  $4-1,2=2,8$  gr/kWh). Różnica, wynosząca w tym przykładzie  $3,5-2,8=0,7$  gr/kWh, wpływa do kasy „biura” i stanowi wspólny zysk, który (często po potrąceniu pewnej kwoty na amortyzację kosztów linii sprzęgłowych) idzie do podziału między uczestników grupy.

Zapisy, dotyczące wymiany energii, dokonywane są możliwie często, nie rzadziej niż co godzinę. Biuro księguje zazwyczaj dla każdej ilości przesłanej energii jej ogólną wartość dla obu stron, uwzględniając naturalnie straty w liniach, udział energii bezmocnej i t. d. Cena za 1 kWh bywa w takich warunkach bardzo różnorodna. Może się, na przykład zdarzyć, że elektrownia Y, pobierając prąd od X, zapłaci zań drożej nawet niż po 5 gr/kWh. Wypadek taki może zajść, na przykład, wtedy, gdy elektrownia Y nabywa od mniej ekonomicznej elektrowni niewielkie ilości energii, żeby uniknąć uruchomienia na krótki okres dodatkowego kotła. Rzeczą naczelnego kierownictwa ruchu jest dbać o taki rozkład obciążenia między elektrownie, który prowadzi do osiągnięcia wspólnego zysku.

#### 11. Dążenie do najszerzego stosowania równoległej pracy.

Równoległa praca elektrowni może przybierać i w praktyce przybiera najróżnorodniejsze formy. Jak już zaznaczano wyżej, bynajmniej nie zawsze mogą być zrealizowane wszystkie przytoczone wyżej korzyści sprzęgania elektrowni. Niekiedy dla różnych powodów nie osiąga się pewnych korzyści, choć możnaby je było osiągnąć. Trudności techniczne przy równoległej pracy bywają różne, zależnie od długości linii łącznikowych, własności transformatorów, charakteru obciążenia i t. d. Najrozmaitsza bywa długość i powtarzalność okresów faktycznej współpracy elektrowni, czyli okresów, w ciągu których linie sprzęgłowe są włączone. Zdarza się, że sprzężone elektrownie nie tylko zasilają sieci, należące do każdej elektrowni z osobna, lecz mają również wspólnych odbiorców, to znaczy, że „biuro wymiany” zajmuje się nie tylko wymianą energii między uczestnikami grupy, lecz również sprzedają energję (np. zsumowanych odpadków) na stronę.

Oczywiście, równoległa praca może być urzeczywistniona dopiero wtedy, gdy istnieją dość duże elektrownie, nadające się do sprzężenia, to jest

gdą elektryfikacja dojdzie do pewnego stopnia rozwoju, ale też wtedy równoległa praca daje zawsze pozytywne wyniki gospodarcze bez względu na formę, jaką przybiera. Tem się też tłumaczy żywiołowe wprost dążenie we wszystkich przodujących krajach do najszerzego stosowania równoległej pracy. Nawoływania w tym kierunku rozlegają się ze wszystkich stron.

Pan E. Conti, przewodniczący drugiej konferencji w sprawach komunikacji i tranzytu przy Lidze Narodów, w przemówieniu swem, wygłoszonym na posiedzeniu międzynarodowej izby handlowej w Brukseli, w taki sposób ujął zadania elektryfikacji: „Najżywotniejsze interesy gospodarki światowej wymagają, aby były rozwiązane dwa fundamentalne zagadnienia, mające ścisłą między sobą łączność, a mianowicie: oddanie do dyspozycji społeczeństw największej ilości energii po możliwie najniższej cenie przy ciągłej i pewnej dostawie ze znanych obecnie źródeł i osiągnięcie najwyższej sprawności w wyzyskaniu tych źródeł. To zaś wymaga trzech rzeczy: 1) budowy zbiorników w górach i najdalej idącego wyzyskania sił wodnych, 2) ekonomicznego i racjonalnego wyzyskania paliwa w wielkich elektrowniach ciepłych i 3) urządzenia połączeń między różnorodnymi elektrowniami”.

Zrzeszenie elektrowni amerykańskich (N. E. L. A.) uchwaliło w r. 1925 zająć się skierowaniem sprawy równoległej pracy elektrowni na właściwe tory, uważając tę sprawę za zagadnienie o znaczeniu państwowem. Władze związku zwróciły się wówczas do wszystkich zrzeszonych przedsiębiorstw z wezwaniem, aby ich kierownicy niezwłocznie porozumieli się ze swymi sąsiadami w sprawie możliwej wymiany energii z korzyścią dla obu stron przy istniejącym stanie urządzeń, i jednocześnie rozpoczęli wspólne badania w sprawie racjonalnego rozszerzenia urządzeń w przyszłości celem osiągnięcia maksimum korzyści.

Z równoległą pracą elektrowni można się spotkać we wszystkich krajach uprzemysłowionych niemal na każdym kroku, zarówno na małą, jak i na dużą skalę. Znane są liczne przykłady zastosowania równoległej pracy elektrowni nawet na bardzo wielką skalę, jak współpraca elektrowni alpejskich z elektrowniami apenińskimi we Włoszech, z elektrowniami masywu centralnego we Francji, z elektrowniami ciepłymi w Niemczech i t. d. Świeżym i bardzo ciekawym przykładem równoległej pracy w wielkim stylu jest ostatni projekt elektryfikacji Anglii.

Anglja opracowuje swe programy elektryfikacyjne bez przerwy od r. 1917, to jest od chwili, kiedy komitet elektryfikacyjny Wiliamsona wydał swą historyczną opinię: „dotychczasowy parafjalny system wytwarzania i rozdziału energii należy zastąpić bardziej ekonomicznymi metodami zasila-

nia wielkich obszarów”. Najświeższym etapem prac elektryfikacyjnych w Anglii jest ustawa z 1926 r., stwarzająca centralny zarząd elektryczny (Central Electricity Board), który ma zbudować „krajową kratę elektryczną” (national electric grid). Termin ten, nie oznacza nic innego, jak właśnie olbrzymi system linii sprzęgłowych między wybranymi elektrowniami, pokrywający cały kraj. Podstawą, jeżeli nie istotą całego planu elektryfikacji Anglii jest rozpoczęta już realizacja przez państwo połączeń między najbardziej ekonomicznymi elektrowniami (niepaństwowymi) i objęcie przez państwo naczelnego kierownictwa równoległą pracą tych elektrowni.

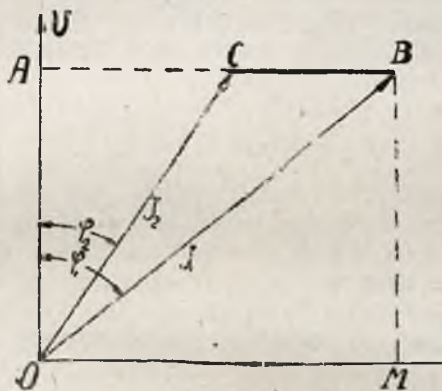
Stan elektryfikacji Polski jest niski. Niedość, że średnie spożycie energii elektrycznej na jednego mieszkańca wynosiło w 1927 r. zaledwie około 80 kWh (w 1925 r. około 63 kWh), lecz i to skromne spożycie rozkłada się na poszczególne ziemie Polski nadzwyczaj nierównomiernie. W całej wschodniej połaci kraju, obejmującej 6 województw (wileńskie, nowogródzkie, poleskie, wołyńskie, tarnopolskie i stanisławowskie), na które przypada 40% całego obszaru państwa, elektryfikacja znajduje się poprostu w zarodku: w r. 1925 spożycie na głowę ludności wynosiło tam 1,6 kWh, a na 1 km<sup>2</sup> 70 kWh. Z drugiej strony posiadamy Śląsk, małeńki wprawdzie kącik (1,1% obszaru państwa), lecz uprzemysłowiony silnie i mogący się równać pod względem stopnia zelektryfikowania z najbardziej przemysłowymi okręgami krajów zachodnich (spożycie w r. 1925 wynosiło 915 kWh na głowę ludności, czyli 570 razy więcej niż na wschodzie, i 243,000 kWh/km<sup>2</sup> czyli 3470 razy więcej niż na wschodzie). Pozostałe części kraju zajmują pośrednie stanowiska między powyższymi krańcowościami. To też sprawa równoległej pracy elektrowni w różnych częściach Polski musi być traktowana różnie. Na ziemiach wschodnich, które dopiero wstępują w pierwsze stadium elektryfikacji, w okres izolowanych elektrowni, niema co o tej pracy narazie mówić. Na Śląsku i przylegających doń terenach górniczych sprawa równoległej pracy dojrzała najzupełniej i o urzeczywistnieniu jej w poważniejszej skali myśli się już oddawna. Jak wiadomo, wydział elektryczny Ministerstwa Robót Publicznych obliczył, że z 40 elektrowni naszego zagłębia węglowego o ogólnej mocy zainstalowanej 470 000 kW można byłoby przy zorganizowaniu pracy równoległej wyzwolić z rezerwy około 100 000 kW. W innych miejscowościach Polski również można byłoby wskazać przypadki, gdzie sprawa równoległej pracy zasługiwałaby na rozważanie już dziś. Tu już dziś należałoby się liczyć z urzeczywistnieniem jej w przyszłości i zwłaszcza wobec trwających nas trudności finansowych wszelkimi możliwymi środkami przeciwdziałać rozrostowi „parafjalnego systemu” gospodarki elektrycznej.

# Przyczyny niskiego $\text{Cos } \varphi$ w instalacjach elektrycznych prądu zmiennego i sposoby jego polepszenia.

Inż.-elektr. **O. Nagel,**

adjunkt Politechniki Warsz. i nauczyciel elektrotechniki ogólnej w Państwowej Szkole Kolejowej.

W wysokim współczynniku mocy jest zainteresowany nie tylko dostawca energii elektrycznej, ale i jej odbiorca. Trzeba jednak zaznaczyć, że wzmiankowane wyżej środki mogą powiększyć  $\text{Cos } \varphi$  w nieznanym stopniu. Nasuwa się zatem myśl, że powiększenie  $\text{Cos } \varphi$  całej instalacji w większych granicach możnaby osiągnąć w ten sposób, aby niezbędny dla odbiorników indukcyjnych prąd bezwzględny wytwarzały nie prądnice w elektrowni, lecz ustawione we właściwych miejscach tak zwane przesuwacze faz albo kompensatory faz. Jako przesuwacz faz najlepiej nadaje się silnik synchroniczny, ponieważ posiada tę własność, że w stanie nadwzbudzonym jest zdolny oddawać do sieci prądy bezwzględne, dzięki czemu odciąża od nich prądnice



Rys. 1.

i linie elektryczne. Taką funkcję może spełniać silnik synchroniczny obciążony mechanicznie, jak również i przy biegu jałowym. W ostatnim przypadku zwiemy go kondensatorem synchronicznym; będziemy go właśnie mieć na myśli w podanych niżej obliczeniach, które, jednakże, można stosować i do innych rodzajów podobnych maszyn.

Przy projektowaniu polepszenia pierwotnego  $\text{Cos } \varphi_1$  do  $\text{Cos } \varphi_2$ , należy przedwzysztkiem obliczyć moc w kVA synchronicznego kondensatora, utrzymując: a) stałą moc instalacji w kW i b) stałą moc instalacji kVA.

Punkt a) podanego zadania możemy rozwiązać za pomocą przedstawionego na rys. 1 wykresu wektorowego prądów. Wektor  $OB = I_1$  prądowi pierwotnemu, przesuniętemu względem napięcia  $V$  o kąt  $\varphi$ . Bezwzględna składowa tego prądu  $AB = I_1 \text{ Sin } \varphi$ , zaś watowa składowa  $OA = I_1 \text{ Cos } \varphi_1$ .

Jeżeli pierwotny  $\text{Cos } \varphi_1$  powiększymy do  $\text{Cos } \varphi_2$  utrzymując moc w kW, t. j. wektor  $OA$  niezmienny, to prąd bezwzględny wyrazi się wektorem  $AC = I_2 \text{ Sin } \varphi_2 = OC \text{ Sin } \varphi_2$ . Ponieważ

$$I_2 = \frac{OA}{\text{Cos } \varphi_2} = \frac{I_1 \text{ Cos } \varphi_1}{\text{Cos } \varphi_2}$$

stąd

$$AC = I_1 \frac{\text{Cos } \varphi_1}{\text{Cos } \varphi_2} \text{ Sin } \varphi_2 = I_1 \text{ Cos } \varphi_1 \text{ tg } \varphi_2$$

Prąd bezwzględny, jaki winien wytworzyć kondensator synchroniczny, da nam wektor

$$BC = AB - AC$$

czyli

$$BC = I_1 (\text{Sin } \varphi_1 - \text{Cos } \varphi_1 \text{ tg } \varphi_2) \quad (1)$$

Jeżeli poszczególne wektory prądu przyjmujemy jako wektory odpowiednich mocy, to otrzymamy

$$BC = W_1 (\text{Sin } \varphi_1 - \text{Cos } \varphi_1 \text{ tg } \varphi_2) \quad (2)$$

Powyższe równania możemy przedstawić w zależności od  $\text{Cos } \varphi_1$  i  $\text{Cos } \varphi_2$ , a mianowicie

$$BC = I_1 (\sqrt{1 - \text{Cos}^2 \varphi_1} - \frac{\text{Cos } \varphi_1}{\text{Cos } \varphi_2} \sqrt{1 - \text{Cos}^2 \varphi_2}) \quad (1a)$$

względnie

$$BC = W_1 (\sqrt{1 - \text{Cos}^2 \varphi_1} - \frac{\text{Cos } \varphi_1}{\text{Cos } \varphi_2} \sqrt{1 - \text{Cos}^2 \varphi_2}) \quad (2a)$$

Nadając  $\text{Cos } \varphi_1$  oraz  $\text{Cos } \varphi_2$  różne wartości, otrzymamy tabl. I, przedstawiającą niezbędną wielkość bezwzględnej składowej wyrażonej w procentach od początkowej mocy w kVA instalacji w celu powiększenia  $\text{Cos } \varphi_1$  do  $\text{Cos } \varphi_2$ , z której widzimy, że powiększać współczynnik mocy powyżej 0,95 niema już żadnego wyrachowania.

