

PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN STOWARZYSZENIA ELEKTROTECHNIKÓW POLSKICH

pod naczelnym kierunkiem prof. M. POŻARYSKIEGO.

Rok IX.

15 Czerwca 1927 r.

Zeszyt 12.

Redaktor inż. WACŁAW PAWŁOWSKI.

Warszawa. Czackiego 5, tel 90 23.

Znamienne rysy rozwoju elektryfikacji ostatnimi laty w obcych krajach.

Tadeusz Czaplicki.

(Dokończenie).

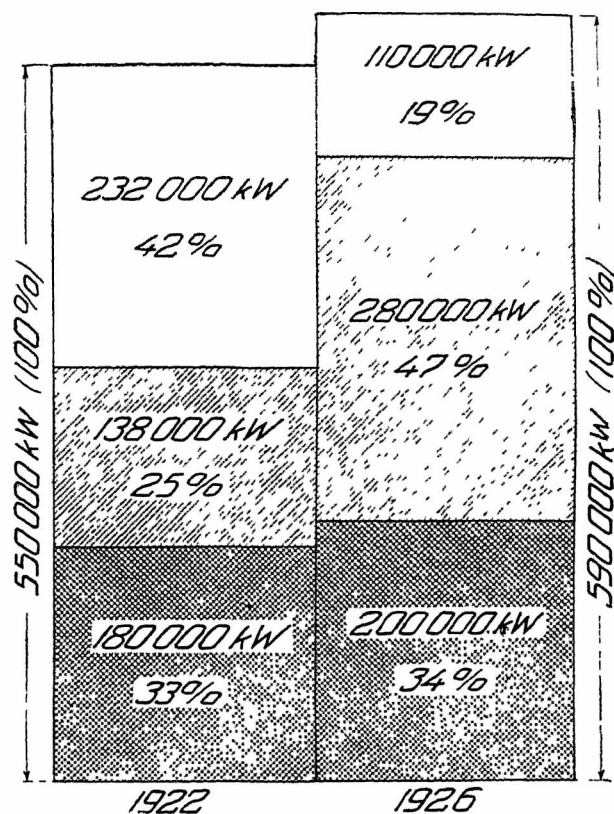
8. *Akumulacja energii.* Następną znamienną cechą lat ostatnich jest bardzo poważny rozwój urządzeń do gromadzenia i przechowywania energii. W siłowniach wodnych pożytek i potrzeba takich urządzeń są oczywiste: wypływają one stąd, że moc, którą rzeka daje do naszej dyspozycji, praktycznie mówiąc, nigdy nie bywa równa każdorazowemu zapotrzebowaniu, albowiem i ilość wody w rzece nie jest stała, a zmienia się w ciągu roku, i obciążenie ulega ciągłym wahaniom, najpierw w ciągu doby, a następnie również w ciągu roku. W siłowni wodnej, nie posiadającej urządzeń do przechowywania energii, najwyższa moc, którą można zaofiarować do sprzedaży z zagwarantowaniem pewności dostawy, nie może więc przekraczać tej mocy, która odpowiada najgorszemu stanowi wody, a więc olbrzymie ilości energii w okresie lepszej wody lub mniejszego zapotrzebowania marnują się w takiej siłowni bezpowrotnie.

Niestety, nie posiadamy środków do przechowywania energii na wielką skalę pod postacią elektryczności, gdyż akumulatory elektryczne, cenne bardzo w niektórych dziedzinach zastosowania, są do tego celu nieprzydatne. Wobec tego energię wypada gromadzić i przechowywać w postaci niejako surowej, to jest wypada prosto wodę gromadzić w zbiornikach. Gromadzenie wody pozwala zwiększyć moc i wytwórczość siłowni wodnej.

Oddawna stosuje się zbiorniki, utworzone bezpośrednio na eksploatowanej rzece, przeważnie w górach, i napełniające się wodą wskutek wstrzymania jej czyli zastawienia. Ostatnimi laty wchodzi w coraz częstsze użycie jeszcze inny sposób akumulowania wody, znany również nie od dziś. Polega on na tem, że przy pomocy siły wodnej, otrzymanej zazwyczaj z niższej części rzeki, pompuje się wodę do zbiorników, które, nie tworząc części składowej łóżyska danej rzeki, są położone na dużej wysokości. Z gromadzeniem energii wodnej łączy się tu więc przetwarzanie jej z niższego ciśnienia na wyższe. Przy tym systemie akumulowania wody traci się co najmniej połowę energii, ale zbiorniki bywają tu wielokrotnie mniejsze. Pompy wprawia się w ruch bądź zapomocą turbin wodnych bezpośrednio, bądź za pośrednictwem silników elektrycznych. Sprawność urządzeń tego rodzaju można podnieść znacznie ponad 50%, jeżeli jest możliwość brania wody do pompo-

wania z takiego poziomu, że wysokość podnoszenia jest znacznie mniejsza niż spadek wody, spuszczonej ze zbiornika.

Zbiorniki, zasilane obu wskazanymi wyżej sposobami, bywają: 1) dzienne, które pozwalają dostosować zużycie wody do wahań obciążenia w ciągu doby,



Rys. 7. Rozbudowa zbiorników wodnych w Szwajcarii.

2) tygodniowe, dzięki którym można ponadto wykorzystać nadmiar wody, powstający w ciągu dwu sąsiednich dni tygodnia z powodu tak zwanej soboty angielskiej i niedzielnego zawieszania pracy, 3) sezonowe albo roczne, które dają możliwość przechowywania wody z okresu dużego dopływu na miesiące mało-wodne (te zbiorniki wypróżnia się niekiedy kilka razy do roku) i 4) wieloletnie, przy pomocy których można w lata suche zasilać rzekę wodą, nagromadzoną w latach mokrych (tego rodzaju zbiorniki urządza obecnie Szwedzi ze swych wielkich jezior).

Poważny ruch w kierunku szybkiej rozbudowy zbiorników wodnych na wielką skalę można zaobserwować ostatnimi laty we wszystkich krajach, posiadających siły wodne. Co się tą drogą osiąga i w jakim tempie się osiąga, jaskrawo ilustruje rys. 7, przedstawiający stan rzeczy w Szwajcarii według danych prof.

W. Wysslinga). Moc wszystkich szwajcarskich zakładów wodnych (z wyjątkiem specjalnych siłowni kolejowych i elektrochemicznych) wynosiła w okresie dużej wody (latem) według stanu rzeczy z końca 1922 r. ogółem 550 000 kW; w środku 1926 r. moc ta podniosła się nieco, mianowicie do 590,000 kW. Moc, którą te zakłady mogłyby rozporządzać w okresie małej wody (zimą), gdyby nie posiadały żadnych zbiorników, wynosiłaby zaledwie 33% (180 000 kW) w 1922 r. i 34% (200 000 kW) w 1926 r. Dzięki zastosowaniu zbiorników można było faktycznie mieć zimą do dyspozycji w 1922 r. jeszcze dodatkowych 25%, czyli ogółem 58% mocy letniej. Natomiast w r. 1926 wskutek bardzo intensywnej budowy zbiorników moc zimowa wynosiła już 81% mocy letniej, albowiem zapomocą zbiorników, zbudowanych w okresie czteroletnim, podniesiono zimową moc siłowni wodnych ni mniej ni więcej jak o 162 000 kW (z 318 000 kW do 480 000 kW). W r. 1922 zimą brakowało do mocy letniej 42%, w roku 1926 już tylko 19%; gdyby elektrownie szwajcarskie nie posiadały zbiorników, brakowałoby w 1926 r. 66%.

Akumulowanie energii praktykuje się nie tylko w siłowniach wodnych, ale i w parowych siłowniach ciepłych. Wprawdzie w elektrowniach parowych niema rozbieżności między podażą energii a zapotrzebowaniem jej, ponieważ tu spożycie paliwa zmienia się w ślad za zmianą obciążenia, atoli i tu przechowywanie energii ciepłej nie w formie najsurowszej, pod postacią paliwa, lecz w formie niejako półfabrykatu, pod postacią pary lub wody gorącej, może dać pewne korzyści gospodarcze. Wskutek ciągłych wahań zapotrzebowania energii komplety wytwórcze (prądnice, turbiny, kotły) pracują naogół nie przy pełnym obciążeniu; w takich warunkach ich średnia sprawność jest niższa niż w przypadku jednostajnego i pełnego obciążenia. Praca pewnej części zespołów trwa często bardzo krótko w ciągu doby. Korzyść, którą dają akumulatory pary lub akumulatory gorącej wody zasilającej, wypływa najpierw ze zredukowania kosztów zakładowych, albowiem przy akumulatorach liczba potrzebnych kotłów się zmniejsza, a następnie ze zredukowania kosztów ruchu, albowiem kotły pracują wtedy przy pełnym obciążeniu, a więc z wyższą sprawnością. Korzyść taka jest możliwa, mimo że i same akumulatory kosztują i straty w nich są dość poważne, bo wynoszą około 40%. Akumulatory ciepłe nadają się do dziennego regulowania produkcji energii, pozwalają zwiększyć ogólną produkcję, stanowią dobrą natychmiastową rezerwę.

Naogół akumulatory ciepłe nie zyskały dotychczas szerszego rozpowszechnienia w dużych elektrowniach parowych. Nie zyskały go ani akumulatory Ruthsa, dające parę o zmiennej prężności, ani akumulatory wody nagrzanej, których jest już kilka systemów. Akumulatory ciepłe mogą się niekiedy opłacać przy znacznych i częstych wahaniami obciążenia, np. w urządzeniach trakcyjnych, przede wszystkim zaś w urządzeniach, kojarzących produkcję energii z ogrzewaniem. Kombinacja siłowni ciepłych z instalacjami grzejnymi, czyli wyzyskanie tej samej pary zarówno do produkcji energii elek-

trycznej, jak i do ogrzewania, gotowania i t. p. celów, oddawna jest uznawane jako doskonały środek do podniesienia sprawności gospodarczej urządzeń ciepłych. Wprowadzenie wysokich prężności potęguje jeszcze pożytek takiej kombinacji, albowiem para o wyższym ciśnieniu daje się lepiej wyzyskać pod względem energetycznym i daje lepszy produkt (parę o wyższej temperaturze) do celów grzejnych. Nie można żądać, aby każda siłownia wyzyskiwała swą parę odlotową do celów grzejnych, ponieważ rzadko można znaleźć zbyt dla tej pary w dość bliskiej odległości i stale w takiej ilości, w jakiej ją elektrownia wytwarza. Ale odwrotne zapatrywanie ustala się coraz częściej: każda większa instalacja, wytwarzająca parę do celów grzejnych, winna być uważana za cenne źródło energii elektrycznej. Ścisłej mówiąc, każda taka instalacja może być łatwo obrócona w źródło energii przez podwyższenie prężności. Instalację ciepłą, w której można wyzyskać spadek prężności pary, traktuje się jako coś analogicznego do strumienia górskiego, którego spadek może być wyzyskany. Jak to, tak i tamto źródło energii powinno być zawsze zużytkowane, ilekroć następczają się sprzyjające okoliczności. W wielkich instalacjach do ogrzewania pomieszczeń, na przykład, warunki są pomyślne pod tym względem, że ogrzewanie jest potrzebne zimą w okresie największego zapotrzebowania światła. W krajach, jak Austria lub Szwecja, gdzie przemysł papierniczy jest bardzo rozwinięty, energia elektryczna już dziś wytwarza się na większą skalę z pary, produkowanej w fabrykach celulozy i papieru. Kompletnie wyzyskanie tego i analogicznych źródeł energii jest przewidziane w ogólnych planach elektryfikacji tych krajów.

Dążenie do obniżenia kosztów produkcji prądu drogą akumulowania energii jest tak silne, że nie tylko elektrownie wodne stosują zbiorniki wody, a elektrownie parowe akumulatory ciepła, lecz w przypadku równoległej pracy obu rodzajów siłowni proponuje się (w projektach całkiem nowoczesnych), a nawet praktykuje się już krzyżowanie tych systemów, to znaczy energię wodną akumuluje się pod postacią ciepła, energię zaś ciepłą gromadzi się w zbiornikach wody (zimnej). W pierwszym przypadku zbywającym prądem elektrycznym bądź bezpośrednio nagrzewa się akumulatory ciepłe, bądź napędza się osobne urządzenia do wytwarzania pary, w drugim przypadku przy pomocy prądu, wytwarzanego z paliwa, pompuje się wodę do zbiorników, położonych na dużej wysokości. Ta druga metoda, polegająca w gruncie rzeczy na tem, że przy pomocy paliwa tworzy się sztuczny wodospad o sprawności, nie przekraczającej 50%, może się wydać na pierwszy rzut oka czemś paradoksalnym. W istocie zyskowność tej metody z punktu widzenia kalkulacji kupieckiej jest w warunkach specjalnych całkiem możliwa: do pompowania wody stosuje się, oczywiście, tylko ten prąd pochodzenia ciepłego, którego koszt własny jest najniższy, z wody zaś, nagromadzonej w zbiorniku, wytwarza się prąd, sprzedawany według stawek najwyższych.

9. *Współzawodnictwo energii ciepłej i wodnej.* Żyjemy w okresie, kiedy koszt energii wodnej z biegiem czasu wzrasta, natomiast koszt energii ciepłej maleje.