Przykład 1. Moc pozorna danej instalacji elektrycznej wynosi 2000 kVA przy  $\text{Cos } \varphi_1 = 0,70$ . Przy zmiennej mocy watej określić moc synchronicznego kondensatora przy  $\text{Cos } \varphi_2 = 0,90$

Tablica I.

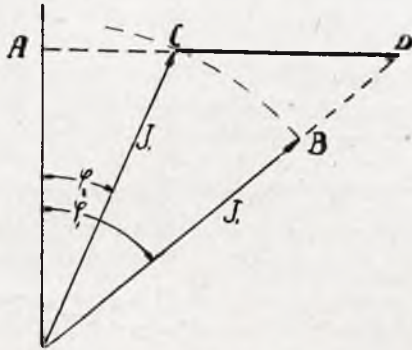
Pierwotna wartość $\text{Cos } \varphi_1$	Redukcja bezwzględnej składowej, wyrażonej w % od początkowych kVA przy powiększeniu $\text{Cos } \varphi_1$ do $\text{Cos } \varphi_2$				
	$\text{Cos } \varphi_2$ , powiększony do				
	0,80	0,85	0,90	0,95	1,0
1,00	—	—	—	—	—
0,95	—	—	—	—	31,3
0,90	—	—	—	14,0	43,6
0,85	—	—	11,5	24,7	52,7
0,80	—	10,5	21,2	33,6	60,0
0,75	9,9	19,6	29,7	41,4	66,1
0,70	18,9	28,0	37,5	48,3	71,4
0,65	27,2	35,7	44,5	54,6	76,0
0,60	35,0	42,8	50,9	60,2	80,0

Tablica I uwidacznia nam, że przy powiększeniu współczynnika mocy z 0,70 do 0,90 bezwzględna składowa zmniejszy się o 37,5 proc. w stosunku do mocy 2000 kVA, a więc moc kondensatora

$$\text{w kVA będzie } \frac{2000 \cdot 37,5}{100} = 750 \text{ kVA}$$

Jasne jest, że powiększony  $\text{Cos } \varphi$  instalacji spowoduje powiększenie mocy bezwzględnej przy niezmiennym poziomie mocy pozornej. Takie zagadnienie (interesuje ono głównie dostawcę energii elektrycznej) nasuwa nam właśnie punkt b) naszego zadania.

Zobaczmy więc, jaka winna być moc synchronicznego kondensatora przy wspomnianych warunkach. Na rys. 2 mamy jak i poprzednio: wektor  $OB = I_1$ , przesunięty względem wektora napięcia o kąt  $\varphi_1$ , ponieważ przy  $\cos \varphi_2$  prąd winien być niezmienny, więc odkładamy wektor  $OC = I_1$ , przesunięty względem  $V$  o kąt  $\varphi_2$ . Jak wynika z wykresu, prąd wato- wy przy  $\cos \varphi_1$  jest mniejszy, aniżeli przy  $\cos \varphi_2$ , i ażeby przy  $\cos \varphi_1$  otrzymać taki sam prąd wato- wy, jak przy  $\cos \varphi_2$  w linii musiałby przepływać



Rys. 2.

prąd, odpowiadający wektorowi OD. Ten ostatni możemy określić w następujący sposób:

$$OA = OC \cdot \cos \varphi_2 = OB \cos \varphi_2$$

z drugiej strony

$$OA = OD \cos \varphi_1$$

a więc

$$OD = OB \cdot \frac{\cos \varphi_1}{\cos \varphi_2}$$

Dalej widzimy, że aby powiększyć  $\cos \varphi_1$  do  $\cos \varphi_2$  składowa bezwartowa winna być zredukowana o  $CD = AD - AC$ . Musimy więc określić wektory AD oraz AC.

$AC = I_1 \sin \varphi_2$ , natomiast  $AD = OD \sin \varphi_1$  następnie

$$OA = I_1 \cos \varphi_2 = OD \sin \varphi_1, \text{ a więc } OD = \frac{I_1 \cos \varphi_2}{\cos \varphi_1}$$

$$\text{wreszcie } AD = I_1 \frac{\sin \varphi_1 \cos \varphi_2}{\cos \varphi_1}$$

Mając AD oraz AC otrzymamy

$$CD = I_1 \left( \sin \varphi_1 \frac{\cos \varphi_2}{\cos \varphi_1} - \sin \varphi_2 \right) \quad (3)$$

względnie

$$CD = W_1 \left( \sin \varphi_1 \frac{\cos \varphi_2}{\cos \varphi_1} - \sin \varphi_2 \right) \quad (4)$$

I to równanie można wyrazić w zależności od  $\cos \varphi_1$  i  $\cos \varphi_2$ , a mianowicie

$$CD = W_1 \left( \frac{\cos \varphi_2}{\cos \varphi_1} \sqrt{1 - \cos^2 \varphi_1} - \sqrt{1 - \cos^2 \varphi_2} \right) \quad (4a)$$

Nadając  $\cos \varphi_1$  oraz  $\cos \varphi_2$  różne wartości, otrzymamy tablicę II, przedstawiającą kompensację bezwartościowej składowej w związku z powiększeniem współczynnika mocy, przy stałym prądzie obciążenia instalacji.

Początkowa wartość $\cos \varphi_1$	Kompensacja bezwartowej składowej (wyrażona w % od normalnych kVA), niezbędna do otrzymania końcowego $\cos \varphi_2$				
	Cos $\varphi_2$ powiększony do				
	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00
1,00	—	—	—	—	—
0,95	—	—	—	—	33,0
0,90	—	—	—	14,8	48,5
0,85	—	—	12,2	27,0	62,0
0,80	—	11,	23,9	39,9	75,0
0,75	10,1	22,	35,6	52,4	88,1
0,70	21,6	34,	48,2	65,5	102,0
0,65	33,5	46,	61,5	79,8	117,0
0,60	46,6	60,	76,4	95,4	133,0

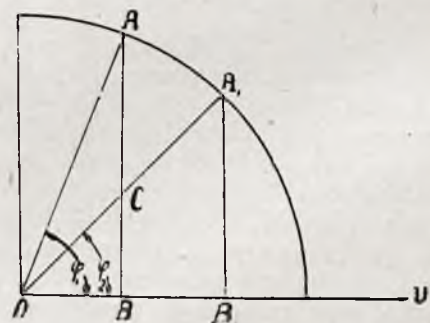
Przykład 2. Moc pozorna danej instalacji elektrycznej wynosi 2000 kVA przy  $\cos \varphi_1 = 0,7$ . Przy niezmienniej wspomnianej mocy określić moc synchronicznego kondensatora, ażeby powiększyć  $\cos \varphi_2$  do 0,90.

Z tablicy widzimy, że przy założonym powiększeniu współczynnika mocy skompensowana bezwartowa wynosi 48,2 proc. mocy pozornej instalacji, t. j. od 200 kVA, a zatem moc synchronicznego kondensatora winna być

$$\frac{2000 \cdot 48,2}{100} = 964 \text{ kVA}$$

W praktyce możemy spotkać się i z takim zagadnieniem, że trzeba określić, o ile dany kondensator synchroniczny powiększy w danej instalacji współczynnik mocy.

Przykład 3. Przypuśćmy, że moc danej instalacji wynosi 2000 kVA. i pracuje przy  $\cos \varphi_1 = 0,70$ ; jaki będzie nowy współczynnik mocy, jeżeli do



Rys. 3.

sieci włączymy kondensator synchroniczny o mocy 750 kVA.

$$\text{Ponieważ moc kondensatora wynosi } \frac{750 \cdot 100}{2000}$$

$= 37,5$  proc. ogólnej mocy, to z tablicy I znajdujemy odpowiedni  $\cos \varphi_2 = 0,90$ . Przejdźmy teraz do następnego zagadnienia: określić: jaką otrzymamy ekonomję w mocy pozornej, jeżeli do danej sieci włączymy kondensator synchroniczny o danej mocy? Rozwiązać powyższe zagadnienie możemy zapomocą wykresu wektorowego, przedstawionego na rys. 3, w którym wektor OA uwidacznia nam moc pozorną  $W_p$ , zaś wektor OB — moc rzeczywistą  $W$  przy  $\cos \varphi_1$  a więc



$$W_p = \frac{W}{\cos \varphi_1}$$

Jeżeli współczynnik mocy powiększymy do  $\cos \varphi_2$ , to przy  $W = \text{Const.}$  moc pozorna będzie:

$$W_p^1 = OC = \frac{W}{\cos \varphi_2}$$

Zmniejszenie mocy pozornej będzie zatem

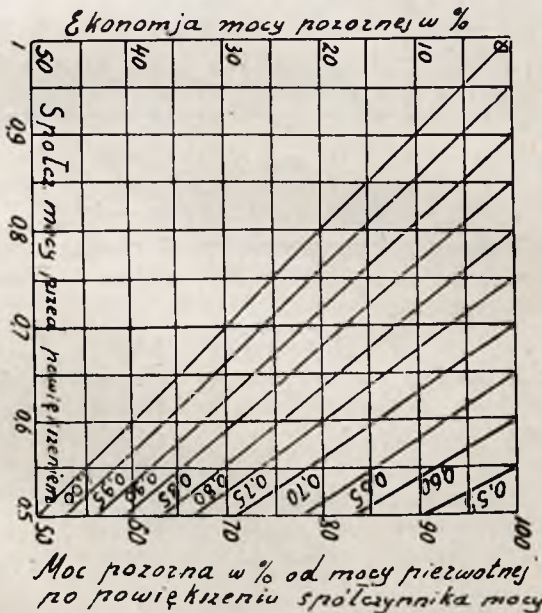
$$W_p - W_p^1 = A_1 C = \frac{W}{\cos \varphi_1} - \frac{W}{\cos \varphi_2} = W \frac{\cos \varphi_2 - \cos \varphi_1}{\cos \varphi_1 \cos \varphi_2} \quad (5)$$

a w odsetkach

$$100 \frac{W \frac{\cos \varphi_2 - \cos \varphi_1}{\cos \varphi_1 \cos \varphi_2}}{W \cos \varphi_1} = 100 \left( 1 - \frac{\cos \varphi_1}{\cos \varphi_2} \right) \quad (6)$$

Jeżeli dla każdej poszczególnej wartości  $\cos \varphi_1$  będziemy zmieniali wartości dla  $\cos \varphi_2$  to otrzymamy wykresy (rys. 4), za pomocą których odrazu możemy znaleźć redukcję mocy pozornej, wyrażonej w proc. od pierwotnej mocy w kVA.

Przykład 4. Do zainstalowanych 2660 kVA przy  $\cos \varphi_1 = 0,70$  włączono kondensator synchroniczny o mocy 1000 kVA; określić redukcję mocy



Rys. 4.

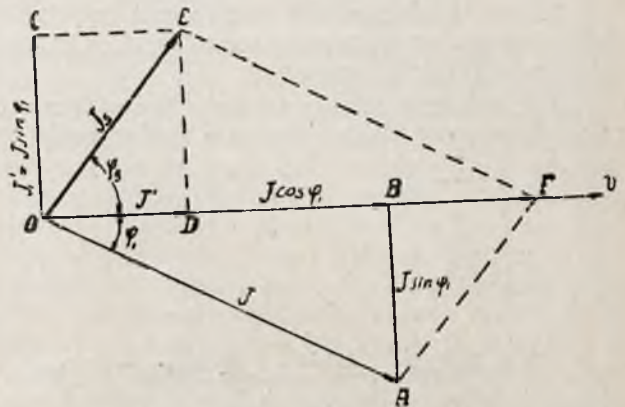
pozornej sieci w proc.? Ponieważ moc kondensatora synchronicznego wynosi  $\frac{1000 \cdot 100}{2660} \approx 37,5\%$

37,5 proc. ogólnej mocy sieci, więc z tablicy I znajdujemy polepszony  $\cos \varphi_2 = 0,90$ . Z drugiej strony z wykresu na rys. 4, oznaczonego 0,90, znajdujemy, że ekonomia mocy pozornej w sieci przy powiększeniu współczynnika mocy od 0,70 do 0,90 wynosi około 22 proc., czyli że zredukowana moc pozorna (wektor OC) stanowi 78 proc. pierwotnej.

Jak już było wspomniane wyżej, silniki synchroniczne mogą w stanie nadwzbudzonym nie tylko wysyłać na sieć prądy bezwątowe, ale jednocześnie są w stanie wytwarzać pracę mechaniczną.

Przypuśćmy, że w danej instalacji prąd o natężeniu  $I$  amp. jest przesunięty względem napięcia  $V$  o kąt  $\varphi_1$ .  $\cos \varphi_1$  ma być powiększony do 1 za pomocą silnika synchronicznego, przyczem ten ostatni ma wytworzyć pracę mechaniczną, na którą musi pobrać z sieci  $W$  kilowatów. Określić moc silnika w kVA.

Znów zwrócimy się do wykresu wektorowego na rys. 5. Wektor OA przedstawia ogólny prąd  $I$  na sieci, składowe którego są  $OB = I \cos \varphi_1 -$



Rys. 5.

watowa i  $AB = I \sin \varphi_1$  — bezwątowa. Ponieważ zaznaczyliśmy, że nowy  $\cos \varphi_2$  ma być równy 1, więc cały prąd bezwątowy silnik musi przyjąć na siebie, dla tego też z punktu O odkładamy wektor  $OC = AB$ . Z drugiej strony pobiera z sieci prąd wātowy, na uruchomienie prądnic i na pokrycie własnych strat; prąd ten oznaczmy wektorem  $OD = I^1$ . A więc ogólny prąd silnika

$$I_t = \sqrt{I^2 + I_1^2}$$

a moc jego

$$W_s = \sqrt{3} E_z \sqrt{I^2 + I_1^2} \text{ kVA} \quad (7)$$

Przykład 5. W pewnej instalacji elektrycznej o mocy 200 kW, napięciu 600 V, ilości okresów 50 i przy  $\cos \varphi_1 = 0,60$  zaprojektowano powiększyć współczynnik sprawności do 0,90 za pomocą silnika trójfazowego, który jednocześnie winien uruchomić prądnicę prądu stałego, na co do silnika musi być doprowadzone z sieci 80 kW. Określić moc silnika w kVA?

Przy połączeniu faz silnika w  $\Delta$  otrzymamy

$$\text{napięcie fazowe } E_f = \frac{600}{\sqrt{3}} = 346 \text{ woltów.}$$

Natężenie prądu fazowe (wektor OA)

$$I_t = \frac{200000}{\sqrt{3} \cdot 600 \cdot 0,6} = 321 \text{ A}$$

Składowe tego prądu: wātowa (wektor OB)

$$I_t \cdot \cos \varphi_1 = 321 \cdot 0,6 = 192,6 \text{ A}$$

bezwātowa (wektor AB)

$$I_t \cdot \sin \varphi_1 = 321 \cdot 0,8 = 256,8 \text{ A}$$

Prąd wātowy pobierany przez silnik (wektor

$$OE) \text{ równa się } \frac{80000}{\sqrt{3} \cdot 600} = 77 \text{ A.}$$

Ogólny prąd wātowy przy  $\cos \varphi_2 = 0,9$  sieci (wektor OF):

$$192,6 + 77 = 269,6 \text{ A.}$$

stąd prąd bezwātowy (wektor GF):

$$269,6 \cdot \text{tg } 25,8^\circ = 269,6 \cdot 0,47 = 130,3 \text{ A.}$$

Ponieważ prąd bezwzględny przy  $\cos \varphi_1 = 0,6$  wynosił 256,8A a przy  $\cos \varphi_2 = 0,9$  otrzymaliśmy 130,3A, to różnicę

$$256,6 - 103,3 = 126,5$$

winien oddać na sieć silnik synchroniczny.

Ogólny prąd silnika synchronicznego (wektor OD)

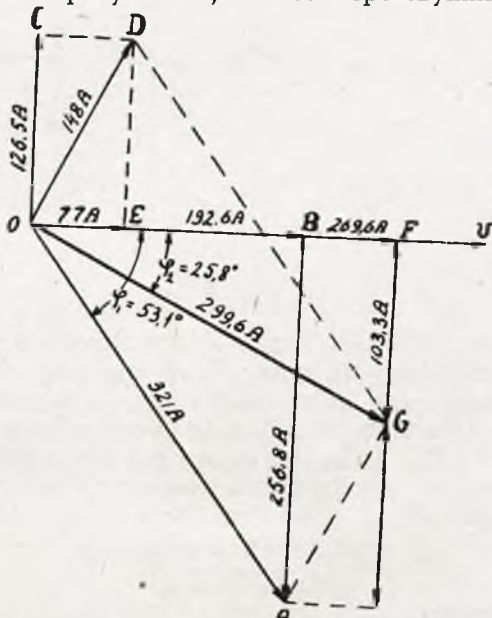
$$\sqrt{77^2 + 126,5^2} = 148A$$

i wreszcie moc jego

$$\sqrt{3} \cdot 600 \cdot 148 = 154 \text{ kVA.}$$

Żadnej trudności nie przedstawi rozwiązanie tego zadania w przypuszczeniu że  $\cos \varphi_2 = 1$ , o ile to byłoby ekonomiczne.

Jak wiadomo, straty w instalacji elektrycznej są większe przy niskiej wartości współczynnika mo-



Rys. 6.

cy. Nie należy, jednak, przypuszczać, że przy powiększeniu  $\cos \varphi$  odpowiednio będą zmniejszały się ogólne straty. Zbadajmy zatem, do jakich granic powiększenie  $\cos \varphi$  może być korzystne.

Oznaczmy przez

$W_w$  wysyłaną z elektrowni moc watawą,

$\cos \varphi_1$  wzgl.  $\cos \varphi_2$  — współczynn. mocy początkowy i końcowy

$w_s$  — straty w silniku synchronicznym w kW

$$\alpha = \frac{\text{Straty w miedzi w kW w prądnicach, przewodach i trans. kW}}{\text{Moc wysyłana z elektrowni w kW}}$$

$$\beta = \frac{\text{Straty w kondensatorze synchronicznym w kW}}{\text{Moc bezwzględna kondensatora synchronicznego w kVA}}$$

$R$  = opór, odpowiadający stratom na ciepło Joule'a w prądnicach, przewodach i transformatorach przy przepływanie prądu  $I$ .

$I_w$  = prąd watawy, (wektor OA, rys. 7)

$I_{bw}$  = prąd bezwzględny, (wektor AB, wzgl. AC)

$I_f$  = prąd sumaryczny (wektor OB, wzgl. OC)

Ogólne straty na ciepło Joule'a, wywołane przez prąd sumaryczny wyrażają się

$$RI_t^2 = RI_w^2 + RI_{bw}^2$$

a ponieważ z rys 7 wynika, że

$$I_{bw} = I_w \operatorname{tg} \varphi_1$$

to

$$RI_t^2 = RI_w^2 (1 + \operatorname{tg}^2 \varphi_1)$$

Po powiększeniu współcz. m. do  $\cos \varphi_2$  otrzymamy:

$$RI_t'^2 = RI_w'^2 (1 + \operatorname{tg}^2 \varphi_2)$$

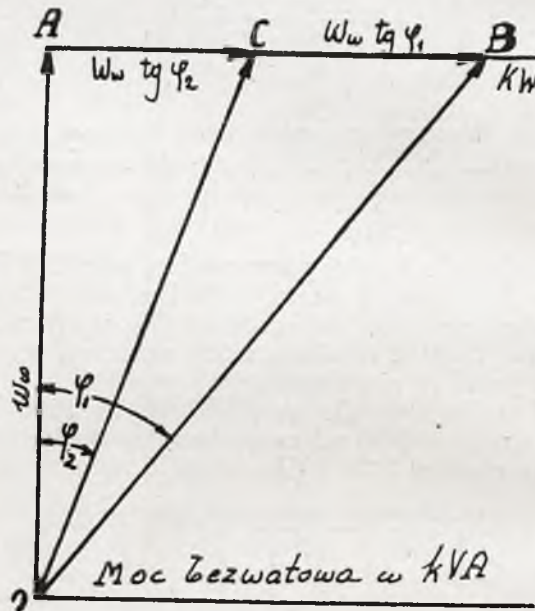
A więc powiększenie współcz. m. wywoła zmniejszenie strat o

$$RI_t^2 - RI_t'^2 = RI_w^2 (\operatorname{tg}^2 \varphi_1 - \operatorname{tg}^2 \varphi_2)$$

a ponieważ założyliśmy, że  $RI_w^2/W_w = \alpha$ , to

$$RI_w^2 = \alpha W_w$$

stąd



Rys. 7.

$$RI_t^2 - RI_t'^2 = \alpha W_w (\operatorname{tg}^2 \varphi_1 - \operatorname{tg}^2 \varphi_2)$$

Wykres wektorowy na rys. 7 uwidacznia nam, że kondensator synchroniczny winien wytworzyć moc bezwzględną

$$BC = W_w (\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2)$$

lecz z drugiej strony, z założenia mamy, że moc bezwzględna kondensatora  $x_k^2$  = stratom w kondensatorze  $W_k$  tak że

$$W_k = \beta W_w (\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2)$$

Jasne, że powiększenie współczynnika mocy będzie racjonalne tylko wtedy, jeżeli

$$\alpha W_w (\operatorname{tg}^2 \varphi_1 - \operatorname{tg}^2 \varphi_2) > \beta W_w (\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2)$$

czyli, jeżeli

$$\operatorname{tg} \varphi_2 > \frac{\beta}{\alpha} - \operatorname{tg} \varphi_1$$

a najmniejsza wartość  $\operatorname{tg} \varphi$  będzie wówczas, jeżeli

$$\operatorname{tg} \varphi_2 = \frac{\beta}{\alpha} - \operatorname{tg} \varphi_1$$

Jeżeli przyjmiemy  $\alpha = 0,1$ , a  $\beta = 0,05$ , to, nadając  $\cos \varphi_1$  różne wartości, otrzymamy odpowiednie wartości dla  $\cos \varphi_2$  a więc możemy ułożyć tabl. III, z której widzimy, że począwszy od  $\cos \varphi_1 = 0,9$

dalsze powiększenie jego da nam rezultaty odwrotne, t. j. przesunięcie wektora prądu zmieni swój kierunek; natomiast, przy początkowej wartości  $\text{Cos } \varphi_1$ , mniejszej od 0,9, powiększenie jego da rezultaty pożądanej, tak że przy założonych wyżej wartościach dla  $\alpha$  i  $\beta$  straty dodatkowe w kondensatorze synchronicznym nie przewyższą redukcji ogólnych strat na ciepło Joule'a w całej instalacji.

Przejdźmy teraz do najważniejszego zagadnienia: czy ustawienie kondensatora synchronicznego w danej instalacji będzie finansowo korzystne, czy też nie. Sprawdzić powyższe zagadnienie możemy w ten sposób, że z jednej strony ustawienie kondensatora synchronicznego związane jest z kosztami: 1) nabycia maszyn wraz z niezbędnymi przyrządami i zmontowania; 2) oprocentowania i amortyzacji i 3) eksploatacyjnymi. Z drugiej strony wskutek redukcji strat w całej instalacji otrzymuje się ekonomia w energii elektrycznej, stanowiąca pewną sumę rocznie.

Tablica III.

$\text{Cos } \varphi_1$	$\frac{\beta}{\alpha}$	$\text{tg } \varphi_1$	$\text{tg } \varphi_2$ (wartość min.)	$\text{Cos } \varphi_2$	Przesunięcie fazy
0,6	0,5	1,333	-0,833	0,767	wstecz na przód
0,7		1,020	-0,520	0,888	
0,8		0,745	-0,245	0,971	
0,9		0,480	+0,020	0,999	
0,95		0,330	+0,170	0,985	

Jeżeli więc ogólne wydatki, związane z nabyciem kondensatora, okażą się mniejsze od  $K_1$ , to, oczywiście, kompensacja faz może być wskazana. Oznaczmy dodatkowo:

$p_0$  — własny koszt wytworzonej 1 kWh rocznie;

$p_1$  — koszt zainstalowanego jednego kVA kondensatora synchronicznego,

$p_2$  — roczny koszt eksploatacyjny instalacji kompensacyjnej, przypadający na 1 kVA mocy kondensatora.

$p^3$  — roczny koszt oprocentowania oraz amortyzacji.

Wyżej widzieliśmy, że zmniejszenie strat przy powiększeniu współczynnika mocy wyraża się  $\alpha W_w (\text{tg } \varphi_1 - \text{tg } \varphi_2)$ , a więc ekonomia, wywołana przez polepszony współcz. m., wyniesie

$$p_0 \alpha W_w (\text{tg } \varphi_1 - \text{tg } \varphi_2)$$

zaś straty w kondensatorze synchronicznym wyniosą:

$$p_0 \beta W_w (\text{tg } \varphi_1 - \text{tg } \varphi_2)$$

Różnica tych dwóch sum da nam zysk brutto. Ażeby otrzymać zysk netto, należy uwzględnić jeszcze kosztu eksploatacyjne

$$p_2 W_w (\text{tg } \varphi_1 - \text{tg } \varphi_2)$$

oraz kosztu na oprocentowanie i amortyzacji

$$p_1 p_3 W_w (\text{tg } \varphi_1 - \text{tg } \varphi_2)$$

Jeżeli więc

$$p_0 W_w [\alpha (\text{tg } \varphi_1 - \text{tg } \varphi_2) - \beta (\text{tg } \varphi_1 - \text{tg } \varphi_2)] -$$

$- [p_1 p_3 (\text{tg } \varphi_1 - \text{tg } \varphi_2) + p_2 (\text{tg } \varphi_1 - \text{tg } \varphi_2)] > 0$  (5)  
to ustawienie w danej sieci kondensatora synchronicznego należy uważać za racjonalne.

Ostatnie równanie możemy uprościć i otrzymać nowe:

$$p_0 [\alpha (\text{tg } \varphi_1 + \text{tg } \varphi_2) - \beta] > p_1 p_3 + p_2, \quad (5a)$$

z którego wynika, że

$$\text{tg } \varphi_2 > \frac{\beta}{\alpha} + \frac{p_1 p_3 + p_2}{\alpha \cdot p_0} - \text{tg } \varphi_1 \quad (6)$$

Maksymalną zaś ekonomię otrzymamy wtedy, jeżeli

$$\text{tg } \varphi_2 = \frac{1}{2\alpha} \left( \beta + \frac{p_1 p_3 + p_2}{p_0} \right) \quad (6a)$$

Należy nadmienić, że przy wyprowadzaniu powyższych wzorów przypuszczaliśmy, że moc watowa sieci była stała, w przeciwnym zaś razie będzie zmieniać się tak moc watowa, jak i bezwatowa; wówczas przy obliczeniach przyjmuje się wartość średnia geometryczna mocy watowej, jak również i mocy bezwatowej. Stosunek obu mocy da nam  $\text{tg } \varphi_1$ , a więc i  $\text{Cos } \varphi_1$ , który przyjmujemy jako początkowy współczynnik mocy. Jak widzimy ze wzoru (5a), polepszony współczynnik mocy jest uzależniony od strat na silniku, od kosztu jednostki mocy jego i od kosztu eksploatacji. Dlatego też, silniki synchroniczne o znacznej mocy, mające służyć z małymi stratami i tanie, t. j. z małymi wartościami dla  $\beta$  i  $p_1$ , pozatem ustawiać je w takich miejscach, gdzie już jest obsługa, aby przez to zmniejszać kosztu eksploatacyjne.