Koszt energii ciepłej spada głównie wskutek wielkiego zmniejszenia zużycia paliwa. Wzrost kosz-

*) Stand und Entwicklung der Verwertung der schweizerischen Wasserkräfte (Trans. of the World Power Confer., Basle, Vol. I, p. 293).

tów siły wodnej tłumaczy się całym szeregiem przyczyn. Kapitał jest obecnie droższy niż był przed wojną i droższą ta silniej się odbija na kosztach energii wodnej niż na kosztach energii cieplnej. Ryzyko finansowe, większe przy zakładaniu elektrowni wodnych wskutek zaangażowania większych kapitałów, stwarza zwłaszcza w okresie niestabilnych stosunków walutowych (w razie możliwości poprawy kursu) dodatkowe niekorzystne warunki dla energii wodnej. Kraje, w których wykorzystanie sił wodnych dosięgło już pewnej skali rozwoju, muszą przystępować do wyzyskania źródeł mniej korzystnych, wymagających trudnych robót hydrotechnicznych. W wielu przypadkach warunki niekorzystne są wynikiem rabunkowej gospodarki wodnej z pierwszego okresu elektryfikacji, kiedy chwytano bez żadnego planu najłatwiejsze do użytkowania odcinki rzek, nie troszcząc się o racjonalne wyzyskanie całości. Potrzebne są bardzo kosztowne zbiorniki wodne, czyli naczynia do gromadzenia i przechowywania wody, którą natura daje nam darmo. Przegrody dolin do tworzenia zbiorników mają postać kolosalnych ścian, których wysokość wynosi kilkadziesiąt (np. 60 — 90) metrów, a długość u szczytu mierzy się na setki metrów. Ale nie tylko same budowle hydrotechniczne pociągają wielkie koszty, — kosztuje bardzo drogo i teren pod zbiorniki, albowiem zalaniu ulegają niekiedy cenne ziemie o wyższej kulturze rolnej, ba! całe wsie i miasta, które wypada przenieść na inne miejsca wraz z ich ratuszami, kościołami, szkołami, hotelami, cmentarzami i t. d. Linje dalekonośne z bardziej odległych miejscowości muszą być coraz dłuższe. Oto są ważniejsze przyczyny, które zmieniają wzajemny stosunek gospodarczy między energią wodną a ciepłą.

Jeżeli przed 20 — 30 laty wiadomą było rzeczą, że energia cieplna, wzięta w najpomyślniejszych warunkach, bynajmniej nie kosztuje drożej, niż energia wodna w okolicznościach niepomyślnych, że, naprzykład, fabryka szwajcarska, otrzymująca prąd z odległych gór, płaci niekiedy za kilowatogodzinę nie taniej, niż fabryka angielska, położona w pobliżu kopalni węgla, to obecnie sytuacja zmienia się o tyle na korzyść energii cieplnej, że nawet w Szwajcarii, to jest w tym kraju, który jest bogaty w siły wodne, a nie posiada żadnego paliwa, elektrownie ciepłe stają w dość licznych przypadkach do poważnego współzawodnictwa z wodnemi. W Szwajcarii, a także we Francji, w której kapitał był do niedawna dwa razy droższy niż przed wojną (10 — 11% zamiast 5 — 6%), uważano przed dwoma laty, że przy koniunkturach, które się wytworzyły w ostatnich czasach, jedynie siłownie, których roczne wyzyskanie przekracza 3000 — 4000 godzin, dadzą energję z wody napewno taniej niż z paliwa *). Przy słabszym zaś wyzyskaniu elektrowni bynajmniej nie jest rzeczą wykluczoną, że wyższa rentowność będzie po stronie paliwa, przyczem w miarę tego, jak spada roczna praca elektrowni, szanse energii cieplnej wzrastają szybko. Analogiczne zmiany zaszły i w Stanach Zjednoczonych. Świadczą o tem skargi, które się tam słyszy, że promień zasięgu siłowni wodnych, uzasadniony z gospodarczego punktu widzenia, zmniejsza się z każdym rokiem.

*) Przed wojną uważano, że granicę taką stanowi wyzyskanie trzy razy mniejsze.

Jak się będzie układał wzajemny stosunek kosztów energii cieplnej do kosztów energii wodnej w przyszłości? Nie braknie opinii, wypowiedzianych w tym sensie, że w przyszłości należy oczekiwać jeszcze większej zmiany na korzyść energii cieplnej, najpierw dlatego, że sprawność siłowni cieplnej można będzie podnieść w znacznie większym stopniu, niż sprawność siłowni wodnej, a koszty budowy elektrowni parowych będą się zmniejszać w miarę rozpowszechniania się ostatnich udoskonaleń technicznych, następnie dlatego, że można będzie osiągnąć duże korzyści przez jednoczesne wyzyskanie paliwa zarówno do celów chemicznych, jak i do wytwarzania energii, wreszcie dlatego, że kapitał będzie według wszelkiego prawdopodobieństwa z biegiem czasu coraz droższy.

Zapatrywania powyższego bynajmniej nie można podzielić bez zastrzeżeń. Na duże podwyższenie sprawności siłowni wodnych rzeczywiście liczyć nie można, ale też tą drogą nie osiągnęłoby się najsukceszniejszego obniżenia kosztów energii wodnej. Bez porównania donioslejsze znaczenie miałyby zmniejszenie kosztów budowy zakładów wodnych, a pod tym względem, jak utrzymują niektórzy specjaliści, dużo można zrobić przez wprowadzenie nowych metod w wykonywaniu robót hydrotechniczno-budowlanych, przez skrócenie okresu budowy i t. d. Przepowiednie, dotyczące wzrostu drożyzny kapitałów, mogą być słuszne chyba tylko na pewien mniej lub więcej długi przeciąg czasu. Historia ostatniego stulecia wskazuje, że stopa procentowa dla kredytu długoterminowego na rynkach międzynarodowych zmienia się w jednym i drugim kierunku, to znaczy wzrasta i spada, okresami, obejmującemi po kilka pokoleń. W ciągu stu lat, poprzedzających wybuch wielkiej wojny, takich okresów było cztery. Po wielkim zamęcie, który istniał na rynkach pieniężnych w epoce napoleońskiej, rozpoczął się mniej więcej od czasu kongresu wiedeńskiego pierwszy okres, wybitnie zniżkowy. Trwał on około 30 lat, to znaczy mniej więcej do połowy piątego dziesiątka. Po nim nadszedł okres stałego wzrostu stopy procentowej. Ciągnął się on aż do 1870 — 1871 r., kiedy nastąpił przełom i rozpoczął się trzeci okres, który trwał przeszło 25 lat i w ciągu którego stopa procentowa stale spadała, osiągając na schyłku XIX wieku najniższy poziom, jaki wogóle w tym wieku obserwowano. Wreszcie w czwartym okresie, który rozpoczął się w ostatnich latach ubiegłego stulecia, stopa procentowa znów się zmieniała w kierunku zwykłym¹⁾. Obraz ten odzwierciedla jeno najogólniejsze tendencje na międzynarodowym rynku pieniężnym, zależne od ogólnych koniunktur gospodarczych i od wypadków politycznych o charakterze międzynarodowym. Bezwzględna wielkość stopy procentowej bywała i bywa w różnych krajach różna, zależy bowiem ona od warunków lokalnych: od stosunku podaży kapitałów na miejscu do popytu na nie, przedewszystkiem zaś od tak zwanych „premijów za ryzyko“.

Z charakteru przedstawionych wyżej zmian, którym ulega ostatnimi laty wzajemny stosunek energii cieplnej i wodnej, nikt nigdzie nie wyciąga wnio-

*) P Wallich. Beiträge zur Geschichte des Zinsfußes von 1800 bis zur Gegenwart (Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik, 1911, 42. Bd., p. 289)

sku, że należy zaniechać budowy siłowni wodnych i całą uwagę zwrócić na siłownie ciepłe. Przeciwnie, wszędzie prawie spostrzegamy zabiegi, mające na celu przeciwdziałanie zmianom, niekorzystnym dla energii wodnej. Przez interwencję państwa usiłuje się wywrzeć wpływ na cyfry, do których doprowadza kalkulacja handlowa, oparta na zwykłych zasadach gospodarki prywatno - kapitalistycznej. Rządy różnych krajów popierają rozwój elektrowni wodnych bądź przez zdjęcie z nich ciężarów podatkowych, bądź przez subwencje, bądź przez udział w finansowaniu drogich urządzeń, zwłaszcza tych, które mogą oddać usługi całemu szeregowi siłowni i których budowa przekracza siły jednego przedsiębiorstwa, a więc np. zbiorników wodnych, linii dalekonośnych i t. p. W Rumunii elektrownie wodne są obdarzone szerokimi przywilejami, na budowę zaś siłowni ciepłych udziela się tam zezwoleń raczej w drodze wyjątku, a mianowicie tylko wtedy, gdy się dowiedzie, że elektrownia taka jest bezwzględnie niezbędna.

Czem się tłumaczy taka polityka? Częściowo wypływa ona z rozważań, uwzględniających interesy przyszłych pokoleń, a więc obliczonych na dłuższą metę. Wszak nie da się zaprzeczyć, że każdy rok zwłoki w wyzyskaniu sił wodnych to bezpowrotne marnowanie wielkich skarbów, które nam natura ustawicznie zsyła z góry i, odwrotnie, każda tona węgla, spalonego wyłącznie do produkcji energii elektrycznej, to bezpowrotna strata znacznej części wartości tego skarbu, który natura w ograniczonej ilości ukryła w łonie naszej ziemi. Ale są i inne motywy powyższej polityki, podyktowane interesem gospodarczym doby współczesnej. Jeżeli w każdym poszczególnym przypadku kalkulacja rzeczywiście wykazuje, że taniej wynosi, zależnie od okoliczności, bądź energia wodna, bądź energia ciepła, to rezultat taki otrzymuje się w przypuszczeniu, że tylko jeden z wymienionych rodzajów energii ma być zastosowany. Ale możliwa jest wszak jeszcze i kombinacja czyli współpraca obu form energii. Wtedy koszt energii bynajmniej nie zawsze będzie wynosił coś pośredniego między obu poprzednimi alternatywami, lecz w przeważającej bodaj ilości przypadków będzie jeszcze mniejszy od kosztu korzystniejszej energii, wziętej osobno. Z tych względów nigdzie teraz nie stawia się kwestii o współzawodnictwie energii ciepłej z energią wodną. Współpraca i wzajemna pomoc w celu osiągnięcia najkorzystniejszych rezultatów gospodarczych — oto hasło dnia dzisiejszego, oto zjawisko, uważane obecnie za jedynie naturalne.

W takich warunkach danie pierwszeństwa energii ciepłej może być w wielu razach całkiem usprawiedliwione. Siłownia ciepła występuje, jako awangarda elektryfikacji, przygotowująca teren dla elektrowni wodnej i obsługująca pewien okrąg póty, póki zapotrzebowanie w nim nie wzrośnie o tyle, że rentowność siłowni wodnej, pracującej przy współudziale siłowni ciepłej, zbudowanej uprzednio, będzie zapewniona.

Jeżeli wielką wagę przywiązuje się do wyzyskania sił wodnych wogóle, to co mówić o wyzyskaniu tych sił wodnych, które same stanowią produkt uboczny w innych urządzeniach technicznych. Mowa tu jest o jednoczesnej eksploatacji rzek równinowych do żeglugi i do produkcji energii. Dużą uwagę zwraca się obecnie na to źródło energii we wszystkich kra-

jach (we Francji, w Niemczech i in.). Myśli się o tem i u nas: ministerstwo robót publicznych wysuwa projekt budowy kanałów w Polsce, — węglowego ze Śląska do Bałtyku i tranzytowego z Pińska na Warszawę do Poznania. Według ogłoszonych obliczeń *) możnaby na tych kanałach otrzymać 240 milionów kWh rocznie, z tego koło 90 milj. kWh na odcinku Warszawa--Brześć. Kompletne wyzyskanie tej energii byłoby najzupełniej możliwe wobec istnienia już dużych elektrowni ciepłych. Urzeczywistnienie powyższego projektu miałyby dwa arcyenne skutki: 1) stworzyłyby się źródło energii w środku państwa, który się zasila obecnie paliwem przywozowym, co jest wielce niebezpieczne z punktu widzenia strategicznego, 2) kraj otrzymałby drogi wodne, które mu są nie mniej potrzebne niż elektryfikacja.

10. *Współpraca elektrowni.* Do obniżenia kosztów produkcji energii elektrycznej, do najracjonalniejszego wyzyskania bogactw energetycznych całego kraju i do najracjonalniejszego zaopatrzenia kraju w energię elektryczną — najlepsze i najdalej idące wysiłki poszczególnych przedsiębiorstw, wytwarzających i rozdzielających energią elektryczną, nie wystarczają.

Jeżeli obciążenie elektrowni jest niekorzystne, to znaczy jeżeli elektrownia jest słabo wyzyskana, to nawet wielki postęp w sprawności elektrowni ciepłych, osiągnięty w ostatnich latach i prawdziwie zasługujący na miano przewrotu, jest dla niej bez większego znaczenia. Zaoszczędzenie 1/2 kg węgla czyli np. 1 grosza na kWh obniża koszt energii o 8%, jeżeli koszt ten wynosi wskutek małego wyzyskania urządzeń 12 gr./kWh. Lecz to samo zaoszczędzenie daje już 33% niżki, jeżeli własny koszt prądu wynosi 3 gr./kWh. Prawdziwie wielkie korzyści elektrownie o dużej sprawności dają dopiero wtedy, gdy mogą współpracować z innymi elektrowniami.