Przykład 5. Moc watowa danej instalacji wynosi 2900 kW, zaś moc bezwatowa — 2600 kVA. Straty w miedzi w całej instalacji wynoszą 203 kW. Wyżej przyjęte oznaczenia posiadają następujące

wartości:  $\alpha = \frac{203}{2900} = 0,07$ ;  $\beta = 0,4$   $p_0 = 0,12 \times 3000$

(kondensator pracuje rocznie 3600 godz. a 1 kWh kosztuje 0,12 fr.);  $p_1 = 70$  fr/kVA;  $p_2 = 0,02$  fr.  $p_3 = 0,106$  fr. Podstawiając powyższe dane do równ. (6a), otrzymamy

$$\text{tg } \varphi_2 = \frac{1}{2 \cdot 0,07} [0,04 + \frac{70(0,106 + 0,02)}{0,12 \times 3600}] = 0,431.$$

stąd  $\angle \varphi_2 = 23^\circ 20'$  a  $\text{Cos } \varphi_2 = 0,918$

A więc jeżeli początkowy współczynnik mocy wynosił 0,743 (ponieważ  $\frac{2600}{2900} = \text{tg } \varphi_1 = 0,9$  bo

$\text{Cos } \varphi_1 = 0,743$ ), a końcowy — 0,918, to zgodnie z rys. 7 moc kondensatora przedstawi odcinek BC, który określimy z równania

$$BC = W_w (\text{tg } \varphi_1 - \text{tg } \varphi_2) = 2900(0,9 - 0,431) = 1342 \text{ kVA}$$

Ten sam rezultat otrzymamy, posługując się tablicą I.

Mając więc  $\text{Cos } \varphi_2$  oraz moc kondensatora synchronicznego możemy obliczyć z dostateczną ścisłością według wzoru (5a) roczną ekonomię

$$1342 [0,12 \cdot 3600 (0,9 + 0,431) - 0,04] - 70 (0,02 + 0,106) = 19000 \text{ fr.}$$

Należy zaznaczyć, że przy obliczaniu powyższej sumy nie była uwzględniona dodatkowa redukcja strat, wywołana wskutek zmniejszenia oddziaływania twornika w prądnicach.

D. c. n.

## WYSOKIE CIŚNIENIE I WYSOKA TEMPERATURA PARY<sup>\*)</sup>

Pięć lat temu G. A. Orrok w pracy swej p. t. „Możliwości ekonomicznego stosowania wysokiego ciśnienia i wysokiej temperatury pary przegrzanej w elektrowni” zastanawiał się nad tą sprawą, studjowaną również przez wielu badaczy i inżynierów ruchu elektrowni. Autor doszedł wówczas do wniosku, że ciśnienia od 1200 do 1500 lb. (80 do 100 atm.), będą ekonomiczne i nie będą sprawiały wielkich trudności, temperatury zaś wyższe od 750° F (399° C) mogą wywoływać skomplikowania w obsłudze, o ile używane będą materiały zwykłe.

Od tego czasu ustawiono już wiele kotłów wysokiego ciśnienia, a jednocześnie maszyn lub turbin parowych. Pięć lat pracy tych urządzeń stanowi już historję, która pozwala na wyciągnięcie niektórych wniosków.

W r. 1922 był w ruchu tylko jeden próbny kocioł wysokiego ciśnienia firmy Schmidt i Hartmann; pracował on 14 000 godzin przy ciśnieniu od 700—900 lb. (46,7 do 60 atm.), bez większych zakłóceń ruchu. Kocioł Blomquista w Szwecji z obracającym się walczakiem pracował również z dobrym skutkiem, co dało powód do ustawienia podobnych dwóch kotłów na ciśnienie około 1000 lb. (66,7 atm.). W North Tees urządzenie pracowało przy ciśnieniu 450 lb. (30 atm.). Elektrownia Joliet z kotłami o ciśnieniu 400 lb. (26,7 atm.) została uruchomiona rok przedtem. Zakład w Gennevilliers został uruchomiony również przy ciśnieniu 400 lb. (26,7 atm.), lecz pracował z przerwami.

Autor usiłował zebrać możliwie szczegółowe dane, dotyczące instalacji czynnych już oraz znajdujących się w budowie i odnośne cyfry zestawił w załączonej obok tablicy. Te różnorodne i dość obfite dane (niektóre instalacje były czynne przeszło 20 000 godzin) dają już pewne podstawy doświadczenia, które pozwalają wyciągnąć z nich niektóre wnioski, a zarazem stwierdzić, że opinja, wypowiedziana przez autora w r. 1922 okazała się słuszna i rzeczywistość ją potwierdziła. Autor korzystał również z materiału, zawartego w sprawozdaniu Prime Movers Committee (N. E. L. A.), z prac Związku Międzynarodowego Producteurs et Distributeurs d'énergie électrique, oraz z raportów w tej sprawie, otrzymywanych bezpośrednio od swych kolegów stowarzyszonych. Większa część faktów została przez autora sprawdzona i uzupełniona w drodze korespondencji z jego przyjaciółmi, zatrudnionymi przy instalacjach o wysokim ciśnieniu.

Wszystkie sprawozdania zgodnie stwierdzają, że przy wysokim ciśnieniu nie bywa zakłóceń ruchu większych, niż przy ciśnieniu zwykłym np. 200 lb. (13,33 atm.), tak dawno uważanem za normę. Trudności oczywiście będą, jeżeli będziemy stosowali zamiast osprzętu odpowiednio cięż-

szego — zwykły. Ciśnienie 750 lb. (50 atm.), przy uwzględnieniu tego warunku, nie sprawi kłopotu większego, niż np. ciśnienie 300 lb. (20 atm.). Zakłócenia, o ile tylko będą, powstaną w przewodach, pompach, lecz nigdy — w kotle. Wypadków z kotłem przytem nie będzie, o ile zmienimy typ szkła wodowskazowego. Może być również źródłem zakłóceń ekonomajzer. Wogóle praktyka dotychczasowa zdaje się wskazywać, że o ile tylko zwrócić uwagę na te kilka szczegółów, żaden pracownik, mający do czynienia z wysokim ciśnieniem, nie będzie miał trudności w obsłudze. Przeciwnie, wielu z nich podkreśla, że instalacja taka pracuje pewniej.

### *Wyniki, potwierdzające celowość stosowania wysokiego ciśnienia.*

Wszyscy bez wyjątku ruchowcy, którzy pracują na wysokim ciśnieniu, twierdzą, że daje ono wyniki, korzystne zarówno pod względem cieplnym, jak i ekonomicznym. Dlatego też ilość tego rodzaju instalacji rośnie. Zamawia się przytem urządzenia takie, zarówno dla zakładów, posiadających obciążenie zasadnicze z pośrednim czerpaniem pary, wydechem jej w magistrale do fabrykacji lub niskiego ciśnienia, gdzie turbina działa jak zawór redukcyjny, jak i tam, gdzie obciążenie tego niema, np. w Langerbrugge lub Charlottenburgu. Zdaje się przytem, że koszt urządzeń do wysokiego ciśnienia nie wypada zbyt wielki. Koszt węgla w poszczególnych zakładach, objętych zestawieniem, wynosił od 2.50 do przeszło 8 dolarów za tonę, co jednak nie może mieć tutaj wielkiego wpływu, ponieważ wszystkie zakłady, o których mowa, pracują ekonomicznie.

Na jeden szczegół należy zwrócić uwagę: punkty, w których oczekiwano zaburzeń w ruchu, w rzeczywistości okazały się zupełnie pewne. A więc np. przypuszczano, że będą trudności z zaworami bezpieczeństwa, i zaprowadzono w tym celu zawory zapasowe pomocnicze, które miały działać przy ciśnieniu niższem. Praktyka jednak wykazała, że zawory działają zupełnie pewnie, tak iż urządzenia pomocnicze zostały usunięte. Oczekiwane trudności z powodu różnic poziomu wody w kotle przy zmianach obciążenia, występowały naogół w znacznie mniejszym stopniu, niż w kotłach o ciśnieniu niskim. Obawiano się komplikacji z powodu rozszerzania się połączeń rur z walczakiem. Praktyka wykazała, że obawy były płonne. Oczekiwano trudności w pracy przegrzewaczy i regeneratorów pary, okazało się jednak, że kłopot nie jest większy, niż w warunkach pracy przy ciśnieniach dotychczasowych. Przypuszczano, że wywoła komplikacje w ruchu wielki zapas energii w przewodach rurowych regeneratory i samym regeneratorze pary i dlatego poświęcono wiele uwagi, czasu i pieniędzy na udoskonalenie tego systemu. Nie napotkano jednak w tym względzie na żadne poważniejsze trudności. Nasuwały obawy przewody rurowe i zawory, praktyka jednak stwierdziła znikomą ilość zakłóceń ruchu z tego po-

<sup>\*)</sup> Według referatu, wygłoszonego przez G. A. Orroka, inż. doradcy Tow. New York Edison Co na Konferencji w Chicago w lutym r. b.

wodu, a i te zresztą usunęło całkowicie zastosowanie mniejszych wymiarów rur i zaworów.

#### *Zakłócenia nieoczekiwane.*

Komplikacje nieprzewidziane różnego rodzaju wyłoniły się i opanowane zostały w ten sam sposób, jak to miało miejsce z kotłami o ciśnieniach dotychczasowych.

Niejednokrotnie zaobserwowano więc uszkodzenia uszczelnień szlamików. Wypadki tego rodzaju zdarzały się zawsze i przy niskim ciśnieniu, zostały też szybko zlikwidowane. Prawie w każdej siłowni były trudności z pompami zasilającymi. Usunięto je, lecz już nie tak łatwo jak niesprawności szlamików. Pewne zakłócenia ruchu wywoływały regulatory wody zasilającej; jednak szybko je skorygowano. Na szkła wodowskazowe uskarżała się prawie każda siłownia. Skargi znikły z chwilą zastosowania armatury cięższej i lepiej zaprojektowanej. Przepuszczanie wreszcie kształtek ze stali lanej, stwierdzone w niektórych miejscach, zostało usunięte równie łatwo, jak wówczas, gdy 200 lb. (13,3 atm.) było normą ciśnienia pary.

Niektórzy ruchowcy podają, że do turbiny przedostaje się razem z parą bardzo drobny pył, który osiada na dyszach i przeżera łopatki turbiny. W jaki sposób pył ten przedostaje się wewnątrz turbiny, trudno powiedzieć, zdaje się jednak, że to zjawisko powinno zniknąć, jeżeli stopień koncentracji wody w kotle będzie utrzymywany właściwy.

#### *Żadnych niezwykłych trudności turbinowych.*

Trudności turbinowe posiadają charakter zwykły. Głównym zagadnieniem, wymagającym ze strony konstruktorów turbin w Europie najwięcej uwagi, jest sprawa drgań, których oddziaływanie na maszynę wzrasta z podnoszeniem się jej wielkości. W sprawozdaniach zanotowano zakłócenia w ruchu z powodu uszczelnień dławicy. Dały się one jednak usunąć po wykonaniu pewnych drobnych zmian konstrukcyjnych. Naogół biorąc, trudności, które możnaby w sposób wyraźny zaliczyć na karb stosowania wysokiego ciśnienia, nie stwierdzono, z wyjątkiem jedynie takich zjawisk, jak pewne deformacje cieplne w dyszach, zaobserwowane w Gennevilliers, a wynikające z niespodziewanie wysokiego przegrzewu pary. Turbiny dla ciśnień większych niż 600 lb. (40 atm.) nie posiadają znacznych wymiarów, cechują się budową trwałą i mocną; największe z dotychczas wyrabianych jednostek mają moc 10 000 kW. Podatność więc ich do zakłóceń ruchu jest rzeczywiście minimalna. Niektórzy ruchowcy podają, że na łopatkach i dyszach, jak również na powierzchni wewnętrznej płaszcza, narażonej na działanie pary o wysokim ciśnieniu, tworzy się rdza ciemno brunatna. Podobny osad daje się również zaobserwować na wewnętrznej powierzchni przewodów parowych. Warstwa rdzy jest cienka, twarda i uporczywie przylega do powierzchni. Grubość jej nie zwiększa się z biegiem czasu, stanowiąc niejako ochronę dla metalu przed dalszym działaniem pary. Na podstawie sprawozdań można wnioskować, że przy ciśnieniach od 1200 do 2000 lb. (80 do 133,3 atm.) niema z tego powodu poważniejszych trudności w ruchu.

Posiadamy obecnie instalację wysokiego ciśnienia, gdzie temperatura pary przegrzanej jest wyższa, niż zwykła 700 st. — 750 st. F. (371 st. — 399 st. C). Ma to miejsce w Langerburgge (Centrales Electriques des Flanders); temperatura pary wynosi tu 850 st. F. (454,4 st. C). Elektrownia ta stosowała to przegrzanie przeszło 2 lata. Autor miał okazję oglądać jeden z przegrzewaczy, który obecnie po 4-letniej pracy funkcjonuje zupełnie dobrze. Podczas oględzin w r. 1926 w stannie przegrzewacza nie zauważono nic nadzwyczajnego. Pracował on przy temperaturze 650 — 700 st. F. (343,3 st. — 371 st. C) i wygląd miał taki sam, jak przegrzewacze naszych starych silni o ciśnieniu niskim. Podług sprawozdań na poszczególnych elektrowniach od czasu do czasu były stosowane temperatury od 800 st. do 1000 st. F. (427—358 st. C) w ciągu kilku godzin bez poważnych następstw.

Niektórzy ruchowcy donoszą o wymianie kilku węzownic przegrzewacza, nie można jednak uważać tego za wynik stosowania wysokiego ciśnienia lub wysokiej temperatury, ponieważ zdarza się to i przy ciśnieniu 200 do 500 lb. (13,3 do 33,3 atm.).

Konstrukcja turbin, rur i zaworów, używanych przy wysokim ciśnieniu, nie odbiega zbyt od norm dla ciśnień niskich. Gdzie temperatura przegrzania jest wyższą od 700 st. — 750 st. F. (371 st. — 399 st. C), należy skrupulatniej zbadać sprawę rozszerzania się materiału. Przy temperaturze 800 st. — 850 st. F. (427 st. — 454,4 st. C) prawdopodobnie można używać z powodzeniem stal zwykłą; niektórzy jednak ruchowcy komunikują w swych sprawozdaniach o stosowaniu specjalnych stopów stalowych na cylindry (kadłuby) rury i części lane. Nitowanie walczaków nie jest stosowane przy ciśnieniu powyżej 650 lb. (433,3 atm.); wyjątek stanowi elektrownia w Langerbrugge, gdzie właśnie nieszczelności spowodowały pewne zakłócenia w rurach. Uznano za wskazane zastąpić nitowane walczaki spawanymi lub kutymi. Wszystkie pozostałe części kotłowni wysokiego ciśnienia stosują walczaki spawane lub kute, bądź też nie posiadają ich wcale.

Kotły w rodzaju Bensona lub Atmosy wymagają tylko zbiornika pary, w kotłach zaś Hartmana i Loefflera walczak jest umieszczony daleko od ognia i ogrzewany jest wewnętrznie za pomocą pary przegrzanej.

#### *Wnioski.*

1. Żadnych poważnych trudności przy eksploatacji urządzeń o ciśnieniu do 2000 lb. (133,3 atm.), zdaje się, niema.
2. Czteroletnie doświadczenie w pracy ciągłej z przegrzewaczami, podnoszącymi temperaturę do 850 st. F. (454,4 st. C) za pomocą zwykłych przegrzewaczowych rurek stalowych, wykazuje, że praca jest ekonomiczna i nie spotyka żadnych poważnych trudności.
3. Stopy stali dla rur, kadłubów (cylindrów) i odlewy można otrzymać dla warunków eksploatacyjnych bardziej nawet trudnych i skomplikowanych od spotykanych dotychczas w praktyce. Towarzystwa, wytwarzające kotły, dają gwarancję





pewnej pracy przy temperaturach do 900 st. F. (482 st. C.).

4. Ruchowcy stwierdzają oszczędności pod względem cieplnym i ekonomicznym przy stosowaniu wysokich ciśnień i wysokich temperatur, co stwierdza się powtarzającymi się nowymi zamówieniami na podobne urządzenia.

5. Cyfrowych rezultatów oszczędności, uzyskanej przez zastosowanie wysokich ciśnień i wysokiej temperatury raporty nie podają; nie podobna również dokładniej wskazać na podstawie posiadanych dotychczas danych, jakie ciśnienie i jaka temperatura byłyby najkorzystniejsze w poszczególnych wypadkach.

## STOWARZYSZENIE ELEKTROTECHNIKÓW POLSKICH.

Sprawozdanie Zarządu Koła Krakowskiego Stowarzyszenia Elektrotechników Polskich za rok 1927. W okresie sprawozdawczym odbyło się 8 posiedzeń, a mianowicie: dn. 30.IV.27 z odczytem kol. A. Grozy „Transformator

o charakterystyce compound, wynalazek belgijskiego inżyniera Kuenzigersa”;

dn. 17.V.27 ze sprawozdaniem delegata na posiedzenie Zarządu Gł. S. E. P.;

### Sprawozdanie z eksploatacji tramwajów

	Tramwaje Miejskie w Warszawie		Poznańska Kolej Elektryczna		Miejska Kolej Elektryczna we Lwowie		Krakowska Spółka Tramwajowa		Tramwaje w Toruniu	
	1928	1927	1928	1927	1928	1927	1928	1927	1928	1927
1. Liczba przejechanych wozokilometrów silnikowych (s)	4 349 036	4 106 022	711 358	709 977	1 399 355	1 329 187	643 428	584 231	140 458	129 471
2. Liczba przejechanych wozokilometrów przyczep. rzeczywist (p)	3 333 798	2 691 817	337 925	315 944	653 631	594 617	158 361	154 451	26 090	11 809
3. Liczba przejechanych wozokil. rachunkowych ogółem $(s + \frac{p}{2})$	6 015 935	5 451 931	880 321	867 949	1 726 171	1 626 496	722 609	661 457	153 503	135 376
4. Liczba przewiezionych pasaż. 5. Liczba przewiezionych pasażerów na 1 wozokil. rzeczywisty	58 427 873	48 743 367	7 614 610	6 674 100	11 535 885	9 841 418	4 513 578	4 190 142	924 271	789 833
6. Średnia dzienna liczba wozów silnikowych w ruchu	7,6	7,2	7,3	6,5	5,6	5,1	5,6	5,7	5,5	5,6
7. Średnia dzienna liczba wozów przyczepnych w ruchu	266	256	50	50	94	94	44	42	11	11
8. Największa dzienna liczba wozów silnikowych w ruchu	210	172	30	30	45	43	15	18	—	—
9. Największa dzienna liczba wozów przyczepnych w ruchu	279	270	62	62	97	96	46	45	11	11
10. Średni dzienny przebieg wozu km	221	186	40	40	46	45	17	19	5	4
11. Ilość prądu zużytego na sieć kWh	171,7	169,9	137	139	162	149	150,4	140,2	139,7	129,7
12. Ilość prądu zużytego na 1 wozokilometr rachunkowy kWh	5 099 600	4 507 779	710 760	653 340	1 544 155	1 479 627	668 360	619 815	107 269	97 259
13. Ilość węgla zużytego dla wyprodukowania 1 kWh, kg	0,85	0,83	0,81	0,75	0,89	0,91	0,92	0,94	0,70	0,72
14. Cena 1 kWh (o ile przedsięb. otrzymuje prąd z obcej elektr.) gr	1,01	1,04	—	—	—	—	—	—	—	—
15. Długość sieci eksploatacyjnej m	5,7	5,9	11,57	11,57	—	—	10	10	—	—
16. Długość torów eksploatacyjn. m	89 697	88 395	26 510	26 510	29 459	29 442	17 818	16 793	9 081	8 870
	151 453	150 167	51 383	51 383	58 569	57 419	32 782	31 542	11 234	10 990
	rano w dzień w nocy	rano w dzień w nocy	rano w dzień w nocy	rano w dzień w nocy	rano w dzień w nocy	rano w dzień w nocy	rano w dzień w nocy	rano w dzień w nocy	rano w dzień w nocy	rano w dzień w nocy
17. Cena biletu										
a) normalnego gr	20 20 40	15 15 30	— 20 —	— 20 —	— 20 —	— 20 —	23 23 23	10 21 21	20 20 40	20 20 40
b) ulgowego gr	10 13 —	10 10 —	— — —	— — —	— 15 —	— 15 —	18 18 18	10 16 16	10 10 20	10 10 20
c) normaln. z przesiadaniem gr	30 30 —	25 25 —	— 20 —	— 20 —	— 25 —	— 25 —	23 23 23	10 21 21	20 20 —	20 20 —
d) ulgowego z przesiadaniem gr	— — —	15 15 —	— — —	— — —	— 15 —	— 15 —	18 18 18	10 16 16	— — —	— — —
18. Wpływy a) Zł	10 420 193,95	8 088 956,04	1 263 167,97	833 458,92	1 948 014,85	1 650 367,80	981 433,15	742 440,85	156 407,90	131 579,95
19. Wpływy na 1 pasażera Zł	0,18	0,17	0,17	0,12	0,17	0,17	0,22	0,18	0,17	0,17
20. Wpływy na 1 woz. rzeczyw. Zł	1,36	1,19	1,20	0,81	0,95	0,86	1,22	1,01	0,94	0,93
21. Wydatki eksploatacyjne*) b) Zł	6 852 679,30	5 963 818,15	—	—	—	—	709 085,71	564 776,19	—	—
22. Podatki i opłaty państwowe i komunalne Zł	857,65	485,94	—	—	—	—	99 578,85	78 078,26	—	—
23. Spółczynnik eksploatacyjny $(\frac{b}{a})$	0,66	0,74	—	—	—	—	0,72	0,76	—	—

\*) Wydatki nie obejmują: spłaty procentów od kapitału, odliczeń na fundusz renowacyjny i odliczeń na rezerwy.



dn. 14.VI.27 z odczytem kol. Skrypczenko na temat „Obecny stan radjofonji i radjokomunikacji w Polsce i zagranicą”;

dn. 21.X.27 z referatem kol. Bielińskiego na temat „Wrażenia z podróży do Wiednia i Pragi”;

dn. 5.XII.27 z sprawozdaniem kol. Grozy z dotychczasowej pracy w sekcji przepisów elektrotechniczno-górnicznych P. K. E.;

dn. 15.XII.27 ze sprawozdaniem kol. Bielińskiego w sprawie P. K. E.;

dn. 4.I.28 z odczytem kol. Grozy na temat „Elektryczność w górnictwie”;

dn. 23.11.28 z referatem kol. Bielińskiego w sprawie reorganizacji P. K. E.;

dn. 25.IV.28 z referatem kol. Bielińskiego w sprawie reorganizacji S. E. P.;

dn. 26.V.28 z referatem kol. Zglińskiego w sprawie reorganizacji S. E. P.

Poradto odbyło się 4 posiedzenia Zarządu w sprawach wewnętrznych i balotowania nowych członków.

Ilość członków 32. Trzech członków z powodu wyjazdu z Krakowa ubyło, natomiast przybyło 4 nowych.

W maju b. r. przyjechała do Krakowa wycieczka Koła Łódzkiego S. E. P. w ilości osób 14. Wycieczka przebywała w Krakowie i okolicach 4 dni i zwiedziła zakłady przemysłowe i kopalnie węgla w Zagłębiu Krakowskim.

Delegatami do P. K. E. są kol. Bieliński i Groza, zaś na Zjazd Rady Delegatów kol. Porębski i Groza.

**Krakowskie Koło Stow. Elektrotechników Poiskich.**

**SPIS CZŁONKÓW KOŁA:**

1. Balicki Adam, AEG, Dunajewskiego 3.
2. Bergman Piotr, Mikołajska 6.
3. Bendarski Zigmunt, AEG, Dunajewskiego 3.
4. Bieliński Stanisław, Dajwór 27.
5. Cieślewski Wacław, Rynek Gł. 6.

**za I kwartał 1928 i 1927 roku.**

Miejskie Tramwaje, Elektryczne i Wodociągi w Grudziądzu		Śląsko-Dąbrow. Kolej. Tow. Eksploatacyjne				Kolej Elektryczna Łódzka		Bielsko-Bialska Sp. Elektr. i Kolejowa		Tramwaje i Elek. w Bydgoszczy									
		Tramwaje Śląskie		Tram. Dąbrowskie															
1928	1927	1928	1927	1928	1927	1928	1927	1928	1927	1928	1927								
144 989	140 525	683 722	597 508	72 144		1 693 649	1 322 109	74 499	71 798	230 954	227 646								
8 894	5 598	276 352	247 365	48 795		923 126	734 755	17 956	16 254	79 636	58 310								
149 436	143 324	821 898	721 191	96 542		2 155 212	1 689 487	83 477	79 925	270 772	256 801								
912 793	760 298	4 688 407	4 096 559	717 148		17 817 645	12 959 027	487 027	442 072	1 550 229	1 321 756								
5,9	5,2	4,9	4,8	5,9		6,8	6,3	5,3	5,0	5,0	4,6								
14	14	37	37	5		116	91	6	6	20	20								
3	3	18	18	5		62	49	6	6	16	16								
14	14	40	40	5		116	91	11	11	21	21								
5	4	20	20	5		67	60	10	10	18	18								
100	94	152	152	200		162	163	88	86	—	—								
114 430	105 880	1 312 618	1 106 861	—		1 669 080	1 000 522	56 912	53 580	189 540	167 193								
0,77	0,74	1,60	1,53	—		0,77	0,59	0,68	0,67	0,70	0,69								
—	—	—	—	—		1,99	2,06	—	—	1,9	1,9								
13	13	7,647	7,647	—		—	—	17,4	18,0	—	—								
6 160	6 000	76 115	76 810	11 250		34 383	30 705	5 180	5 180	11 525	11 515								
6 160	6 000	91 880	84 560	12 280		59 612	49 470	5 510	5 510	17 825	17 825								
		taryfa strefowa						strefy											
		2 kl. 3 kl.		2 kl. 3 kl.															
		20   20   15   15   5   20		20   20   15   15   5   20		20 do 85 10 do 45		I II III IV I II III IV				rano w dzień w nocy rano w dzień w nocy							
		35 do 105 25 do 90		35 do 105 25 do 90															
		123 569,85 0,14 0,80 92 105,57		102 485,— 0,13 0,70 77 115,74		1 454 365,95 0,31 1,51		1 328 284,12 0,32 1,57 1,84		222 926,75 0,31 1,84		107 595,45 0,22 1,16 80 464,89		97 716,60 0,22 1,11 80 386,73		237 575 0,15 0,76 184 465		200 462 0,15 0,70 163 438	
		—		—		—		8 111,27		11 280,80		17 251		10 371					
		0,75		0,75		—		0,75		0,82		0,78		0,82					

6. Binder Józef, Gertrudy 23.
7. Dubeltowicz Henryk, Łobzowska 9.
8. Francki Zygmunt, Dajwór 27.
9. Gassowski Władysław, Siemens, Grodzka 58.
10. Groza Aleksander, Akad. Gór., Krzemionki.
11. Geisler Tadeusz, AEG, Dunajewskiego 3.
12. Heyman Edward, Pędzichów Boczny 3.
13. Jabłoński Karol, Dajwór 27.
14. Jurski Bolesław, Jagiellońska 2.
15. Kasprzycki Władysław, „Elin”, św. Anny 1.
16. Kijas, Siemens, Grodzka 58.
17. Kleczewski Tadeusz, Jagiellońska 6.
18. Król Piotr, Wiślna 2.
19. Kulejewski Stanisław, Brzeszcze.
20. Mochlicki Bolesław, Jaworzno.
21. Nowak Kudoli, Dajwór 21.
22. Piekarski Józef, Parkowa 6.
23. Porębski Marian, Rynek 8.
24. Pytlik Stanisław, Dajwór 27.
25. Schmidt Jan, Dajwór 27.
26. Stankiewicz Ksawery, Straszewskiego 24.
27. Dr. Studniarski Jan, Akad. Gór., Krzemionki.
28. Stadnicki Adam, Wieliczka, Saliny.
29. Struzik Stanisław, Dajwór 27.
30. Szapiro Bernard, Straszewskiego 25.
31. Szczygliński Wacław, Sokolnicki i Wiśniewski, Plac Domin. 3.