Najważniejszym środkiem do podniesienia gospodarki elektrycznej na najwyższy stopień doskonałości jest zorganizowanie faktycznej ścisłej współpracy między siłowniami przez połączenie ich przewodami elektrycznymi. Łączenie elektrowni liniami jest najbardziej znamiennym i najdonioślejszym rysem rozwoju elektryfikacji w latach ostatnich, jest idea, która dominuje nad wszystkimi innymi.

System izolowanych elektrowni zarzuca się ostatecznie. Odosobnione elektrownie, oszańcowane na swych terenach koncesyjnych i nie mające łączności ze swymi sąsiadami, są uważane za anachronizm. Izolowane elektrownie uważa się już za coś tak niewłaściwego z gospodarczego punktu widzenia, jak niewłaściwy byłby np. system kolejowy, składający się z luźnych odcinków kolejowych, rozrzuconych po całym kraju i niepołączonych w jednolitą sieć. Na podobieństwo sieci kolejowej pokrywa się całe kraje sieciami elektrycznymi, które się wiążą już w sieci międzynarodowe.

Łączenie elektrowni odbywa się najpierw zapomocą sieci regionalnych, to znaczy elektrownie, skupione na pewnym terenie, który pod względem przemysłowym i energetycznym tworzy niejako odrębną całość, łączą się między sobą, zazwyczaj zapomocą

*) T. Tillinger & W. Rosental. Canals Proposed in Poland as Means of Transport and Sources of Energy (Trans. of the World Power Conf., Basle, Vol. I, p. 588).

sieci o średnio-niskim napięciu, a następnie takie okręgi energetyczne wiążą się ze sobą za pomocą linii dalekonosnych o bardzo wysokim napięciu, tworzących już sieć krajową. Oczywiście, powstanie sieci regionalnych jest możliwe dopiero wtedy, gdy jest co łączyć, to jest gdy osiągnięta jest już pewna gęstość zapotrzebowania.

Korzyści wiązania poszczególnych elektrowni i całych okręgów energetycznych płyną z trzech przyczyn: 1) stąd, że przez to wiązanie zespala się sieci rozdzielcze czyli sieci odbiorców, 2) stąd, że liczne i różnorodne elektrownie stapiają się niejako w jedną olbrzymią elektrownię, której poszczególne maszyny nie są ześrodkowane pod tym samym dachem, lecz są rozstawione na dalekiej odległości, i 3) stąd, że i źródła energii, którymi poszczególne elektrownie rozporządzają, niejako zlewają się do wspólnego basenu.

Wskutek pierwszej przyczyny otrzymuje się korzystniejsze obciążenie. Łączenie elektrowni jest dalszym rozwinięciem centralizacji produkcji i daje skutek ten sam, co i zbudowanie jednej dużej elektrowni, obsługującej całe miasto, zamiast licznych drobnych elektrowni w każdym domu. Stosunek najwyższego obciążenia, a więc i mocy roboczej elektrowni do mocy zainstalowanych odbiorników maleje dzięki spadkowi współczynnika różnicowości. Połączone elektrownie mogą więc zasilać znacznie większą ilość odbiorników, niż elektrownie odosobnione. Wykres dziennego obciążenia nabrzmiewa w dolnej strefie, krzywa zapotrzebowania wyrównywa się. Potrzebna moc robocza jest mniejsza i wyzyskanie jej lepsze. Skutek jest tem pokaźniejszy, im bardziej różnorodny jest charakter zapotrzebowania z poszczególnych elektrowni.

Wskutek drugiej przyczyny rezerwy mogą być mniejsze, a więc osiąga się możliwość dalszego wykorzystania zainstalowanej mocy, dzięki czemu tak zwane stałe koszty produkcji na 1 kWh maleją. W izolowanych elektrowniach rezerwa wynosi 25 — 33 — 50% zainstalowanej mocy, w połączonych wystarczy 10 — 15%.

Wskutek trzeciej przyczyny można kompletnie i najekonomiczniej wyzyskać wszystkie źródła energii, które są do rozporządzenia, w szczególności zaś te, gdzie podaż energii zmienia się według innych praw niż zapotrzebowanie, a więc, na przykład, rzeki, nie posiadające zbiorników, gazy wielkich pieców i koksowni, parę, wytwarzaną do celów grzejących, gatunki paliwa, które się nie nadają do transportu i do przechowywania przez czas dłuższy. Zbiorniki wody mogą być znacznie mniejsze, a więc i tańsze.

Pracę między połączonymi elektrowniami można rozłożyć w ten sposób, że się osiągnie najwyższą sprawność dla całego kompleksu urządzeń. Wynikiem połączenia elektrowni są zarówno mniejsze koszty zakładowe, jak i tańsza energia. Poza tem pewność ruchu znacznie wzrasta, dzięki zasilaniu sieci z różnorodnych i w różnych miejscach umieszczonych źródeł.

Już połączenie ciepłych siłowni z cieplniami, a wodnych z wodniami daje duże korzyści. W Austrii, Belgii, Niemczech i innych krajach osiągnięto doniosłe rezultaty przez połączenie elektrowni hutniczych i kopalnianych. Można by przytoczyć setki przykładów na to, że przez proste połączenie kilku oddawna

istniejących elektrowni bądź zaoszczędzono pokaźną ilość paliwa, bądź wyzwolono z rezerw moc o tyle znaczną, że budowa nowej elektrowni stawała się zbyteczną i t. d. Dla przykładu wystarczy zwrócić uwagę na projekt naszego wydziału elektrycznego, dotyczący elektryfikacji polskiego zagłębia węglowego. Mamy tam około 40 elektrowni o mocy powyżej 5 000 kW każda. Ogólna moc ich wynosi około 470 000 kW. Przez połączenie tych elektrowni liniami elektrycznymi udałoby się zaprząć do pracy około 100 000 kW obecnie nieczynnych*). W Italii połączenie elektrowni alpejskich z apenińskimi, a we Francji połączenie elektrowni alpejskich z wodniami elektrowniami środkowej wyżyny francuskiej daje wyrównanie siły wodnej, albowiem Alpy mają najobfitszą wodę latem, a Apeniny i środkowa Francja, odwrotnie, zimą.

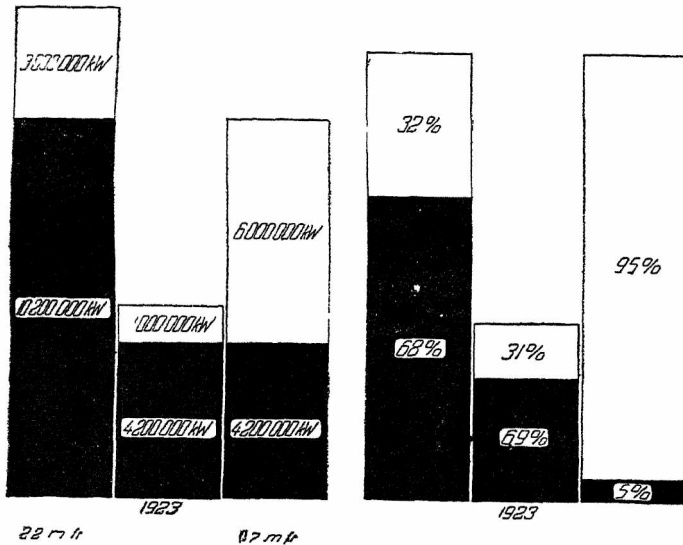
Jeszcze lepsze wyniki daje kombinacja elektrowni wodnych z cieplniami. Na taki sojusz można się zapatrywać zależnie od okoliczności dwojako: albo że dzięki elektrowniom cieplnym osiąga się możliwość dalej idącego wyzyskania źródeł energii wodnej i zainstalowania maszyn o większej mocy, albo, odwrotnie, że dzięki niestałej (sezonowej) energii wodnej można zredukować w ciągu pewnej części roku pracę siłowni ciepłych i zaoszczędzić paliwa. Bardzo często elektrownia ciepła jest nieodzownym uzupełnieniem elektrowni wodnej w pokrywaniu zapotrzebowania. Wszędzie, gdzie są siły wodne, wprowadzono współpracę elektrowni wodnych z cieplniami. Kraje, które nie mają stosunkowo bogatych sił wodnych, usiłują nawiązać łączność między swymi elektrowniami cieplnymi, a zagranicznymi siłowniami wodnymi. Tak czynią, na przykład, Niemcy, które już są mocno związane z elektrowniami szwajcarskimi i projektują sprowadzanie w najbliższych latach energii elektrycznej z krajów skandynawskich drogą morską przez Bałtyk.

Rys. 8 i 9 pozwalają jednym rzutem oka ocenić, co można osiągnąć przez zastosowanie w wielkim stylu współpracy między elektrowniami. Rysunki te dotyczą stosunków francuskich. Francja wyprodukowała w 1923 r. około 8 miliardów kWh, mając zainstalowanych 4,2 miliona kW mocy cieplnej i 1 mil. kW mocy wodnej. Rozważono**) dwa warjanty projektu podniesienia produkcji do 20 miliardów kWh rocznie: A) bez zastosowania połączeń, to znaczy w przypadku utrzymania systemu izolowanych elektrowni, B) przy zastosowaniu połączeń między elektrowniami w celu równoległej pracy. Wyniki obliczeń przybliżonych są podane na rys. 8 i 9. Wysokości oznaczają na rys. 8 moc, na rys. 9 energię. Środkowe kolumny obu rysunków przedstawiają stan rzeczy w r. 1923, lewe kolumny dotyczą warjantu A, prawe warjantu B. Warjant A wymagałby zwiększenia mocy cieplnej o 6 milionów kW, i mocy wodnej o 2 miliony kW. Warjant B wymagałby zwiększenia jedynie mocy wodnej o 5 milionów kW (rys. 8). Urzeczywistnienie warjantu B (łącznie z sieciami) kosztowałoby wprawdzie o 2,5 miljarda franków drożej, ale koszty wy-

*) Sprawozdanie i prace Polsk. Kom. Energ., t. I, Nr. 13, str. 73.

**) Duval. Avantages économiques résultant de l'interconnexion des usines génératrices (3-me Congrès de la Houille Blanche).

tworzenia 20 miliardów kWh rocznie (procenty, umorzenie kapitału, paliwo) wyniosłyby w warjancie B o 1,5 miljarda franków mniej (0,7 wobec 2,2). Innymi słowy, wyższe koszty zakładowe warjantu B zwróciłyby się niespełna w dwa lata. Nie dość tego. Jak wskazuje rys. 9, z paliwa musiano by wytworzyć w warjancie A 13,5 miljarda kWh (68%), w warjancie B tylko 1 miliard kWh (5%), a więc o 12,5 miljarda kWh mniej. Warjant B ma więc jeszcze tę wyższość nad warjantem A, że zaoszczędza Francji prawie 10 milionów ton węgla rocznie, czyli zmniejsza o tę ilość wwóz paliwa z zagranicy. Pomimo wszelkich za-



Rys. 8. Niezbędne powiększenie mocy w celu zwiększenia produkcji prądu we Francji z 8 do 20 miliardów kWh rocznie.

Rys. 9. Podział rocznej produkcji na energię cieplną i wodną (dla 8 i 20 miliardów kWh).

(Czarne pole — węgiel, białe pole — woda).

strzeżeń, które może nastęrczać obrachunek powyższy, wyniki zestawienia obu warjantów są zaiste uderzające.

Sieci regionalne o średnio wysokim napięciu mierzą się już na setki tysięcy kilometrów, a sieci krajowe międzypodzielnicowe o bardzo wysokim napięciu (powyżej 100 kV) już na dziesiątki tysięcy kilometrów. Okręgi przemysłowe są niemi prosto osnute, jakby jakaś pajęczyna elektryczna.

Odbiciem wielkiego rozwoju w ostatnich latach połączeń między elektrowniami jest krzywa wydatków inwestycyjnych w Ameryce, podana wyżej na rys. 3. Wydatki na siłownie i na sieci dzielą się w urządzeniach elektrycznych mniej więcej pół na pół. Wyrażna przewaga w ciągu ostatnich czterech lat wydatków na sieci tłumaczy się właśnie intensywną budową połączeń między elektrowniami.

Najwyższe napięcie linii napowietrznych dotychczas wynosi 220 kV (zastosowane po raz pierwszy w r. 1921). Niemcy jednak budują swe linie, łączące bawarskie siłownie wodne z nadreńskimi siłowniami cieplnymi, w przewidywaniu, że będą one w przyszłości przerobione na 380 kV.

Kable podziemne na 130 kV stosuje się już na dużą skalę. Między Danją a Szwecją przez Sund pracuje kabel podwodny na 50 kV. Podstacje dla napięć od 50 kV wzwyż buduje się wyłącznie pod gofem niebem.

11. *Podział pracy między elektrowniami.* W jaki sposób współpracujące ze sobą elektrownie wodne i cieplne dzielą między siebie role w pokryciu zapotrzebowania energii? I pod tym względem można zauważyć w latach ostatnich pewne nowe tendencje

Wykres dziennego zapotrzebowania w najogólniejszym przypadku, to jest wtedy, gdy obejmuje również światło, ma kształt mniej lub więcej postrzępiony. Pomimo to zawsze można w nim odróżnić trzy zasadnicze części: 1) podwalinę w formie prostokąta, odpowiadającego mocy, pobieranej w ciągu całej doby, 2) środek dość bliski do prostokąta o podstawie, wynoszącej kilka lub kilkanaście godzin, i 3) jeden lub kilka czubków w postaci wysmukłych obelisków, czyli trójkątów o bardzo małej podstawie.