## Z życia organizacji.

**Koło Inżynierów Technologów.** W końcu roku bieżącego przypada setna rocznica założenia Instytutu Technologicznego w Petersburgu.

Koło Inżynierów Technologów przy Stowarzyszeniu Techników w Warszawie na Ogólnym Zebraniu w dniu 5 maja b. r. uchwaliło zorganizowanie Zjazdu b. wychowalców tej uczelni, który ma się odbyć 8 i 9 grudnia b. r.

Dla upamiętnienia obchodu tej rocznicy ma być zebrany fundusz na cele społeczne (techniczne lub oświatowe), które będą bliżej określone podczas Zjazdu.

Niezależnie, ma być wydana Książka Pamiątkowa, na treść której złożą się: historia Instytutu, artykuł o profesorach polakach (wraz z alfabetycznym spisem wychowalców polaków).

**Związek Polskich Czasopism Technicznych i Zawodowych i Sekcja Polska Federacji M. P. Z.**

Na Zebraniu ogólnym organizacyjnym Związku Polskich Czasopism Technicznych i Zawodowych, które się odbyło

14 czerwca r. b. przyjęty został w ostatecznej redakcji i podpisany Statut „Związku” i dokonane też zostały wybory do Zarządu.

Na Prezesa obrany został inż. Al. Pawłowski, red. „Inżyniera Kolejowego”, Vice-Prezesa inż. St. Turczynowicz, red. „Inżynierji Rolnej”, na Członków Zarządu inż. St. Rybicki, Prezes Lw. Tow. Politechnicznego i p. Cz. Peche, redaktor „Przemysłu i Handlu”; na Skarbnika inż. Cz. Mikulski, red. „Przeglądu Technicznego”, na Sekretarza Generalnego honorowego inż. St. Rodowicz, red. „Wiadomości Związku P. Z. T.”. Na Członków Komisji Rewizyjnej prof. inż. M. Chorzewski, red. „Przemysłu Metalowego”, Dr. Jan Lutosławski, red. „Gazety Rolniczej”. Koptowany do Zarządu inż. W. Kączkowski, red. „Techniki Gorzelniczej”.

Zarząd Związku jest zarazem Zarządem Sekcji Polskiej Federacji Międzynarodowej Prasy Zawodowej. Kongres Federacji odbędzie się 26 sierpnia w Genewie, przy udziale naszego Związku.

## Polski Komitet Elektrotechniczny.

PKE 32.

PROJEKT (II redakcja\*)

**PPNE**  
17 1928

### PRZEPISY BUDOWY I RUCHU URZĄDZEŃ ELEKTRYCZNYCH PRĄDU SILNEGO W PODZIEMIACH KOPALŃ.

#### § 1. Wstęp.

1. Wszystkie urządzenia prądu silnego w podziemiach kopalni muszą odpowiadać w całej rozciągłości ogólnym „Przepisom Budowy i Ruchu urządzeń elektrycznych prądu silnego” wydanym przez Państwową Radę Elektryczną nadto zaś niniejszym „przepisom dodatkowym”.

Przepisy te mają być stosowane do wszystkich nowych urządzeń.

Istniejące urządzenia muszą być dostosowane do niniejszych przepisów, jeśli w stanie obecnym zagrażają zdrowiu lub życiu.

Każda zmiana w istniejących urządzeniach ma być wykonana zgodnie z niniejszemi przepisami.

2. Wyrażenia „musi być” albo „ma być” użyto w niniejszych przepisach wszędzie tam, gdzie chodzi o bezwzględny nakaz, wykluczający odstępstwo od wyrażonej zasady.

Wyrażenia „powinno być” lub „należy” używa się dla zaznaczenia jednego ze sposobów zażyczenia zasadzie, nie krępując przez to wy-

\*) Uwagi należy nadsyłać do Biura PKE (Warszawa, Politechnika) przed 1 września 1928 r.

konawców bądźto w stosowaniu innych sposobów wykonania, mogących także odpowiadać zasadniczemu przepisowi, bądź też w czynieniu wyjątków tam, gdzie tego szczególne względy wymagają.

### § 2. Maszyny.

1. Generatory i silniki stałe, oraz ich przyrządy rozruchowe, muszą być ustawione w sposób wykluczający możliwość zapalenia obudowy pomieszczeń, zapewniający im dobre przewietrzanie i zabezpieczający je od ściekającej ze ścian i stropów wody.

2. W pomieszczeniach przesyconych pyłem lub wilgocią należy stosować silniki i maszyny całkowicie zamknięte lub wentylowane powietrzem świeżym lub oczyszczonym. Wszystkie silniki lub maszyny powinny posiadać izolację specjalną odporną na wilgoć.

3. Transformatory muszą być ustawione w pomieszczeniach wykonanych z materiałów niepalnych, dostatecznie przewietrzanych i zamkniętych. Pomieszczenia dla transformatorów muszą posiadać doły odpływowe dla oleju, lub urządzenia równoznaczne.

Wejście do tych pomieszczeń jest jedynie dozwolone personelowi obsługi.

Odpowiednie ulgi muszą być stosowane dla transformatorów o mocy poniżej 50 kVA, oraz dla transformatorów przenośnych obsługujących przodki.

### § 3. Łączniki.

1. Wszystkie łączniki muszą być okapturzone, o ile nie są ustawione w pomieszczeniach zamkniętych ruchu elektrycznego.

2. Każdy silnik ma posiadać swój własny wyłącznik.

3. Jeżeli wyłączniki okapturzone na napięcie powyżej 600 woltów nie służą jedynie jako odłączniki, to przed nimi muszą być umieszczone osobne widoczne odłączniki. W wypadku równoległych łączonych kabli oraz w przewodach okrężnych odłączniki umieszczone być muszą zarówno przed, jak też i za łącznikami okapturzonymi. Odłączniki mogą być także wspólne dla kilku wyłączników okapturzonych.

### § 4. Bezpieczniki.

1. Bezpieczniki topikowe dla zabezpieczenia instalacji wysokiego napięcia są w zasadzie wzbronione. Używać można jedynie wyłączników samoczynnych tak urządzonych, by otwarcia osłony dokonać można było tylko za pomocą specjalnych narzędzi; zaleca się także urządzenia wyłączników, które uniemożliwiają otwarcie osłon, dopóki wyłącznik jest pod prądem. Wyjątek stanowią zamknięte pomieszczenia ruchu elektrycznego.

Tylko dla odbiorników poniżej 50 kVA można stosować bezpieczniki, które muszą być zbudowane i ustawione w sposób zapewniający bezpieczeństwo obsłudze.

### § 5. Rozdzielnie.

1. Tablice rozdzielcze umieszczone w kopalni muszą być wykonane z materiału niepalnego, ogniotrwałego i odpornego na wilgoć. Tablice te muszą być zabezpieczone od wody skroplonej i kapiącej.

2. Gdy części pod napięciem w podziemiach

kopalni umieszczone są w poszczególnych komorach i zamknięte drzwiami, to wystarczy taka szerokość przejścia, jaka jest niezbędna do swobodnego wykonywania robót. Szerokość ta jednak nie może być mniejsza od 1 m. Korytarz może mieć szerokość zmniejszoną do 0,6 m. tylko w tym przypadku, gdy nie służy do przechodzenia w czasie ruchu, a dostępny jest tylko do kontrolowania znajdujących się w nim końcowych muf kablowych, a także szyn zbiorczych i przewodów łączeniowych, zabezpieczonych od przypadkowego dotknięcia. Przy stosowaniu bezpieczników wysokiego napięcia nie ochronionych szczelnymi osłonami żelaznymi, przejście za tablicą musi wynosić najmniej 1,5 a w razie rozmieszczenia bezpieczników po obu stronach przejścia 2 mtr; bezpieczniki dla transformatorów mierniczych warunkowi temu nie podlegają.

3. W każdej rozdzielnicy przewody dopływowe muszą posiadać wyłączniki, odłączniki lub wyjmowane pod napięciem bezpieczniki. Przy napięciach zaś powyżej 600 wolt bezwzględnie wyłączniki, pozwalające na odłączenie obwodu pod obciążeniem. Główne odgałęzienia odchodzące od rozdzielnic muszą być odłączalne na wszystkich biegunach, przerywacze prądu muszą być łatwo rozpoznawalne jak również łatwo dostępne.

### § 6. Przewody.

1. Zabrania się używać samej ziemi jako przewodu powrotnego.

2. Przewody gołe, z wyjątkiem przewodów górnych ślizgowych elektrycznych kolejek kopalnianych i przewodów w rozdzielniach pomieszczeń zamkniętych ruchu elektrycznego oraz przewodów sygnałowych o napięciu roboczym i względem ziemi do 40 V są wzbronione.

Szyny wysokiego napięcia stanowiące części tablic rozdzielczych nie mogą być otulone izolacją.

3. Główne linie ułożone na stałe muszą być wykonane kablami obołowionymi w pancerzu metalowym i odpowiednio zabezpieczone od uszkodzeń mechanicznych i chemicznych. Pancerze kabli muszą być łączone między sobą i z ziemią metalicznie.

Kable w chodnikach muszą być podwieszane w odstępach nie większych jak 3 m. za pomocą szerokich wieszaków w ten sposób, ażeby te ostatnie nie uszkodziły kabla. Mufy muszą być umocowane specjalnie, aby nie obciążały kabla.

4. Połączenie pomiędzy poszczególnymi odcinkami kabla musi być zabezpieczone mocnymi szczelnymi, uziemionymi, metalowymi, napełnionymi odpowiednią masą izolacyjną.

5. W szybach i chodnikach z upadem ponad 45°, lub w takich wyrobiskach kopalni, gdzie wskutek nacisku skał może zajść przesunięcie terenu, muszą być stosowane kable obołowione w pancerzach z drutów stalowych i żelaznych ocynkowanych lub obołowionych, albo też kable w pancerzach z taśmy żelaznej zawieszane w taki sposób, ażeby nie były narażone na ciągnięcie.

W suchych bezpiecznych pod względem pożaru szybikach mogą być stosowane przy niskim napięciu przewody izolowane.

Rozstawienie zawieszonych nie może przekraczać 6 metrów; na przestrzeni między dwoma umocowaniami kabel może być obciążony tylko ciężarem własnym.

6. Gdy przewody są narażone na działanie kapiącej wody, zużytego powietrza i t. p., muszą one być osłonięte płaszczem ołowianym lub wzmocnione oponą gumową, a w razie potrzeby, pomalowane odpowiednią masą.

7. Zewnętrzna ochrona metalowa przewodów giętkich dla przyrządów przenośnych nie może być użyta jako jedyny przewód uziemiający.

8. Przewody izolowane zakładane na stałe muszą być prowadzone na izolatorach dzwonowych, gałkach okapowych lub w metalowych rurkach. Odległość przewodów nieosłoniętych od ścian i stropów musi wynosić najmniej 2 cm.

Najmniejszy przekrój dla przewodów izolowanych założonych na izolatorach wynosi 2,5 mm<sup>2</sup>.

9. Rurki metalowe, lub rurki izolacyjne w płaszczu metalowym, muszą być tak wykonane, aby zdołały się oprzeć przewidywanym wpływom mechanicznym i chemicznym. Złącza rurek metalowych należy łączyć metalicznie, same zaś rurki uziemiać.

10. Przewody izolowane, znajdujące się nad spągiem mniej niż 1,8 m, muszą być zabezpieczone od przypadkowego dotknięcia oraz uszkodzeń.

11. Należy unikać zakładania kabli w spągu zwłaszcza w wypadkach, gdy kable mogą być narażone na działanie wody lub prądów błędzących.

12. Przy układaniu kabli w chodnikach przewozowych należy je zabezpieczyć przed uszkodzeniami od wykołojonych wozów.

### § 7. Lampy i ich sprzęt.

1. Oprawki żarówkowe z zewnętrzną łuską metalową na wysokości dosięgu mogą być użyte tylko z kloszem ochronnym, któryby osłaniał żarówkę i oprawkę zarazem. Można nie dawać klosza jeżeli zewnętrzne części oprawki są zrobione z materiału izolacyjnego i jeżeli wszelkie części przewodzące prąd zabezpieczone są od dotknięcia.

2. Żarówki i ich oprawki dopuszczalne są w obwodzie wysokiego napięcia tylko w tym wypadku, gdy są przyłączone do istniejących sieci kolejkowych lub silnikowych prądu stałego. W tym przypadku jednak należy stosować oprawki izolowane, a pozatem jeszcze kagańce ochronne.

3. Przy pogłębianiu szybów wolno używać napięcia pomiędzy przewodami tylko do 250 V zarówno dla lamp rozmieszczonych pojedynczo jak i złączonych w grupy.

Poszczególne lampy lub grupy lamp muszą być umieszczane w solidnych szczelnie zamkniętych latarniach i zabezpieczone od uszkodzeń krątą lub innymi ochronami metalowymi. Połączenia z przewodami muszą znajdować się wewnątrz latarni. Zawieszanie lamp na przewodach doprowadzających jest zabronione.

4. Wymieniać lampy można tylko wtedy, gdy prąd jest wyłączony z oprawki na obu biegunach z wyjątkiem takich konstrukcji oprawek, przy których nie zagraża niebezpieczeństwo dotknięcia części pod napięciem lub części metalowych nieuziemionych.

5. Rurki przy świecznikach, które mają pomieścić co najmniej 2 przewody, muszą posiadać co najmniej 11 mm średnicy wewnętrznej.

6. Oprawki z kurkiem, oprawki Mignon jak również zwieszaki sznurowe są zabronione.

### § 8. Urządzenia przenośne.

1. Do przyrządów przenośnych może być stosowane tylko niskie napięcie. Przyrządy przenośne powinny być zasilane przewodami giętkimi o przekroju nie mniejszym niż 1,5 mm<sup>2</sup> w silnym pancerzu gumowym z odporną na uszkodzenia mechaniczne osłoną zewnętrzną, w każdym razie o jakości nie gorszej, niż sznur przemysłowy SP według norm PKE.