Dawniej, gdy elektrownie wodne nie miały zbiorników, dolne strefy wykresu pokrywała rzeka, górne — paliwo. Linia graniczna między obu strefami przypadała zazwyczaj gdzieś w części środkowej wykresu, zależnie od mocy elektrowni wodnej i stanu wody.

Obecnie, przy bardziej rozwiniętym systemie zbiorników, stosuje się inne schematy współpracy. Bywają one różne w zależności od charakteru obciążenia, od mocy i zdolności wytwórczej siłowni wodnych i cieplnych tudzież od ceny paliwa. Ich cechą znaną jest jednak zawsze dbałość o to, aby energia wodna była wyzyskana jak najkompletniej, aby okres pracy siłowni cieplnej, zwłaszcza przy drogiem paliwie, był jak najkrótszy, tudzież aby zarówno siłownie wodne, jak i siłownie cieplne, pracowały z jaknajwiększą sprawnością. W tym celu dąży się do tego, aby elektrownie cieplne posiadały możliwie największe zespoły i pracowały tylko przy obciążeniu bliskim do 100%, trójkątne zaś skrawki wykresu były pokrywane wodą ze zbiorników przy pomocy drobnych stosunkowo zespołów wodnoelektrycznych. Elektrownia cieplna nie ma w tych warunkach charakteru rezerwy chwilowej. Przeciwnie, najchętniej zmusza się ją do pracy po 24 godzin na dobę w ciągu pewnego okresu w roku, bądź żeby zbiorniki mogły nagromadzić w sobie wodę, bądź żeby uzupełnić dolną część wykresu (podwalinę) w czasie małej wody. Jeżeli udział energii cieplnej jest potrzebny na większą skalę, to na elektrownie parowe wkłada się również obowiązek pokrywania środka wykresu przy możliwie stałym obciążeniu bliskim do 100% w ciągu kilku lub kilkunastu godzin dziennych i przy zupełnym postoju w nocy.

W ten sposób podział pracy zmierza do tego, aby podwalina wykresu była pokrywana przez wodę bieżącą z rzek, przedewszystkiem z rzek nieregulowanych, przy współudziale w pewnych okresach energii cieplnej, aby środek pokrywały siłownie wodne, posiadające zbiorniki, względnie siłownie cieplne. Czubki wykresu zawsze usiłuje się przerzucić na zbiorniki. Woda z rzek, nie posiadających zbiorników, tudzież odpadkowa energia cieplna, powinny być zużytkowane całkowicie, co najłatwiej osiąga się w dolnej części wykresu.

Oczywiście, w pewnych sprzyjających okolicznościach i akumulatory cieplne mogą być stosowane do pokrycia iglic. Proponuje się też często i stosuje niekiedy do tego celu silniki dyzelskie. Moc ich

dochodzi już do 10 000 kW. Są one rzeczywiście doskonałą rezerwą natychmiastową. Często wskazuje się, że mają one wyższość nad zbiornikami z tego względu, że mogą być ustawione w miejscu spożycia energii, dzięki czemu unika się kosztów transportu prądu, które są dość znaczne wobec bardzo słabego wyzyskania linii dalekonośnych. Jest to względem bardzo słuszny, nie należy jednak zapominać, że ustawianie zespołów do pokrywania iglic w miejscach spożycia pociąga znaczny wzrost zainstalowanej mocy, albowiem skutek decentralizacji zanikają korzyści, które daje współczynnik różnicowości.

12. *Organizacja ruchu przy równoległej pracy elektrowni.* Wspólna praca licznych i różnorodnych siłowni wymaga specjalnej organizacji ruchu. W przypadkach bardziej skomplikowanych potrzebny jest naczelny wódz lub naczelny dyrektorjat, który, znając charakter zapotrzebowania poszczególnych okręgów i zdolności wytwórcze poszczególnych siłowni, ustala najracjonalniejszy plan pracy dla każdej z nich. Musi on mieć do rozporządzenia informacje meteorologiczne, musi uwzględniać najróżnorodniejsze warunki i zjawiska gospodarcze, jak ceny paliwa, koniunktury przewozowe, strajki i lokauty w przemyśle i t. d. i t. d. Poszczególne siłownie podporządkowują się zarządzeniom kierownika naczelnego. Plan pracy całego kompleksu połączonej urządzeń układa się, jak budżet, na rok naprzód. Dalsza rozbudowa poszczególnych siłowni odbywa się według planów, uzgodnionych na wspólnych naradach.

Potrzebne jest, oczywiście, porozumiewanie się między elektrowniami — szybkie i dogodne. Trzy systemy takiego porozumiewania się są w użyciu: 1) zwykła komunikacja telefoniczna zapomocą przewodów, zawieszonych na słupach linii dalekonośnych, 2) radjotelefonja zwykła przy pomocy fal swobodnych, 3) radjotelefonja dużej częstotliwości, posługująca się do kierowania fal przewodami wysokiego napięcia.

Ważna jest sprawa rozrachunków między poszczególnymi przedsiębiorstwami. Oczywiście, 1 kilowatogodzina ma inną cenę w różnych momentach. Zdarzają się przypadki, że jedno przedsiębiorstwo dostarcza drugiemu prądu w nocy po pewnej cenie, a w dzień otrzymuje od niego tę samą ilość już po wyższej cenie, przyczem wymiana taka daje korzyści obu stronom. Bywa tak, że prąd latem wysyła się z jednego kraju do drugiego, a zimą wędruje w odwrotnym kierunku, oczywiście, po innej cenie i t. d.

W pierwszych latach po wprowadzeniu współpracy wielkich i odległych od siebie siłowni eksploatacja sieci nastęrczała poważne trudności i niedogodności techniczne. Wywoływało to niejednokrotnie narzekania, obawy i ostrzeżenia przed zbyt pochopnym stosowaniem takiej współpracy. Obecnie jednak trudności można uważać za pokonane w znacznej mierze. Operacje łączeniowe, regulacja napięcia i częstotliwości, kompensacja prądów bezmocnych, podział obciążenia między stacje, ochrona od zgubnych skutków zwarcia — wszystkie te zagadnienia mogą być rozwiązane w sposób zadawalający.

13. *Międzynarodowy handel energią elektryczną.* Proces wiązania różnorodnych elektrowni zapomocą sieci wywołał nowe całkiem zjawisko w dziedzinie przemysłu elektrownianego, mianowicie uczynił prąd elektryczny artykułem międzynarodowego handlu. Powstało to stąd, że granice politycz-

ne między poszczególnymi państwami nie zawsze, a raczej rzadko zbiegają się z naturalnymi granicami okręgów gospodarczych, lub okręgów energetycznych. Oczywiście w wielu razach możliwość osiągnięcia poważnych i obustronnych korzyści gospodarczych przez połączenie urządzeń, leżących po przeciwnych stronach granicy politycznej, pokonała stawiane z różnych stron przeszkody i otworzyła granice do przesyłania przez nie energii pod postacią prądu. W krajach o bogatych siłach wodnych, jak np. w Szwajcarii, można spotkać się z poglądem, że zbyt „odpadków“ energii wodnej za granicę pozwoli z czasem rozbudować siłownie szwajcarskie do takiej skali, że nawet w latach największej posuchy kraj będzie mógł zaspokoić swoje potrzeby wyłącznie przy pomocy własnej energii wodnej. Kraje, posiadające węgiel, chętnie nabywają owe odpadki, by tą drogą zaoszczędzić swych bogactw mineralnych. Gdyby nie względy strategiczne i względy niezależności gospodarczej państwa, to Szwajcaria już dawno wyrekłaby się swych własnych elektrowni ciepłych i korzystałaby z olbrzymich siłowni, położonych w krajach sąsiednich.

Wymiana międzynarodowa energii elektrycznej na wielką skalę istnieje w wielu punktach na kuli ziemskiej: między Kanadą a Stanami Zjednoczonymi (prawie 1,5 miljarde kWh rocznie), w Europie zaś przede wszystkim między państwami, otaczającymi masyw alpejski. Szwajcaria eksportuje rocznie około 700 milionów kWh do Francji, Włoch i Niemiec. Zorganizowano już współpracę Alp z zagłębieniem węgiła brunatnego w Niemczech; latem Szwajcaria wysyła energję do Niemiec przez sieci badeńskie, zimą otrzymuje ją z powrotem. Myśli się poważnie o zasilaniu Berlina prądem, wytwarzanym na półwyspie skandynawskim. Handel prądem prowadzą również Austria z Niemcami, Danja ze Szwecją i t. d.

Sieci elektryczne dosięgły już w niektórych krajach takiego stopnia rozwoju, że w razie nagłej potrzeby można z łatwością i niezwykłą szybkością stwarzać całkiem nowe trakty dla energii elektrycznej, znacznie odbiegające od normalnie pracujących kierunków. Znany jest, na przykład, wypadek, kiedy francuska elektrownia ciepła z pod Nancy przysłała z doraźną pomocą konsumentom prądu w Medjolanie, przesyłając na zasadzie prywatnego porozumienia kilku przedsiębiorstw energję elektryczną systemem sztafetowym przez Szwajcarię.

Powstają projekty zastąpienia nawet w handlu międzynarodowym transportu kolejowego paliwa przesyłaniem energii elektrycznej. Rzucono, na przykład, myśl, aby zamiast przewożenia węgla kolejami z Niemiec do Italji zorganizować dostawę prądu z Niemiec do północnej Szwajcarii, a zwolnioną w ten sposób energję szwajcarską przesyłać z siłowni południowej Szwajcarii do Italji.

Prąd, stawszy się artykułem handlu międzynarodowego, dostał się w opał polityki ekonomicznej, dobrze znanej wszystkim innym towarom. Wysuwają się już z powodu handlu energją elektryczną kwestje ochrony przemysłu rodzimego lub bilansu handlowego; elektrownie krajów, importujących prąd, domagają się wprowadzenia ceł wwozowych; w krajach, eksportujących energję, odzywają się głosy za wprowadzeniem ceł wywozowych i t. d.

14. *Pęd ku powszechnej elektryfikacji.* Znamie-

niem ostatnich lat jest niezmiernie intensywny ruch w kierunku ostatecznego zelektryfikowania wszystkich dziedzin życia ludzkiego. Zwłaszcza w krajach, które są już dalej posunięte w zakresie elektryfikacji, akcja prowadzi się z bardzo wielkim rozmachem. Oświetlenie w miastach i to wszelkie, — domowe, fabryczne, uliczne, — tudzież napęd w zakładach przemysłowych są w krajach przodujących, można powiedzieć, zagarnięte przez elektryczność w sposób zdecydowany. W Szwajcarii zaledwie drobny procent mieszkańców nie korzysta jeszcze ze światła elektrycznego, w ślad za nią dąży Norwegia, w Stanach Zjednoczonych już 58% ludności ma światło elektryczne w mieszkaniu. Wśród organizatorów i kierowników wszystkich gałęzi przemysłu istnieje zrozumienie, że bez elektryfikacji niema modernizacji przemysłu. Gwałtownie rozwija się zastosowanie prądu do celów elektrotermicznych i elektrolitycznych w przemyśle chemicznym, metalurgicznym, mechanicznym i in. Wprawdzie niezmordowana i niewyczerpana w swej pomysłowości akwizycja wciąż wynajduje nowe zastosowania elektryczności nawet w zakresie oświetlenia (np. reklamy świetlne w wystawach sklepowych w dzień, oświetlanie traktów lotniczych dla utrzymania ciągłego ruchu w mocy i t. d.), atoli wszystkie wymienione wyżej dziedziny uważa się już za opanowane przez elektryczność.

Natomiast główna uwaga, największe wysiłki wytwórców energii elektrycznej są zwrócone na zdobycie jeszcze trzech wielkich dziedzin, w których zastosowanie prądu znajduje się dotychczas w stadium początkowym. Dziedzinami temi są: 1) gospodarstwo domowe w miastach, 2) rolnictwo i wogóle wieś, 3) koleje. Kampanja, mająca na celu podbicie tych trzech dziedzin, prowadzi się w dwóch pierwszych przypadkach, oczywiście, inaczej niż w trzecim. W gospodarstwie domowym chodzi o zastosowanie prądu przede wszystkim do ogrzewania (grzanie wody w porze nocnej, gotowanie, prasowanie i in.) i do napędu (np. chłodziarki domowe i in.). Elektryfikacja wsi ma na celu wprowadzenie elektryczności zarówno w domu wiejskim (oświetlenie, gotowanie i t. d.) na wzór urządzeń w domach miejskich, jak i w gospodarstwie folwarcznym, gdzie prąd można stosować nie tylko do oświetlenia, do napędu maszyn rolniczych, pomp i t. p. przyrządów, ale i do gotowania karmu dla trzody i do wielu innych celów specjalnych (np. dojenie krów, wylęgarnie elektryczne, konserwacja siana). W dalszej perspektywie jest zastosowanie elektryczności do robót w polu. Trzy środki mogą zagwarantować powodzenie kampanji, prowadzonej na terenie wsi i gospodarstwa domowego w miastach: 1) racjonalna taryfikacja energii (taryfy niskie, proste i łatwo zrozumiałe dla każdego), 2) stosowanie przyrządów odbiorczych i innych części urządzeń elektrycznych jedynie w najdoskonalszym wykonaniu konstrukcyjnym, tudzież ułatwienia finansowe w nabywaniu ich, 3) energiczna działalność propagandowa i instruktorska.

Co się tyczy elektryfikacji kolei, to w tej dziedzinie główny atak kieruje się na przełamanie nieufności i niechęci rutynistów, rządzących w kolejnictwie parowym. Strona techniczna trakcji elektrycznej na kolejach głównych została na podstawie 25-letniego doświadczenia rozwiązana w sposób najzupełniej zadawalający i żadnego niedowierzania

wzbudzać nie może, strona zaś gospodarcza wymaga, oczywiście, w każdym poszczególnym przypadku gruntownego rozważenia. Pomimo nieprzyjaznego stanowiska wielu fanatycznych stronników trakcji parowej, elektryfikacja kolei robi postępy w szeregu krajów przodujących. W r. 1926 mieliśmy w Europie ogółem około 7000 km elektrycznych linii kolejowych, co stanowi 1,8% długości całej sieci europejskiej, w Ameryce (całej) było zelektryfikowanych 3850 km (0,7%). Niektóre kraje posunęły się już dość daleko: Szwajcaria miała w 1926 r. 1004 km, czyli 43% całej sieci, na trakcji elektrycznej, a w r. 1928 dojdzie do 1566 km (67%). W Italji odpowiednie cyfry tak się przedstawiają:

1926 r.	1902 km czyli 10,8%
1928 r.	2926 km czyli 18,6%.

Stany Zjednoczone mają już przeszło 3000 km, Niemcy, Francja, Szwecja są dalszemi krajami, z których w każdym długość linii elektrycznych przekracza już 1000 km.

15. *Zrozumienie roli elektryfikacji przez mężów stanu.* I tę zdobycz warto tu podkreślić z pośród licznych jeszcze objawów doby ostatniej. Współczesny mąż stanu, prawdziwy mąż stanu, który nie upatruje swego zadania wyłącznie w grze politycznej, a posiada choć trochę zmysłu gospodarczego, rozumie dokładnie doniosłą rolę elektryfikacji w budownictwie państwowem. Setki dowodów można na to przytoczyć. Świadczą o tem debaty w parlamencie angielskim z powodu elektryfikacji, świadczy o tem polityka Niemiec. Niemcy w wyzyskaniu innych źródeł energii, niż wysokowartościowy węgiel kamienny, a więc w elektryfikacji, widzą jeden z poważnych środków do sprostania ciężarom, które na nie nałożył traktat wersalski. Prusy obróciły na elektryfikację pieniądze, otrzymane od innych państw rzeszy niemieckiej, jako odszkodowanie za prowincje, utracone po wojnie. Mussolini, twórca dzisiejszej siły gospodarczej Włoch, oświadczył na zeszłorocznym kongresie międzynarodowego związku elektrowni w Rzymie, że elektryfikację uważa za jedno z najważniejszych narzędzi do urzeczywistnienia swych wielkich ideałów. Ale może najbardziej znamieny jest pogląd prezydenta Coolidge'a na elektryfikację. Przemawiając w końcu 1925 r. w nowojorskiej izbie handlowej, prezydent Coolidge wyjaśnił, że Stany Zjednoczone zubożyły się bynajmniej nie na wojnie. Jeżeli państwo to mogło wydać na wojnę bezpośrednio 40 miliardów dolarów, jeżeli pomimo to mogło jeszcze podnieść stopę życiową swej ludności, jeżeli mogło pomóc całemu światu w odbudowie powojennej, to tylko dzięki swym wielkim wysiłkom ku usprawnieniu całego życia gospodarczego, ku najlepszemu wyzyskaniu pracy i materiałów. Prezydent wskazał na 9 najważniejszych przyczyn, którym należy przypisać wspaniałe rezultaty, osiągnięte przez Amerykę, a wśród nich na „znakomity postęp elektryfikacji kraju, dającej oszczędność pracy i węgla”. Wyżej, na wstępie, widzieliśmy, że postęp ten jest rzeczywiście zdumiewający. Ale prezydent Coolidge uważa, że jego ojczyzna spełniła zadanie dopiero częściowo. Nawołując do dalszych wysiłków na wytkniętej drodze, prezydent wylicza pięć najpilniejszych potrzeb najbliższej przyszłości, a między niemi taką: „niezbędny nam jest jeszcze większy rozwój elektryfikacji (we need still larger extension of

electrification)". Tak mówi głowa państwa, które jest największą potęgą gospodarczą naszych czasów i które w dziedzinie elektryfikacji już dokonało tyle, ile zdołały zrobić wszystkie inne państwa świata razem wzięte.

Telefonja dalekosiężna.

(Wykład z „Działów wybranych”, wygłoszony dla studentów oddz. pr. słabych wydz. Elektrycznego Politechniki Warszawskiej).

Mjr. inż. **K. Dobrski**

(Ciąg dalszy).

3. *Pupinizacja* Rozpatrując równanie 4-te, widzimy, iż współczynnik tłumienia jest funkcją R, A, L i C, oraz pulsacji ω . Przy danych R i A współczynnik ten zależy od y. Kąty ε i δ , od których zależy y, mogą przybierać jakiegokolwiek wartości w granicach od 0 do $\pi/2$, a zatem licznik $\sin \frac{\varepsilon - \delta}{2}$ może się zmieniać w granicach od 0 do $1/\sqrt{2}$, zaś mianownik $\sin \frac{\varepsilon + \delta}{2}$ w granicach 0 do 1, pozostając zawsze większym od licznika. W tych warunkach y^2 będzie zawierać się w granicach $0 < y^2 \leq 1$.

Lecz w takim razie im y będzie większe, tem i β będzie większe i odwrotnie.

Minimum współczynnika tłumienia tedy przy danych R i A otrzymamy, kiedy y będzie równe zero, to znaczy, kiedy $\varepsilon = \delta$, lub też kiedy

$$\frac{R}{L} = \frac{A}{C} \dots 6).$$

Minimum to będzie wynosić

$$\beta_{\min} = \sqrt{RA} \dots 7).$$

Z równania 4-go widać bezpośrednio, iż β rośnie wraz ze wzrostem oporu R. Istotnie, rosną wówczas oba czynniki m i n.

Możnaby mieć wątpliwość, czy powiększenie A aż do zrównania nierówności $R > \frac{A}{C} L$ nie doprowadzi do zmniejszenia tłumienia. Wprawdzie przez powiększenie A rośnie pierwszy czynnik \sqrt{RA} , lecz możnaby przypuszczać, iż drugi czynnik zmniejsza się w stopniu przeważającym. Lecz biorąc pochodną $\frac{\partial \beta}{\partial \text{tg} \delta}$, znajdziemy:

$$\frac{\partial \beta}{\partial \text{tg} \delta} = \frac{\beta}{2} \text{ctg} \delta (1 - y \cos \delta).$$

Otóż pochodna ta jest dodatnia, gdyż $y \cos \delta$ jest mniejsze od jedności. A zatem powiększając A, powiększamy i β , chociaż oba czynniki m i n będą się teraz zmieniać w odwrotnych kierunkach.

Wzrost więc obu stałych R i A, powodujących rozproszenie energii, pociąga za sobą zawsze powiększenie tłumienia i przytem wzrost R w większym stopniu, niż wzrost upływności A.

Nierówność $R > A \cdot \frac{L}{C}$ można zmniejszyć jeszcze, zmniejszając C lub powiększając L. W pierwszym wypadku $\text{tg} \delta$ staje się większym, w drugim tge

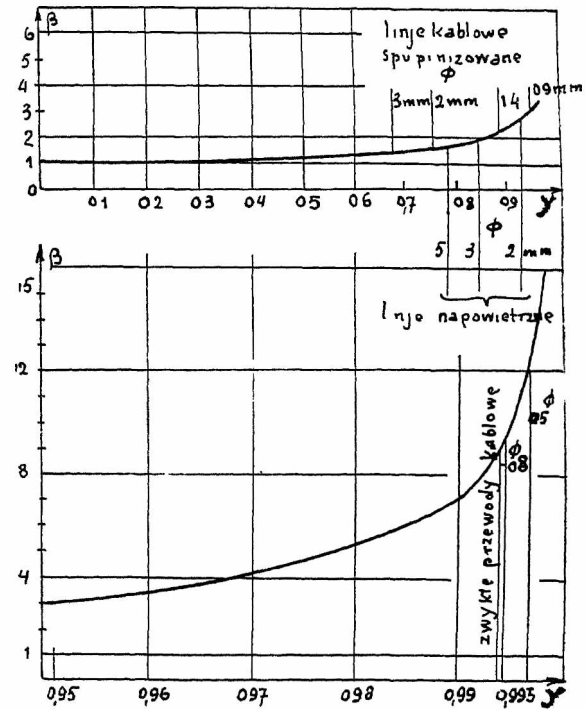
staje się mniejszym. Ponieważ przy obecnem założeniu m jest stałe,

$$\frac{\partial \beta}{\partial \text{tg} \delta} = -\frac{\beta}{2} \text{ctg} \delta \cos \delta \cdot y,$$

lub też jeżeli powiększymy L,

$$-\frac{\partial \beta}{\partial \text{tg} \varepsilon} = -\frac{\beta}{2} \text{ctg} \varepsilon \cos \varepsilon \cdot y.$$

W obu tedy wypadkach β będzie się zmniejszać. Oba te sposoby zmniejszania współczynnika tłumienia mogą być i są stosowane. Zmniejszanie pojemności jednak jest możliwe do zastosowania tylko do pewnego stopnia. Jak widać z tabelki Nr. 1 Nr. 3,

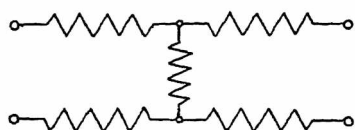


Rys. 4.

w przewodach rzeczywistych zarówno napowietrznych jak kablowych ε jest zawsze większe od δ , a więc $\frac{R}{L} > \frac{A}{C}$. A zatem w liniach rzeczywistych zawsze możnaby uzyskać zmniejszenie współczynnika tłumienia β przez powiększenie L. Ale — nie w jednakowym stopniu. Przewody napowietrzne — zwłaszcza o dużej średnicy — posiadają stałe R, A, L i C stosunkowo dobrze zrównoważone, wartość ich współczynnika tłumienia jest bliska wartości najmniejszej. Natomiast różnica pomiędzy kątami ε i δ dla przewodów kablowych jest znacznie większa, a więc można oczekiwać, iż wpływ zwiększenia indukcyjności tych linii zaznaczy się w stopniu bardziej wydatnym na zmniejszeniu współczynnika tłumienia, niż w wypadku linii napowietrznych.

Współczynnik tłumienia linii jednorodnych wyraża się, jak widzieliśmy (równ. 4-e), wzorem $\beta = \sqrt{RA} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 - y^2}}$. Zależność współczynnika β od y przedstawiona jest na rys. 4-ym, przytem najmniejsza wartość β , wynosząca \sqrt{RA} , przyjęta jest za równą 1. Współczynnik tłumienia linii istniejących można pod-

ciągnąć pod wartości, podane na krzywych, i tym sposobem linje na rys. 4 zawierają spólczynnik tłumienia wszystkich możliwych jednorodnych linii telefonicznych, jednocześnie wskazując, jak dalece dana linja odchyła się od warunków idealnych całkowitego jej zrównoważenia ($\varepsilon = \delta$).



Rys. 5

Poszczególne punkty krzywych opiczone są na podstawie danych, zawartych w tabelkach Nr. 1 i Nr. 3 dla pulsacji $\omega = 5000$.

Ze wspomnianych tabel, jak również z rysunku widać, że z linii naturalnych linje napowietrzne znajdują się najbliżej linii zrównoważonych. Linje napowietrzne z przewodów o średnicy 5 mm np. po-

Dla uniknięcia zbyt znacznych prądów Foucault'a używa się do tego celu drutów cienkich o średnicy nieprzekraczającej 0,2—0,3 mm.

Krarupizacja jest stosowana znacznie rzadziej i tylko w specjalnych wypadkach. A więc np. jest stosowana w wypadku kabli podwodnych lub niekiedy krótkich kabli, wprowadzających międzymiastowe linje napowietrzne przez miasto do stacji. W wypadku kabli podwodnych sposób ten narzuca się dzięki temu, iż pozwala otrzymać kable o jednostajnej strukturze, co wyśmienicie ułatwia uczynienie kabla na całej jego długości nieprzenikliwym dla wody.

Krarupizacja nie pozwala podnieść w stopniu tak skutecznym indukcyjności, jak to jest możliwe przy pupinizacji.

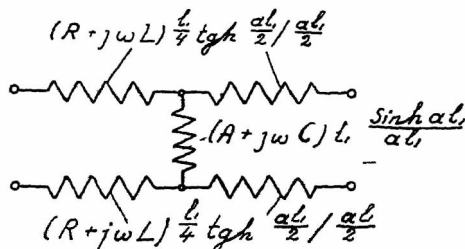
W wypadkach spotykanych w praktyce indukcyjność kabli krarupizowanych jest rzędu 0,01 Henry, a więc znacznie poniżej wartości, dla której $\frac{R}{L} = \frac{A}{C}$.

Dla informacji podaję niektóre dane, dotyczące zainstalowanych kabli krarupizowanych.

TABELKA № 5.