2. Wszystkie części metalowe maszyn i aparatów, nie będące pod napięciem, muszą być uziemione.

3. Kabel ruchomy zasilający musi być dołączony do przyrządu za pomocą połączeń stykowych. Koniec kabla łączony z przyrządem ma posiadać gniazdo wtyczkowe, przyrząd zaś wtyczkę.

4. Każdy przyrząd ruchomy ma być zasilany od rozdzielczego punktu niezależnym przewodem, np. wrębiarki, wiertarki, lampy ręczne i t. p.

5. Przenośne ręczne silniki elektryczne (np. do wiertarek) nie mogą być stosowane przy prądzie zmiennym o napięciu względem ziemi powyżej 70V (np. skojarzenie — 125 V); z uziemionym zerem przy prądzie stałym wolno stosować tylko napięcie niskie.

W miejscach suchych dozwolane jest również napięcie skojarzone prądu zmiennego do 220 woltów.

6. Do wiertarek i wrębówek zaleca się stosowanie osobnych transformatorów małej mocy, któreby oddzielały elektrycznie daną grupę przyrządów od całej pozostałej sieci elektrycznej.

Tak obwód wtórny, jak i pierwotny każdego transformatora ma być zabezpieczony elektrycznie od przeciążeń.

7. Kable do połączeń wrębówek i wiertarek prądu trójfazowego muszą posiadać cztery przewody, z których jeden służy do uziemienia wyłączników i maszyn; przewód uziemiający musi być wykonany według przepisów ogólnych.

8. Gniazda wtyczkowe do silników i przyrządów przenośnych mają być tak wykonane, aby przy włożeniu wtyczki uziemienie kadłuba maszyny było pewne i następowało wcześniej, niż połączenie faz.

### § 9. Urządzenia strzelnicze przyłączone do sieci prądu silnego.

1. Do zapalania nabojów wolno stosować tylko napięcie niskie.

2. Przewody do zapalania nabojów mają odpowiadać przepisom i normom na przewody prądów silnych.

Na odległości ostatnich 80 m przed zapalnikiem można stosować przewody powleczone gumą bez specjalnej osłony, a w miejscach suchych nawet przewody gołe założone na podstawkach izolacyjnych. Drzewo suche może być w tych wypadkach uważane za podstawę izolacyjną.

3. Przewody do zapalania nabojów można przyłączyć do sieci prądu silnego tylko za pomocą wyłącznika, któryby wyłączał wszystkie bieguny i znajdował się pod kluczem. W celu zwiększenia bezpieczeństwa ma się znajdować między wyłącznikiem a przewodem do zapalania nabojów, jeszcze jeden przerywacz również zamykany na klucz. Wyłącznik albo przerywacz musi być tak urządzony, aby nie można go było pozostawić w stanie włączonym.

4. W pobliżu przyłączenia zapalnika zaleca się założenie przyrządu zwierającego, którego zwarcie można usuwać z miejsca bezpiecznego. Zaleca się stosowanie urządzeń wskazujących obecność napięcia w przewodach głównych założonych na stałe do których przyłącza się urządzenia strzelnicze.

5. Do przyrządów wyżej wspomnianych nie wolno używać materiałów izolacyjnych mało odpornych na wilgoć, jako to: marmuru, łupku i t. p.

6. Przy pogłębianiu szybów przewodów do zapalania naboju aż do ostatnich 80 m ma być wykonany ze sznura bębnowego nie gorszej jakości niż przewód NLT według przepisów niemieckich. Przewody do zapalania naboju lub też wszelkie inne przewody prądu silnego leżące w bezpośredniej bliskości z nimi, muszą być opancerzone. Opancerzenie ma być uziemione.

7. Nie wolno używać do zapalania naboju przewodów, które są przeznaczone do innego celu. W specjalnych warunkach miejscowych można uczynić odstępstwo od tego przepisu, ale z warunkiem, że wypełnione będą wymagania podane w § 39. Przewody do zapalania naboju nie mogą być zespolone z innymi przewodami prądu silnego w postaci przewodu wielożyłowego.

#### § 10. Urządzenia sygnałowe szybowe.

1. Urządzenia sygnałowe dla każdego wyciągu szybowego muszą być zasilane z odrębnego źródła, do którego nie może być dołączony żaden inny odbiornik prądu.

Przewodów sygnałowych kilku urządzeń wyciągowych nie można łączyć w jednym kablu.

2. Przyłączenie urządzenia sygnałowego do sieci prądu silnego jest wtedy tylko dopuszczalne, gdy niema żadnych bezpośrednich połączeń elektrycznych między urządzeniem sygnałowym, a siecią prądu silnego np. zasilanie przez przetwornicę jednotwornikową lub autotransformator (transformator o jednym tylko uzwojeniu) jest niedopuszczalne. Wyjątek jest dopuszczalny dla szybików nie służących do przewozu ludzi.

3. Należy stosować urządzenia wskazujące samoczynnie maszyniście zanik napięcia sygnałowego.

4. W urządzeniach sygnałowych nie mogą być stosowane przewody nieosłonięte.

5. Łączniki sygnałowe mają być tak wykonane, aby przy błędne połączenie było niemożliwe.

#### § 11. Trakcja elektryczna.

1. Do przewozu elektrycznego zapomocą lokomotyw z górnym przewodem ślizgowym może być stosowany tylko prąd stały. Przewody jezdne muszą być zawieszane na odpowiedniej wysokości; o ile to jest niemożliwe, przewody muszą być zaopatrzone w takie urządzenia ochronne, któreby ochroniły ludzi od przypadkowego dotknięcia się do przewodu ślizgowego. Wysokość odpowiednia wynosi najmniej 1,8 m. przy prądzie stałym niskiego napięcia, a 2,2 m przy prądzie stałym wysokiego napięcia, ponad główką szyn. Chwilowe wahania wartości napięcia w sieci przewodów trakcji elektrycznej niskiego napięcia prądu stałego nie mogą przekraczać 280 woltów. W takich sieciach silniki elektrowozów mają być zbudowane na na-

pięcie nominalne nie wyższe niż 220 woltów, a maszyny zasilające — nie wyższe niż 250 woltów.

Prąd zmienny może być stosowany tylko w urządzeniach istniejących lub przy ich przedłużeniach, jednak z zastrzeżeniem, że wysokość przewodu jezdne będzie wynosiła najmniej 2,2 m.

2. Przewody zasilające muszą być odłączalne od źródła prądu, a w punktach zasilania i od przewodów górnych ślizgowych.

Gdy wyłącznik sekcyjny odłącza wraz z przewodem zasilającym odpowiedni odcinek przewodu górnego ślizgowego, nie jest koniecznym odłączenie w punkcie zasilania.

3. Na stacjach, krzyżowaniach i przejściach muszą być przymocowane tablice ostrzegawcze, które głoszą o niebezpieczeństwie przy dotknięciu przewodów górnych ślizgowych. Tablice te muszą być oświetlone.

4. Przewody jezdne, które nie wiszą na dwukloszowych izolatorach porcelanowych lub równwartych, muszą być dwukrotnie izolowane względem ziemi.

5. Druty wieszakowe i odciągowe wszelkiego rodzaju muszą być izolowane dwukrotnie, względnie zapomocą dwukloszowych izolatorów porcelanowych.

Niewolno używać przewodników gołych do połączeń poprzecznych przeznaczonych do wyrównania napięcia w przewodach jezdnych ślizgowych.

6. Na elektrowozach kolejek muszą się znajdować zwieraki umożliwiające wykonanie umyślnego zwarcia, które powoduje automatyczne odłączenie przewodu przez wyłącznik nadmiarowy w podstacji lub obniżenie napięcia w danym punkcie do granic nie zagrażających życiu ludzkiemu.

7. Na odgałęzieniach muszą być umieszczane wyłączniki odcinkowe.

8. Podział przewodu górnego na sekcje ma być tak wykonany, aby odbieraki prądu lokomotyw nie mogły przerzucić napięcia przez przerwę; na sekcję odłączoną, w przeciwnym razie odłączona sekcja musi być uziemiona.

9. W przewodach głównych nie odgałęzionych wyłączniki odcinkowe mają być stosowane w przybliżeniu co 1000 m. Stan połączenia wyłącznika odcinkowego musi być widoczny z zewnątrz.

Do przełączania wyłączników odcinkowych mogą służyć tylko specjalne klucze.

10. Przy sieciach przewodów górnych, zasilanych kilkoma niezależnymi przewodami, każdy przewód zasilający musi posiadać wyłącznik nadmiarowy.

1. Szyny kolei, użyte na przewody odsyłowe, muszą być na złączach dokładnie połączone elektrycznie. Poza tem w odstępach co najwyżej 100 m. szyny muszą być równoległe ze sobą połączone elektrycznie drutami poprzecznymi.

Styki szyn powinny posiadać złącza elektryczne, których opór nie może być większy, niż opór jednej szyny. Największy zmierzony spadek napięcia w szynach przy ruchu normalnym nie może w żadnym punkcie kolejkę przekraczać 20 woltów.

Złącza powinny posiadać konstrukcję zapewniającą stały kontakt, a użyte do ich budowy metale winny być odporne na działania destrukcyjne.

12. Wszystkie rury, pancerze kabli, przewody sygnałowe, leżące wzdłuż kolejkę elektrycznej

muszą być w miejscach odgałęzień i w punktach końcowych kolejki, najmniej jednak co 250 m, połączone elektrycznie z szynami, o ile przerzut prądu z przewodów górnych do powyższych urządzeń nie jest w inny sposób uniemożliwiony.

### § 12. Elektrowozy kopalniańskie.

1. Odbieraki poślakowe winny mieć użyteczną szerokość 300 mm. Przy odchyleniach wysokości przewodu górnego ślizgowego o plus minus 100 mm odbierak powinien pracować bez zarzutu, a przy zmianie kierunku ruchu — samoczynnie zmieniać położenie.

Do nastawników i odbieraków prądu można stosować odpowiednio nasycone drzewo, jako materiał izolacyjny.

2. Między odbierakiem a pozostałą częścią urządzenia elektrycznego w elektrowozie należy w miejscu widocznym umieścić odłącznik, któryby jednak nie przerywał oświetlenia, albo też należy tak urządzić odbierak, aby można go było zatrzymać na stałe w stanie odciążonym od drutu jezdny.

3. Każdy elektrowóz musi być zaopatrzone w główny bezpiecznik topikowy lub samoczynny wyłącznik dla silników.

4. Akumulatory elektrowozu mogą stać na drzewie na pojedynczej podkładce z materiału izolacyjnego odpornego na wilgoć.

5. Przewody do prądów jezdnych mogą otrzymać przekroje, odpowiadające nominalnemu prądowi bezpieczników, albo przekroje większe. Druty do prądów hamowania mają być przynajmniej tej samej grubości, co przewody prądów jezdnych.

Wszelkie inne przewody należy wyznaczać według § 24 Przep. Og. Przekroje przewodów do prądów jezdnych z miedzi przewodowej wyznacza się według tablicy następującej.

Przekrój mm <sup>2</sup>	Nominalne natężenie prądu w bezpieczniku A
10	60
16	80
25	100
35	125
50	160
70	200
95	225
120	260

6. Przewody izolowane w elektrowozach należy tak założyć, aby ich izolacja nie mogła się uszkodzić od ciepła z sąsiednich oporników.

7. Izolowane przewody biegnące obok siebie można założyć albo w postaci przewodu wielokrotnego, otoczonego wspólną oponą ochronną, któraby niedopuszczała do tarcia wzajemnego poszczególnych przewodów, albo też w postaci przewodów pojedynczych, któreby były za pomocą środków izolacyjnych tak zabezpieczone, aby w przepustkach przez ścianki nie mogły się przetrzeć.

8. Korby nastawników muszą być tak urządzone, aby można je było wyjąć tylko po wyłączeniu prądu jezdny.

9. Przewody doziemne i przewody prądu hamowania niezależnie od prądu jezdny nie mogą mieć bezpieczników, lecz powinny być w razie potrzeby wyłączane tylko w nastawniku.

10. Części oprawek, łączników, bezpieczni-

ków i t. p. będące pod napięciem muszą być osłonięte materiałem izolacyjnym. Tektura nie może uchodzić za materiał izolacyjny.

11. Ludzi wolno przewozić tylko w wózkach, zaopatrzonych w daszki metalowe, połączone metalicznie z podwoziem i po tych odcinkach, które mają urządzenia następujące:

Na przystankach w czasie wsiadania i wysiadania ludzi przewód jezdny musi być pozbawiony napięcia zapomocą wyłącznika, z wyłącznikiem tym należy połączyć lampki sygnałowe czerwone i zielone. Dopóki wyłącznik jest zamknięty, a przewód jezdny jest pod napięciem, mają się palić lampki czerwone, a przy otwartym wyłączniku, gdy przewód jest bez napięcia, mają się palić lampki zielone. Lampki barwne muszą być w takiej liczbie rozmieszczone, aby z każdego miejsca pociągu można było widzieć chociażby jedną lampkę.

12. Elektrowóz musi posiadać metalowy dach, aby zabezpieczyć motorowego od dotknięcia przewodu górnego. Dach ten musi być połączony z podwoziem metalicznie. Dachy może nie być gdy przewód górny znajduje się na wysokości 2 m nad podłogą elektrowozu. Budka motorowego musi posiadać możliwość wyjścia z dwóch stron.

### § 13. Wyrobiska (pomieszczenia) z gazami wybuchowymi lub pyłem węglowym.

1. Za wyrobiska (pomieszczenia) niebezpieczne pod względem gazów wybuchowych uważa się te, które uznane zostały za takowe przez władze górnicze. W tych wyrobiskach (pomieszczeniach) niezależnie od wyżej podanych przepisów, muszą być stosowane następujące przepisy dodatkowe:

2. Mają być stosowane tylko takie maszyny, transformatory i aparaty, których budowa odpowiada „zasadom budowy maszyn, transformatorów i przyrządów, przeznaczonych do pracy w gazach wybuchowych i których zgodność z temi zasadami stwierdzona została przez miarodajną polską stację doświadczelną; lub też takie, których zastosowanie zostało ze względu na mały w danym wypadku stopień niebezpieczeństwa wyrobiska (pomieszczenia) dozwolone przez odnośne władze górnicze.