Kabel podwodny	Rok założenia	Długość w km.	Liczba przewodów podwójnych	Średnica drutów miedzianych	Drut Krarupa, liczba i grubość	Własności elektryczne				
						$\frac{R}{\Omega}$ km	$\frac{L}{H}$ km	$\frac{C}{\mu F}$ km	β km ⁻¹	opór charakteryst. $\frac{Z}{\Omega}$
Kabel Krarupa w izolacji papierowej i pancerzu ołowianym.										
Niemcy—Gdańsk	1922	156,5	8	1.92	1×0,3	13.6	0,012	0,052	0,015	500
Niemcy-Szwajcaria	1924	13,6	14	1.615	1×0,3	18.3	0,015	0,05	0,0175	550
Anglja—Holandja	1924	159	8	2.35	2×2,0	8	0,01	0,0582	0,01	430
Kabel Krarupa w izolacji gutaperkowej.										
Kuba-Stany Zjedn.	1921	186 do 195	1	~3.6	1×0,2	—	0,0045	~0,225	0,007	140

siadają spólczynnik tłumienia tylko $\infty 1,5$ razy większy, niż w wypadku idealnym. Natomiast zwykłe kablowe linje telefoniczne z izolacją papierowo-powietrzną, używane np. do połączeń abonentów sieci miejskiej z centralą, posiadają spólczynnik tłumienia 9 do 12 razy większy, niż w wypadku idealnym.



Rys. 6.

W praktyce są stosowane dwa sposoby zmniejszenia spólczynnika tłumienia przez powiększenie indukcyjności linii. Pierwszy to—pupinizacja, drugi to—krarupizacja.

Pupinizacja polega na włączeniu do linii w określonych odstępach cewek dławikowych, krarupizacja zaś na powiększeniu przenikliwości magnetycznej ośrodka, otaczającego przewody, przez owinięcie przewodów taśmą lub drutami żelaznymi.

Teoria pupinizacji opiera się na podstawach następujących:

Linje naturalną o stałych rozłożonych można przedstawić dla danej określonej częstotliwości w postaci układu równoważnego, złożonego z trzech, względnie 5-iu elementów, jak na rys. 5-ym.

Równoważność polega na tem, iż, jeżeli do końców linii i układu przyłączymy identyczne odbiorniki, zaś do ich początków przyłożymy takie same napięcia, to prądy wejściowe, jak również prądy wyjściowe będą w obu wypadkach identyczne. Innymi słowy, jeżeli dany odcinek linii zastąpimy układem równoważnym, to przez to rozkład prądów i napięć po za układem nie ulegnie żadnej zmianie. Należy zaznaczyć, iż równoważność jest zachowana ściśle tylko dla jednej obranej pulsacji.

Przypuśćmy teraz, iż mamy odcinek linii naturalnej o długości l_1 km i o stałych R , L , A i C na km.

Odcinek ten można przedstawić przy pomocy układu równoważnego, jak na rys. 6-ym.

Załóżmy dalej, iż linja nasza jest spupinizowana i zawiera cewki Pupina o oporze skutecznym R^1 i indukcyjności L^1 włączone co l_1 km, wówczas odcinek linii spupinizowanej, odpowiadający odległości l_1 pomiędzy cewkami, można przedstawić przez układ równoważny, jak na rys. 7-ym.

Odwrotnie, układ ostatni jest równoważny określonej linii naturalnej o długości l_1 i stałych rozłożonych. Własności tej linii równoważnej można całkowicie określić, a więc i własności danej linii spupinizowanej

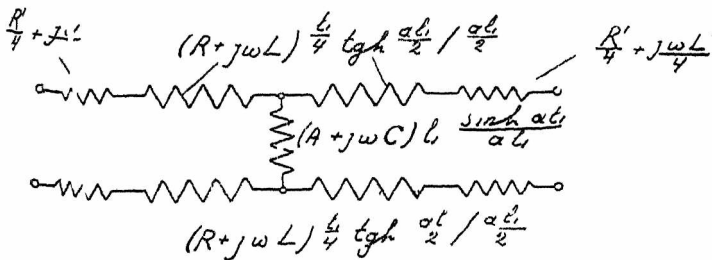
A mianowicie opór R_0 , indukcyjność L_0 , upływność A_0 , pojemność C_0 , oraz stała przewodzenia a_0 tej linii równoważnej będą określone przez równania.

$$\left[\frac{R'}{2} + j\omega \frac{L_1}{2} \right] + (R + j\omega L) \frac{l_1}{2} \cdot \frac{\operatorname{tgh} \frac{al_1}{2}}{\frac{al_1}{2}} = (R_0 + j\omega L_0) \frac{l_1}{2}$$

$$\frac{\operatorname{tgh} \frac{a_0 l_1}{2}}{\frac{a_0 l_1}{2}}$$

$$(A + j\omega C) l_1 \frac{\sinh al_1}{al_1} = (A_0 + j\omega C_0) l_1 \frac{\sinh a_0 l_1}{a_0 l_1}$$

Z równań powyższych widać, że R_0 nie będzie równe $\left(\frac{R'}{l_1} + R\right)$, L_0 zaś $\left(\frac{L_1}{l_1} + L\right)$ i t. d., a więc własności linii spupinizowanej odbiegają od własności odpowiedniej linii naturalnej, której stałe by-



Rys. 7.

łyby równe stałym danej linii spupinizowanej, gdybyśmy wyobrazili sobie, iż opór i indukcyjność cewek Pupina są rozłożone równomiernie wzdłuż linii.

Jednak własności linii spupinizowanej będą tem bardziej zbliżały się do własności owej odpowiedniej linii naturalnej, a więc linii o podniesionej indukcyjności $\left(\frac{L_1}{l_1} + L\right)$, im $\operatorname{tgh} \frac{al_1}{2}$, oraz $\operatorname{tgh} \frac{a_0 l_1}{2}$ będą bliższe

$\frac{al_1}{2}$, względnie $\frac{a_0 l_1}{2}$, lub też im bardziej będziemy

uprawnieni pojemność i upływność danego odcinka linii o długości l_1 uważać za skupione w środku odcinka.

W tych warunkach jedynie można uważać obciążenie linii cewkami Pupina rozstawionymi od siebie w określonych odległościach za równoważne równomiernemu rozłożeniu indukcyjności tych cewek wzdłuż całej linii.

Przy danych sposobach pupinizacji linii warunki powyższe będą mogły być zachowane tylko do pewnej granicy. A mianowicie, własności odpowiedniej linii naturalnej będą tem bardziej odbiegały od własności danej linii spupinizowanej, im częstotliwość prądów przewodzonych będzie większa. Stosunek

spółczynników tłumienia linii spupinizowanej β_0 i odpowiedniej linii naturalnej β_1 wyraża się wzorem

$$\frac{\beta_0}{\beta_1} = \sqrt{1 - \frac{1}{4} \left(\frac{\omega}{w_1}\right)^2} \dots 8)$$

Przytem $w_1 = \frac{1}{l_1 \sqrt{C_1 L_1}}$, zaś C_1 i L_1 są to pojemność

i indukcyjność, przypadające na 1 km odpowiedniej linii naturalnej.

Wzór powyższy jest wyprowadzony w założeniu, iż β_0 jest niewielkie, dlatego też im ten współczynnik będzie stawał się większy, tem bardziej wyniki otrzymane będą błędne. W każdym razie wzór ten wskazuje, iż tłumienie linii spupinizowanej szybko wzrasta w miarę jak zbliżamy się do pulsacji $\omega_0 = 2w = \frac{2}{\sqrt{L_1 C_1}}$.

Pulsację tę możnaby nazwać graniczną albo krytyczną, podobnie jak nazywamy odpowiednią pulsację np. dławikowego filtru elektrycznego. Istotnie, odcinek linii spupinizowanej, zawierający cewkę Pupina i po obu jej stronach odcinki linii o długości $\frac{l_1}{2}$ możnaby

zestawić z ogniwnem odpowiedniego filtru dławikowego. Podobnie jak filtr dławikowy odrzuca prądy zmienne powyżej pewnej częstotliwości, odpowiadającej okresowi drgań własnych pojedynczego ogniwa, tak też i linia spupinizowana poczyna silnie tłumić prądy zmienne w pobliżu i powyżej pulsacji krytycznej ω_0 .

Z powyższych rozważań wynika, iż o własnościach linii spupinizowanej można sądzić, opierając się na własnościach odpowiedniej linii naturalnej, ale tylko dla prądów, których częstotliwość znajduje się w znacznym stopniu poniżej częstotliwości krytycznej i tylko dla tych prądów włączone cewki Pupina zmniejszają współczynnik tłumienia.

Częstotliwość krytyczna ω_0 jest wielkością charakterystyczną dla linii spupinizowanych, określając z jednej strony ich stopień pupinizacji, a z drugiej strony czystość przenoszonych dźwięków.

Stopień pupinizacji zależy od wielkości stosunku indukcyjności danej linii spupinizowanej do indukcyjności wywołującej minimum tłumienia. Stosunek ten będzie mógł być tem bliższy jedności, im na mniejszą pulsację graniczną ω_0 zgodzimy się. Lecz czystość mowy przenoszonej jest tem większa, im ω_0 jest większe, nie tylko dlatego, iż wówczas mogą być przewodzone z umiarkowanym tłumieniem również i wyższe harmoniczne, ale i ze względu na zjawiska nieustalone, tem silniej występujące, im linie są dłuższe. Dla tego też linie krótkie zazwyczaj obciąża się silniej, wybierając dla ω_0 wartości rzędu 16000—18000, natomiast linie długie ze względu na zniekształcenia obciąża się słabiej, wybierając dla tych linii ω_0 rzędu 32000—36000.

A oto niektóre dane, odnoszące się do linii spupinizowanych.

TABELKA № 6.

Rodzaj przewodu	śred. mm	R Ω/km	L H/km ×10 ³	A μmo/km	C μF/km ×10 ³	\sqrt{RA} ×10 ³	ε	δ	γ	β km ⁻¹	α km ⁻¹	ω ₀	
Daleko- siężne (do 700 km) przewody kablów spunizo- wane	przewo- dy	0,9	66,7	96,7	0,7	38,5	6,82	—	—	—	0,0217	—	18000
		0,9	66,7	100	0,7	35,0	6,82	7°36'	14'	0,941	0,0203	0,297	16900
	dwójko- we	1,3	35,3	96,7	0,76	38,5	5,18	—	—	—	0,0121	—	18000
		1,4	30,4	95,0	0,76	38,0	4,82	3°40'	14'	0,883	0,0102	0,300	16700
	przewo- dy czwór- kowe	0,9	~33,0	34,4	1,20	62,5	6,30	—	—	—	0,0228	—	23600
		0,9	33,0	35,0	1,20	60,0	6,30	10°41'	14'	0,958	0,0220	0,230	21800
		1,3	~17,0	34,4	1,28	62,5	4,66	—	—	—	0,0125	—	23600
		1,4	14,8	35,0	1,28	64,0	4,45	4°50'	13'	0,915	0,0105	0,237	21200

Jeżeli porównamy powyższe dane z tabelką Nr. 3, to od razu spostrzeżemy, iż przez pupinizację można znacznie zmniejszyć tłumienie linii, a zatem powiększyć jej długość. Tabelka Nr. 7 w porównaniu z tabelkami Nr. 2 i 4 wskazuje, jak dalece w przeciętnych warunkach można powiększyć długość linii telefonicznych dzięki pupinizacji.

TABELKA № 7.

Przewody napo- wietrzne brązowe spunizowane		Przewodyka blowe w izo- lacji papierowo-powietrz- nej spunizowane	
śred. mm	długość przy βl = 1,5	śred. mm	długość przy βl = 1,5
2	~ 350 km	0,8	~ 65 km
3	~ 580 "	1,0	~ 90 "
4	~ 800 "	1,5	~170 "
5	~1150 "	2,0	~250 "

Długości zaznaczone powyżej nie są jednak tak wielkie, aby umożliwiały telefonę na dalekie odległości, tembardziej, iż, jak pisałem, telefonja ta jest często możliwa do zrealizowania tylko przy pomocy linii kablowych.

(Dalszy ciąg nastąpi).

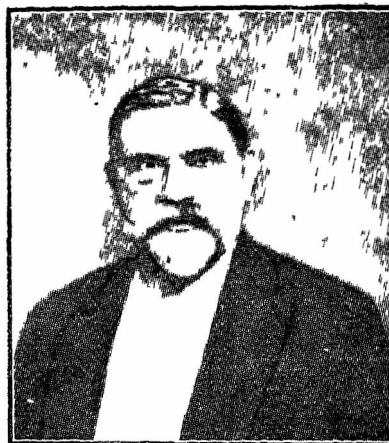
Dr. F. Krížik i prof. V. List Jubilaci elektrotechniki czeskiej.

Dr. F. Krížik („Krzyżyk”), czeski Edison, światowej sławy wynalazca, konstruktor znanych lamp łukowych, obchodzi w roku bieżącym jubileusz 80-cioletni swego pracowitego żywota.

Skończył szkołę realną, przez dwa lata studjował chemję i rozpoczął praktykę w fabryce, a później na kolei przy urządzeniach sygnalizacyjnych. Umysł wynalazczy pchał go do prac doświadczalnych. W 1880 roku skonstruował i opatentował własną lampę łukową. Wynalazkiem tym zainteresowały się fir-

my zagraniczne: angielskie, francuskie i niemieckie. W roku 1883 Krížik oświetlił wystawę w Wiedniu nowymi lampami. W roku następnym założył własną fabrykę, która podówczas liczyła 7 robotników, a następnie rozwinęła się w wielkie zakłady elektrotechniczne pod jego firmą.

Krížik ogarnął całokształt elektrotechniki, którą studjował całe życie, gdyż na ławie szkolnej słuchał wykładów z elektrowności w ciągu... 2 godzin Budował maszyny elektryczne,



DR F KRÍŽIK

przyrządy, akumulatory. W roku 1891 puścił w ruch pierwszy tramwaj elektryczny. Pracował nad elektryfikacją kraju od Czech aż do Bukowiny, pierwszą elektrownię uruchomił w 1888 roku, a liczba wszystkich, zbudowanych przez niego elektrowni, wynosi... 130. Jubilat wykształcił całe pokolenie elektrotechników czeskich, a w tej liczbie i drugiego jubilata tegorocznego—profesora V. Lista.

Prace naukowe i pedagogiczne są osnową działalności prof. Lista. Wykłady jego obejmują budowę maszyn i przyrządów elektrycznych, technologję elektryczną, budowę urządzeń i kolejnictwo elektryczne. Laboratorja i liczne ekskursje dopełniają studja książkowe.

Prof. List utrzymuje stały kontakt z przemysłem elektrotechnicznym, pracuje nad elektryfikacją Moraw i Śląska, projektuje elektrownie wodne i parowe, napędy fabryczne i koleje elektryczne. Ostatnio opracował projekt tramwajów podziemnych dla Pragi.

Działalność literacka jest także wszechstronna i bogata. Wśród książek i broszur prof. Lista widzimy prace czysto teoretyczne i publikacje w sprawach bieżących

Prof. List jest znakomitym organizatorem. W roku 1919 bierze czynny udział przy powstaniu „Związku Elektrotechników Czechosłowackich”, który aczy wsobie wszelkie przejawy życia elektrotechnicznego i liczy obecnie 2100 członków. Dzięki prof. Listowi tygodnik „Elektrotechniczny Obzor” staje



Prof. V. List.

się własnością Związku. Rozległe prace nad przepisami i normami elektrycznymi, uwieńczone wydaniem przepisów w postaci trzech tomów, są rozpoczęte i kierowane ręką prof. Lista.

Można podziwiać energię i pracowitość jubilata, którego rok rocznie spotykamy na zjazdach międzynarodowych w Londynie, Paryżu, New - Yorku, Haadze, a jednocześnie widzimy go przy pracy naukowej, pedagogicznej, przepisowej, słowniczej, w urzędach ministerjalnych, w fabrykach i elektrowniach.

Prof. St. Odrowąż - Wysocki.

Stowarzyszenia i organizacje.

Protokół zebrania odczytowego Warsz. Koła Stow. Elektr. Polskich z dn. 10 maja 1927 r.

Przewodniczący kol. Karśnicki, obecnych osób 19. Przewodniczący zakomunikował, że na członków Koła przyjęci zostali koledzy: Krukowski Władysław, Ciborowski Franciszek i Dzierzbicki Janusz Jan. Przewodniczący odczytał list kol. Gnoińskiego, że na Zebraniu Rady Delegatów być nie może, a p. prof. Pożaryski podał komunikat o posadzie dla inżyniera elektryka.

Kol. Stanisław Kaniewski wygłosił następnie odczyt pod tytułem: „Postępy w stosowaniu przekładni łańcuchowych w przemyśle elektrotechnicznym”. Prelegent omówił szeroko rozpowszechnione w Ameryce stosowanie napędów łańcuchowych o konstrukcji specjalnej (serjowej) zamiast pasowych. Przekładnie te dają wysoką sprawność (90%), nie powodują poślizgu, stosunek przekładni może być znacznie większy, niż 1:5, a odległości pomiędzy osiami mogą być znacznie zmniejszone. Wynika z tego możność stosowania szybkobieżnych silników i oszczędność miejsca. W dyskusji głos zabierali kol. Jabłoński, Rozental, Pożaryski, Moroński, Mączyński, Arlitewicz i prelegent.

Koło Krakowskie Stow. Elektr. Polskich

Dnia 21.IV 27 na dorocznym walnym zebraniu Koła Krakowskiego St. El. P. do zarządu zostali wybrani:

- 1) na prezesa — Stanisław Bieliński,
- 2) na wiceprezesa — Leonard Zgliński,

3) na sekretarza — Wacław Cieślewski,

4) na skarbnika — Zygmunt Bendarski,

5) do komisji rewizyjnej: Maryan Porębski i Ksawery Stankiewicz,

Powszechna Wystawa Krajowa w Poznaniu.

Z okazji Powszechnej Wystawy Krajowej w Poznaniu w r. 1929 Polski Związek Przedsiębiorstw Elektrotechnicznych zainicjował pierwsze informacyjno-organizacyjne zebranie delegatów Rządu, Stowarzyszeń i związków elektrotechnicznych, naukowych, gospodarczych i fachowych oraz przedstawicieli polskich politechnik i prasy elektrotechnicznej.

Zebranie odbyło się w lokalu Polskiego Związku Przedsiębiorstw Elektrotechnicznych w dniu 8 b. m. i zgromadziło przedstawicieli: Minist. Rob. Publ. i Minist. Przem. i Handlu oraz 24 delegatów następujących instytucji:

Polsk. Kom. Elektrot., Państw. Rady Elektr., Stow. Elektrot. Polskich, Politechnik Polskich, Związku Elektrowni Polskich, Związku Przeds. Komunikacyjnych, Związku Zawod. Inż. Elektryków, Spółdzielni Elektrowni Polskich, Powszechnej Wystawy Krajowej w Poznaniu, Oddziałów Okręgowych Polskiego Związku Przeds. Elektr.

Przewodniczył Zebraniu prezes P. Z. P. E. Inżynier Z. Okoniewski, który w opasernem przemówieniu, popartem danymi statystycznymi, przedstawił konieczność wspólnego i solidarnego wystąpienia w celu zorganizowania jednego międzyzwiązkowego Komitetu Elektrotechnicznego Powszechnej Wystawy Krajowej w Poznaniu w r. 1929.

Komitet ten posiadałby w łonie swoim sekcje i podsekcje, pracujące każda w swej specjalności.

Schemat przyszłej wspólnej organizacji przedstawiony został graficznie.

Następnie zabrał głos delegat Powszechnej Wystawy Krajowej w Poznaniu inż. Osniński, przedstawiając ogrom przedsięwzięcia i podkreślając nieodzowność pomocy całego społeczeństwa w tej formie, w jakiej to uczynił P. Z. P. E., wreszcie podziękował kołom elektrotechnicznym, jako pierwszym z działów wielkiego przemysłu, które przystąpiły z konkretnym projektem organizacji tego działu na Wystawie.

Po tych dwóch przemówieniach, przedstawiciel Ministerjum Robót Publicznych p. Naczelnik Siwicki zapewnił zebranych, że Min. Rob. Publ. prawdopodobnie udzieli daleko idących pomocy i subsydjów przemysłowi elektrotechnicznemu w tem zrozumieniu, że elektrotechnika, jeżeli nie zajmuje jeszcze w Polsce pierwszego miejsca w życiu, to w krótkim czasie musi to nastąpić.

Następnie kolejno zabierali głos delegaci stowarzyszeń i związków, zgłaszając swój akces do projektowanej organizacji.

Po wysłuchaniu przemówień przewodniczący, zamykając posiedzenie, oświadczył, że wkrótce będzie zaprojektowany komitet elektrotechniczny z prawem kooptacji i zaproszony do pracy nad dalszą organizacją.

Wobec wielkiej wagi powziętych na posiedzeniu uchwał Polski Związek Przedsiębiorstw Elektrotechnicznych wyda specjalny komunikat, w którym będą umieszczone wszystkie przemówienia i plan organizacji działu elektrotechnicznego, w celu jaknajszerszej propagandy Wystawy wśród społeczeństwa, a w szczególności sfer elektrotechnicznych.

Często się słyszy o świetnym rozwoju organizacji elektrotechnicznych w dużych krajach. Nic nie pomoże zazdrośczenie obcym powodzenia, na nic się nie przyda utyskiwanie nad własnymi niedomaganiem. Musimy wszyscy, jak jeden mąż, skupić się w Stowarzyszeniu Elektrotechników Polskich, złączyć tu swe siły, przemoc swą bezwładność, a pomyślne wyniki nie dać na siebie czekać.

Z Polskiego Komitetu Elektrotechnicznego.

Wskazówki niesienia doraźnej pomocy w wypadku porażenia prądem elektrycznym.

Przyjęte przez P. K. E. dn 4 czerwca 1927 r.

Obowiązują od 1 lipca 1927 r., w myśl Regulaminu P. K. E.

I.

Ratowanie rażonego należy rozpocząć od bezzwłocznego wyłączenia go z pod działania prądu elektrycznego, przerywając w tym miejscu prąd.

Należy przytem uważać, aby nikt nie dotknął rażonego bez zachowania należytej ostrożności i nie powiększył przez to liczby ofiar.

Przy napięciach poniżej 600 woltów.

1. Jeżeli to jest możliwe, należy wyłączyć przewód lub przyrząd, którego dotyka rażony przez otworzenie najbliższego wyłącznika lub przez wyjęcie bezpieczników. W ostateczności przewody mogą być rozerwane za pomocą specjalnych cęgów z izolowanymi rękojeściami, siekiery z suchym trzonem lub ciężkiego kawałka suchego drzewa. Uważać przytem należy, aby ratujący sam nie dotknął przewodu. W szczególnych przypadkach można dokonać zwarcia przewodów („krótkiego spięcia”).

2. O ile niema możliwości wyłączenia prądu i rażony pozostaje pod napięciem, ratujący musi przedewszystkiem być dobrze odizolowany tak od ziemi, jak i od rażonego. Szczególnie należy zachowywać ostrożność przy dotykaniu obnażonych części przyrządów, przewodów oraz ciała rażonego. Odizolować się od ziemi można, stając na suchej drewnianej desce bez gwoździ, na krześle, na grubej, suchej szmacie, najlepiej wełnianej, kilkakrotnie złożonej, lub wkładając suche i całe kalosze gumowe. Na ręce włożyć grube (podwójne), suche, wełniane rękawice, lub też ostatecznie owinać dłonie w suche szmatki, części własnego ubrania i t. p.

3. Następnie, unosząc rażonego, o ile możliwości za ubranie, należy podsunąć pod niego suchą deskę lub inny przedmiot drewniany bez gwoździ i okuć, w ostateczności zwinięte ubranie, koc, ścierki i t. p. Ważne jest, aby to wszystko było rzeczywiście suche.

Jeżeli rażony kurczowo trzyma się przewodu, należy ostrożnie odginać pokolei jego palce, owijając każdy wyprostowany palec szmatkami tak, aby ponownie nie mógł dotknąć przewodu.

Jeżeli dookoła rażonego owinał się drut, — starać się go przeciąć w sposób wyżej wspomniany.

Przy napięciach ponad 600 woltów.

Należy starać się przedewszystkiem wyłączyć przewód lub przyrząd dotykany z pod napięcia, przez otworzenie odpowiedniego wyłącznika. W ostateczności, jeżeli to jest niemożliwe, trzeba oderwać rażonego za pomocą bosaka (takiego, jaki używa straż ośniowa, lub — jeszcze lepiej — specjalnego, z izolowaną rękojeścią, jakiego się używa do otwierania i zamykania odłączników). W żadnym razie nie można dotykać rażonego, póki on znajduje się pod napięciem wyższym

od 600 woltów, chociażby nawet ręce ratującego były owinięte.

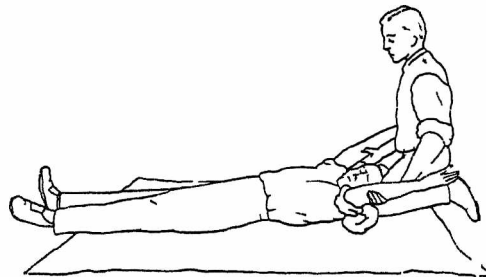
Również niebezpieczne jest rozrywanie lub zwieranie przewodów bez pomocy specjalnie izolowanych narzędzi i fachowej znajomości rzeczy.

II.

1. Jeżeli rażony jest nieprzytomny, oddycha nieregularnie, słabo lub nie oddycha wcale, należy natychmiast rozpocząć ratowanie i nie zostawiać samego rażonego bez opieki. Najlepszym i jedynym sposobem przywrócenia życia jest stosowanie sztucznego oddychania. Nieprzytomnemu nie należy wlewać do ust żadnych płynów. (Kategorycznie i bezwzględnie potępić należy zakorzeniony, a szkodliwy przesąd — zakopywania rażonych w ziemię).

2. Jeżeli ratujących jest więcej, niż jeden — bezwarunkowo natychmiast posłać po lekarza. Pozostali muszą, bez przerwy wykonywać sztuczny oddech w sposób następujący:

Rażonego położyć nawznak, poziomo, w miejscu widnem dobrze przewietrzanem, pod plecy położyć koc kołdrę, lub części ubrania, przyczem głowa powinna leżeć nieco niżej, twarzą wprost do góry, ale nie zwiśać. Ubranie rozpiąć; górną część ciała obnażyć, udostępnić dopływ świeżego powietrza; jamę ustną otworzyć, dokładnie obejrzeć i oczyścić z resztek pokarmu i śluzu; zęby sztuczne wyjąć (do rozwierania szczęk zaciśniętych użyć można łyżeczki lub podobnego przedmiotu); język wyciągnąć za pomocą czystej chusteczki i trzymać go lub przywiązać, aby nie zapadał wgłąb gardła.