3. Sieć przewodów musi być wyłączalna na wszystkich biegunach z powierzchni lub z takich miejsc, gdzie niema zupełnie gazów wybuchowych.

4. Można stosować tylko takie żarówki, w których ciało świecące jest szczelnie zamknięte od dopływu powietrza.

Żarówki mają mieć mocny klosz ochronny i kaganiec spleciony z grubego drutu.

Żarówki można wymieniać tylko po odłączeniu lampy od napięcia.

5. Gołe przewodniki można stosować tylko do przewodów uziemiających. Kable opancerzone mają posiadać grubości ołowiu i pancerza odpowiadającego najcięższemu typom przewidzianym w polskich normach na przewody przy danym napięciu.

Przewodniki izolowane mogą być założone tylko w wytrzymałych uziemionych rurkach żelaznych lub stalowych, albo też w postaci kabli.

Przewody giętkie do przyłączania przenośnych odbiorników prądu muszą mieć specjalnie mocną i trwałą oponę ochronną.

6. Lokomotywy elektryczne z przewodem górnym ślizgowym są wzbronione, natomiast dozwolo-

ne są lokomotywy akumulatorowe specjalnej budowy.

7. W pomieszczeniach ruchu elektrycznego ze stałą obsługą musi znajdować się lampa bezpieczeństwa, wskazująca z detaliczną pewnością 1 proc. gazu wybuchowego w powietrzu.

O ile zawartość gazu wybuchowego w powietrzu przekroczy granicę przewidzianą odnośnymi przepisami górniczo-policijnymi, obsługa danego wyrobiska (pomieszczenia) musi je opuścić, zabierając ze sobą lampę bezpieczeństwa.

Dalsza praca urządzeń elektrycznych w atmosferze zagazowanej może być dopuszczona jedynie w wypadkach nieodwrotnych, uprzednio przez Zarząd Kopalni przewidzianych i objętych, przez tenże Zarząd wydaną, specjalną instrukcją.

Wyłączanie i włączanie w takich wypadkach urządzeń elektrycznych do sieci może się odbywać tylko z miejsc niezagrażonych dopływem gazu wybuchowego lub w miejscu pracy pod warunkiem, że budowa tych urządzeń odpowiada „zasadom budowy maszyn, transformatorów i przyrządów przeznaczonych do pracy w gazach wybuchowych”.

8. Zaleca się stosowanie systemów zabezpieczenia linii odłączających samoczynnie napięcie w wypadkach: 1) doziemienia i upływu prądu wskutek uszkodzeń izolacji, 2) przerwy w przewodzie lub uzwojeniu i 3) przeciążenia lub zwarcia. Po zastosowaniu takich systemów bezpieczniej jest sieci na stałe nie uziemiać.

9. Przynajmniej raz do roku cała instalacja elektryczna musi być zbadana przez urzędowego rzeczoznawcę. Prócz tego części, posiadające ochrony specjalne przeciwwybuchowe, muszą być zbadane przynajmniej raz na tydzień przez wyznaczonego przez zarząd zakładu fachowca elektryka.

#### § 14. Przepisy ogólne.

1. Płyty z marmuru, łupku i t. p. kamieni można stosować w urządzeniach elektrycznych tylko w oleju.

2. W podz. kop. należy tak umocować wszelkie osłony ochronne, aby można je było zdjąć tylko zapomocą narzędzi.

W podz. kop. nie wolno stosować osłon ochronnych z tektury lub innego materiału mało odpornego. W niektórych wypadkach może być stosowane drzewo.

3. W podz. k. należy stosować kilka uziemień naraz i dokładnie łączyć je ze sobą przewodami.

Można przytem korzystać ze ścieków, żompi i t. p. W każdym razie należy o ile możliwości korzystać z rurociągów wodnych kopalnianych jako ziemi. Części metalowe instalacji jak np. szkielety tablic które nie są pod napięciem, rurociągi i t. p., a są wystawione na dotknięcie przypadkowe i znajdują się w tem samym pomieszczeniu, należy dokładnie połączyć ze sobą i z przewodem uziemiającym. Płaszcz ołowiany wraz z panczerzem żelaznym kabla mogą być użyte za przewód uziemiający. Poza to należy wszelkie inne części metalowe wystawione na przypadkowe dotknięcie, jak np.: przewody rurowe, szyny i t. d. możliwie często łączyć z przewodem uziemiającym. Stan uziemienia urządzeń ma być sprawdzony i mierzony przynajmniej raz do roku.

4. W komorach maszyn stałych i podstacjach muszą się znajdować skrzynki z piaskiem lub specjalne aparaty dla gaszenia pożaru, z płynem lub gazem nie przewodzącym prądu i nie trującym.

5. Pomieszczenia ruchu elektrycznego bez obsługi muszą być zamykane na klucz.

6. Tablice ostrzegawcze muszą być umieszczone wszędzie tam, gdzie zachodzi potrzeba ostrzeżenia o grożącym niebezpieczeństwie.

7. W większych pomieszczeniach wysokiego napięcia muszą znajdować się w miejscach dostępnych drażki izolacyjne, lub szczytce izolacyjne, do niesienia pomocy ofiarom porażenia prądem.

8. Obudowa chodników i pomieszczeń podziemnych, tam gdzie znajdują się urządzenia elektryczne, musi być starannie dozorowana i dobrze utrzymana.

9. Główna stacja elektryczna lub podstacja, z której prąd bezpośrednio idzie do kopalni, winna mieć połączenie telefoniczne z poziomami, na których są instalacje elektryczne.

10. Instalacja elektryczna podziemna musi być obejrzana najmniej raz na tydzień przez kompetentny personel dla przekonania się, czy wszystko jest w należytych porządku. Najmniej raz na kwartał musi być pomierzony stan izolacji. Stan izolacji urządzeń w podziemiach kopalni przesyconych wilgocią podlega wyjątkom wymienionym w par. 3 p. 13 przepisów ogólnych, pod warunkiem jednak, że urządzenie samo jest bez zarzutu.

11. Wyniki inspekcji i pomiarów wyszczególnionych w par. par. 83 i 90 muszą być wciągane do książki kontroli na ten cel przeznaczonej.

## PRZEMYSŁ I HANDEL.

### Ze spółek Akcyjnych.

#### Polskie Zakłady Siemens, Sp. Akc.

Zwyczajne Walne Zgromadzenie Akcjonariuszów Spółki zostało wyznaczone na dzień 12 lipca 1928 r., o godz. 4 po południu w Warszawie, w biurze Spółki przy ul. Foksal 18.

Porządek obrad obejmuje: 1) Wybór przewodniczącego. 2) Sprawozdanie Rady Zarządzającej i Komisji Rewizyjnej za rok operacyjny 1927-28. 3) Zatwierdzenie Bilansu oraz Rachunku Strat i Zysków za ubiegły rok operacyjny 1927-28, oraz udzielenie absolutorjum Radzie Zarządzającej. 4) Podział Zysków. 5) Ustalenie wynagrodzenia dla człon-

ków Rady Zarządzającej i Komisji Rewizyjnej. 7) Upoważnienie Rady Zarządzającej do korzystania z kredytów, z ewent. zabezpieczeniem tychże na hipotecę, należącej do Spółki nieruchomości. 8) Zatwierdzenie przerachowanego bilansu brutto na dzień 1 lipca 1928 r., stosownie do art. 8 Rozporządzenia Prezydenta Rzeczypospolitej z dnia 22 marca 1928 r. 9) Wolne wnioski.

#### Pomorska Elektrownia Krajowa „Gródek” Sp. Akc.

Walne Zgromadzenie Spółki uchwaliło dnia 11 czerwca 1928 r. wypłacić Akcjonariuszom dywidendę za rok 1927 w wysokości 6 proc.

Wypłata dywidendy uskutecznić się będzie za wręczeniem kuponu Nr. 4 za r. 1927 w biurze w Toruniu, ul. Mickiewicza Nr. 5, III piętro, począwszy od dnia 1 lipca 1928 r. w godzinach od 9-ej do 13-ej; poza tem kupony pokrywać będzie Polski Bank Przemysłowy w Warszawie, ul. Senatorska 42.

#### Elektrownia Okręgowa w Pruszkowie Sp Akc.

Sprawozdanie za ósmy rok operacyjny (1927). Rok sprawozdawczy był trzecim pełnym rokiem eksploatacyjnym przedsiębiorstwa. Poniżej podajemy zestawienie rozwoju produkcji i sprzedaży energii w tym okresie czasu:

	1925 rok		1927 rok			1926 rok		
	kWh	%	kWh	%	wzrost w stos. do roku poprz. %	kWh	%	wzrost w stos. do roku poprz. %
Produkcja energii, kWh	7 592 447	100	8 433 610	100	11	12 393 085	100	47
Własne zużycie	2 286 542	30	1 973 096	23		2 152 688	17	
Straty w sieciach	317 283	4	970 755	12		1 215 497	10	
Sprzedaż roczna	4 988 622	66	5 489 759	65	10	9 023 901	73	65
Z powyższej ilości sprzedano:								
Dla przemysłu	3 968 156	80	4 310 545	79	8,5	6 961 589	77	61
Obcym sieciom rozdzielczym	—		—			256 570	3	
Kolei elektrycznej	—		—			84 500	1	
Dla drobne o napędu	415 915	8	477 612	8	15	904 800	10	89
Dla mieszkań	481 671	10	491 422	9	2	572 604	6	17
Dla oświetlenia ulic	122 880	2	210 272	4	71	243 838	3	15
<b>R A Z E M</b>	<b>4 988 622</b>	<b>100</b>	<b>5 489 759</b>	<b>200</b>	<b>20</b>	<b>9 023 901</b>	<b>200</b>	<b>65</b>

Z powyższego zestawienia wynika, że w roku sprawozdawczym nastąpił silny wzrost sprzedaży energii, wynoszący 65 proc. w stosunku do sprzedaży w 1926 r. Największy wzrost, bo wynoszący 89%, wykazała sprzedaż prądu dla drobnego napędu, a następnie dla przemysłu, wynoszący 61%. Mniejszy przyrost wykazało zużycie prądu dla mieszkań i oświetlenia ulic.

Wpływy z dochodów eksploatacyjnych wzrosły ze Zł. 1 455 026 86 w 1926 roku do Zł. 2 096 092,47 w roku sprawozdawczym, t. j. o 44%.

Celem wzmoczenia sprzedaży prądu dla mieszkań wprowadzono z końcem roku nowy system taryfikacji, umożliwiającą użycie prądu w domu nie tylko dla oświetlenia, lecz i dla grzania i gotowania, jak również wprowadzono ułatwienia kredytowe dla instalatorów, dające im możliwość wykonania instalacji i dostawy lamp, świeczników, motrów i aparatów użytku domowego przy dogodnych dla odbiorców prądu spłatach ratałnych.

Spółka wykonała w ciągu całego roku sprawozdawczego bardzo poważne roboty inwestycyjne, a mianowicie montowane były dwa nowe kotły po 400 m<sup>2</sup> powierzchni ogrzewalnej i jeden zespół turbinowy o mocy 8 000 kW. Urządzenia te uruchomione zostały w marcu b. r.

W roku sprawozdawczym wybudowano 8 km linii przewodów o napięciu 35 000 V, 21 km linii o napięciu 5 000 V i 15 km sieci niskonapięciowych. Ilość stacji transformatorowych zwiększyła się o 13 nowych stacji, moc ich o 21<sup>99</sup> kVA.

Ogółem posiadała Spółka w dniu 31 grudnia 1927 roku 21,9 km. linii o napięciu 35 000 V, 73,8 km. linii o napięciu

5000 V i 11,4 km. linii niskonapięciowych, czyli razem 207,1 km linii, 3 stacje transformatorowe o napięciu 35 000/5000 V o łącznej mocy 6000 kVA i 51 stacji transformatorowych o napięciu 5000/380/220 V o łącznej mocy 7175 kVA. Cała ta rozległa sieć została wybudowana w ciągu ostatnich czterech lat.

W roku bieżącym, po załatwieniu ostatnich formalności z uzyskaniem nowego uprawnienia rządowego na cały powiat warszawski na lewym brzegu Wisły i na powiat białski, projektuje się rozpoczęcie budowy przewodów do Błonia oraz do Konstancina i Jeziorno.

W roku sprawozdawczym nie była jeszcze Spółka w stanie wykazać czystego zysku, co zresztą w pierwszych latach istnienia w elektrowniach nowopowstałych, w okolicy jeszcze nie zelektryfikowanej, jest objawem normalnym. Szybkie jednak obecnie tempo rozwoju sprzedaży energii wskazuje na to, że okres ten kończy się i że w najbliższej przyszłości przedsiębiorstwo stanie się zyskowne.

#### R ó z n e .

##### Udział kapitałów zagranicznych w przemyśle polskim.

Ministerjum przemysłu i handlu opracowało ostatnio na podstawie posiadanych materiałów, statystykę udziału kapitałów zagranicznych w naszych spółkach akcyjnych.

Udział kapitału zagranicznego w polskich spółkach akcyjnych (czynnych na ziemiach polskich prócz ziem Zachodniej Polski) przedstawiał się w d. 1 stycznia 1927 r. w sposób następujący:

Rodzaj przemysłu	K a p i t a ł a k c y j n y		
	ogółem tys. zł.	w tem zagr. tys. zł.	% udział tys. zł.
Przemysł włókienniczy	348 110	36 873	11%
Górnictwo i hutnictwo	262 166	83 868	32%
Przemysł naftowy	184 304	110 872	60%
Przemysł spożywczy	174 562	6 734	4%
Przem. metal. i elektrotechn	164 700	21 187	15%
Przemysł chemiczny	80 050	15 011	19%
Elektrownie	66 404	29 651	43%
Papiernie	43 488	6 438	15%
Przemysł drzewny	23 953	3 602	15%
Pozostałe przemysły	180 568	8 569	5%
<b>Raz. 850 spółek akcyjnych</b>	<b>1 528 305 t. zł.</b>	<b>322 805 t. zł.</b>	<b>21%</b>