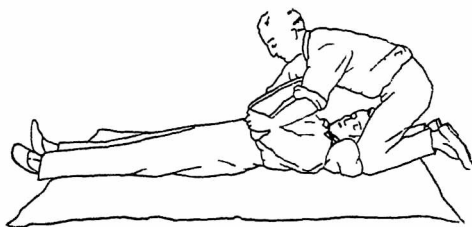


Rys. 1.

Następnie ratujący klęka z tyłu u węgłowia rażonego (Rys. 1) ujmując w swe dłonie jego łokcie, podnosi je do góry i odwodzi jednocześnie w bok, tak, jak gdyby rażony sam ręce swe energicznie odrzucił ponad głowę i wykonywał wdech. Po doprowadzeniu ramion rażonego do pozycji poziomej, zatrzymuje się ręce w tem położeniu przez 2—3 sekundy, poczem łokcie odprowadza się z powrotem na boki piersi i przyciska przez 2—3 sekundy do klatki piersiowej, co powoduje wydech (Rys. 2).

Oba powyższe ruchy wykonywa się rytmicznie, naśladując oddech normalny (12—15 razy na minutę wdech i wydech). Dla wymiarowania czasu

przerw najlepiej głośno, powoli liczyć: jeden, dwa, trzy.



Rys. 2.

Unikać należy niepotrzebnych ugniatań wątroby i żołądka i wogóle przemocy i pośpiechu.

Oddychanie sztuczne należy stosować aż do chwili, gdy rażony sam zacznie oddychać, wykonywując ruchy krtani, jakgdyby coś połykał. Wówczas uważać, czy rażony zaczyna oddychać samodzielnie i czy zaczęło działać serce.

Jeżeli rażony zacznie oddychać samodzielnie, należy oddychanie sztuczne przerwać. W przeciwnym razie nie przerywać sztucznego oddychania aż do chwili niewątpliwych objawów śmierci, t. j. tak zwanych płam trupich pośmiertnych, przypominających sińce od podskórnych wylewów krwi. Do tej chwili nie można przerywać ratowania, gdyż bywały wypadki przywrócenia życia po upływie trzech i więcej godzin stosowania sztucznego oddechu.

Jeżeli ratujących jest dwóch lub kilku, to równocześnie wykonywają we dwóch czynności ratownicze, każdy zajmując się jedną ręką rażonego, albo drugi zastępuje co pewien czas pierwszego, gdyż wykonywanie sztucznego oddechu jest męczące. Zwolniony wykonywa rozmaite zabiegi dodatkowe, jak następuje.

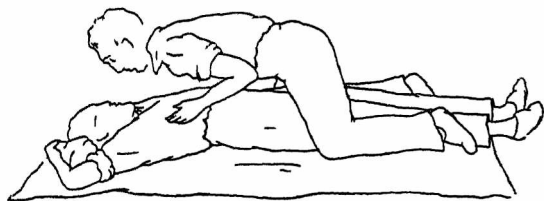
Zmoczoną chusteczką rozciera twarz lub uderza po twarzy rażonego, klepie dłońmi po twarzy, rozciera okolice serca chusteczką, maczaną naprzemian w zimnej i gorącej wodzie.

Podaje do wachania rażonemu amoniak lub eter. Szczotką rozciera podeszwy.

Uciska klatkę piersiową sposobem, opisanym poniżej w punkcie 3-im.

Można dowolnie naprzemian stosować rozmaite wyszczególnione zabiegi dodatkowe, ale przez cały czas nie wolno przerywać oddychania sztucznego.

3. Jeżeli jest tylko jeden ratujący i jeżeli zupełnie się wyczerpie, stosując sztuczny oddech (spo-



Rys. 3.

sobem opisanym wyżej), może przez pewien czas stosować dla odpoczynku inną łatwiejszą metodę sztucznego oddychania. Przy tym sposobie ręce poszkodowanego należy rozłożyć szeroko, nieco ku górze ponad głową; następnie ratujący klęka okrakiem nad biodrami poszkodowanego ze zwróconą ku jego pierśmi twarzą i położywszy ręce płasko na jego dolne żebra, energicznie uciska klatkę piersiową, powodując tem wydech (Rys. 3); po 2—3 sekundach odejmuje

ręce, co powoduje rozszerzenie się uciśniętej poprzednio klatki piersiowej i wywołuje wdech. (Rys. 4). Zabieg ten należy wykonywać, jak i poprzedni około 15 razy na minutę.



Rys. 4.

Metodę tę stosuje się i wtedy, gdy ręce poszkodowanego są poranione.

4. Po przywróceniu rażonemu oddechu i przytomności, daje mu się coś ciepłego do picia, (czystej herbaty, kawy czarnej i t. p.) i pozostawia się go w pozycji leżącej lub półleżącej, okrywając ciepłej, lecz lekko, aby nie utrudniać oddechu.

W razie oparzenia prądem nie można skóry oczyszczać, należy tylko na zaczerwienione i bolesne miejsca nałożyć opatrunek wyjałowiony, na który uprzednio została wyciśnięta odpowiednia ilość wazeliny bornej, i zabandażować bez wywierania silniejszego ucisku.

W razie utworzenia się pęcherzy albo znacznieszego uszkodzenia skóry, nie można przekłuwać pęcherzy ani dotykać rany, lecz tak samo nałożyć opatrunek wyjałowiony i zabandażować.

Opatrunek wyjałowiony kładzie się na rany w ten sposób, żeby gaza zachodziła poza brzegi rany conajmniej na 2 palce. Nigdy nie wolno dotykać palcami lub jakimkolwiek przedmiotem tej strony opatrunku, która ma zetknąć się bezpośrednio z raną. Opatrunek należy umocować bandażem muślinowym.

Krwawienia również tamuje się przez umiarkowany ucisk samej rany za pomocą zabandażowania wyjałowionym opatrunkiem.

Komisja silników trakcyjnych.

Posiedzenie dn 13.V. 1927 r.

Na zebraniu tem omówiono i ustalono następujące sprawy, podane do dyskusji Komitetem narodowym przez Zebranie Komitetu Technicznego silników trakcyjnych C. E. I. w Nowym Jorku (kwiecień 1926 r.).

a) *Proby dielektryczne.* — Proba na dielektryczne właściwości silnika trakcyjnego ma być wykonana prądem zmiennym o częstotliwości 50. Forma krzywej napięcia probierczego ma być praktycznie sinusoidalna.

Napięcie probiercze ma wynosić: $2V + 1000$ woltów, przy czym V oznacza napięcie nominalne. Próba winna być wykonana w stanie gorącym silnika i trwać nie mniej, niż jedną minutę, nie powodując przebicia izolacji między uzwojeniem silnika, a jego korpusem.

Jako napięcie nominalne V należy rozumieć napięcie podane na tabliczce silnika. Jeżeli silniki pracują w połączeniu szeregowym, to pod V należy rozumieć największe napięcie, występujące w stosunku do ziemi przy uzemieniu jednego bieguna. Próba na dielektryczne właściwości wirników w silnikach asynchronicznych ma być wykonywana przy napięciu 1,5 raza większym, niż napięcie wirnika.

b) *Próba na komutację.* — Komutacja praktycznie beziskrowa zachodzi wtedy, jeżeli kolektor i szczotki są nieuszkodzone i pozostają w stanie zdającym do dalszej pracy.

Silnik powinien pracować praktycznie bez iskiei, zarówno w stanie zimnym, jak i gorącym, przy wszelkich obciążeniach od 0 az do jednogodzinnego i jednakowo dobrze w obie strony.

W silnikach prądu stałego położenie szczotek jest niezmiennie, w silnikach prądu zmiennego (kolektorowych) próba winna się odbywać przy położeniu szczotek również niezmiennie, ale w granicach obciążeń dopuszczalnych dla danego położenia szczotek.

Niezależnie od tego, każdy silnik winien w stanie gorącym wytrzymać próbę na przeciążenie przy nominalnym napięciu. Przeciążenie to ma być dwa razy większe od jednogodzinnej mocy i trwać przez jedną minutę bez wywołania szkodliwego iskrzenia i uszkodzenia szczotek przy obracaniu się w obu kierunkach.

Temperatura, przy której ma być przeprowadzona próba na komutację przy przeciążeniu, ma być tak dobrana, ażeby nagrzewanie silnika podczas tej próby nie przekraczało dopuszczalnych granic.

Dla silników, których obroty są regulowane przez osłabienie pola magnetycznego, próba na komutację ma być przeprowadzona przy pełnym i osłabionym polu, przy jednogodzinnej mocy, właściwej każdemu wzbudzeniu i w warunkach jak wyżej, jedynie próba na przeciążenie będzie się odbywała przy obciążeniu 1,5 raza większym od mocy jednogodzinnej.

Odnosnie do silników pracujących po dwa w szeregu P. K. E. proponuje wykonywać dodatkowo próbę na przeciążenie przy napięciu 1,6 V i natężeniu prądu — 0,6 prądu mocy jednogodzinnej i pełnym wzbudzeniu. Pozostałe warunki próby — jak wyżej.

Jako ostatnią próbę na komutację, która jest jednocześnie próbą na wytrzymałość mechaniczną silnika, P. K. E. proponuje próbę przy 2,5 razy większej liczbie obrotów niż te, jakie odpowiadają mocy jednogodzinnej.

c) *Pomiary temperatury.* — Powinny się one odbywać za pomocą pomiarów oporu elektrycznego, a termometrem tylko tam, gdzie to jest niemożliwe (kolektor). Pomiary za pomocą sond bardzo dobre dla celów naukowych, nie są praktyczne w eksploatacji. Obszerne uwagi dotyczące tego przedstawił prof. Podoski.

d) *Inne sprawy.* W sprawie dopuszczenia wyższych temperatur dla silników trakcyjnych zakapturzonych, Komisja jest temu przeciwna, stwierdzić jednak należy, że zdania były podzielone.

Dla braku czasu kwestja przepisów polskich na silniki trakcyjne nie była rozpatrzona. Dla ułatwienia pracy prof. Podoski podjął się przetłumaczyć przepisy angielskie i francuskie, p. Roman — przepisy amerykańskie, p. Kozłowski i p. Mech — przepisy szwajcarskie.

Przemysł i handel

Ruch telegraficzny i telefoniczny w Kwietniu.

Telegramy.			
Warszawa	80,2	(86)	416,2 (444)
Łódź	23,5	(52)	26,3 (58)
Lwów	25,4	(116)	38,4 (138)
Poznań	20,8	(112)	26,0 (141)
Kraków	22,9	(125)	26,0 (121)
Wilno	12,6	(98)	12,2 (95)
Katowice	12,0	(114)	10,4 (99)
Lublin	8,4	(89)	8,6 (91)
Bydgoszcz	8	(92)	7 (59)

Sosnowiec	5,4	(62)	5,1 (59)
Częstochowa	4,4	(54)	4,5 (56)
Białystok	5,2	(68)	5,4 (70)
Królew. Huta	2,8	(38)	2,3 (31)
Radom	31	(50)	3,6 (59)
Dąbr. Gór.	1,2	(30)	1,4 (33)
Kielce	3,2	(77)	3,0 (74)
Włocławek	2,4	(61)	2,8 (69)
Toruń	4,3	(110)	4,6 (115)
Tarnopol	2,7	(85)	1,9 (78)
Brześć n/B	3,1	(105)	3,2 (110)
Będzin	2,3	(83)	1,9 (68)
Drohobycz	2,0	(73)	1,8 (66)

Liczby pierwszej kolumny oznaczają w tysiącach ilości telegramów nadanych, drugiej — otrzymanych; w nawiasach podano odpowiednio ilości telegramów nadanych i otrzymanych, przypadające na 1000 mieszkańców.

Rozmowy telefoniczne.

Warszawa	16 109	255	17,5
Łódź	2 586	67	5,9
Lwów	1 607	75	7,7
Poznań	4 030	106	22,4
Kraków	3 567	74	19,8
Wilno	4 041	19	31,5
Katowice	932	140	10,2
Lublin	439	45	5,1
Bydgoszcz	892	44	10,7
Sosnowiec	477	26	5,8
Częstochowa	311	16	4,1
Białystok	403	26	5,6
Królewska Huta	248	33	3,9
Radom	203	11	3,5
Dąbrowa Górnicza	92	3	2,2
Kielce	359	10	8,9
Włocławek	290	41	8,2
Toruń	1 305	36	34
Tarnopol	33	4	0,8
Brześć n. B.	134	7	4,8
Będzin	249	10	9,3
Drohobycz	170	11	6,8

Liczby pierwszej kolumny oznaczają w tysiącach ilości rozmów miejscowych, drugiej — pozamiejscowych, trzeciej — ilości rozmów w tysiącach, przypadających na 1000 mieszkańców.

Przywóz i wywóz.

W ciągu całego r. 1926 przywieziono do Polski maszyn elektrycznych 1 464 t wartości 5 424 tys. zł. zł. W m. kwietniu r. b. przywieziono 80 t (102 t) wartości 365 tys. zł. zł. (722 tys. zł. *). W okresie styczeń — kwiecień przywieziono 495 t (537 t) wartości 2 879 tys. zł. zł. (1 662 tys. zł. zł.).

W ciągu r. 1926 przywieziono do Polski przyrządów, przewodników i in. materj. elektrotechnicznych 9 943 t wartości 26 699 tys. zł. zł. W kwietniu r. b. przywieziono 928 t (730 t) wartości 3 388 tys. zł. zł. (2 956 tys. zł. *).

W okresie styczeń — kwiecień przywieziono 3 734 t (2 771 t) wartości 12 349 tys. zł. zł. (5 484 tys. zł. zł.).

W nawiasach podano ilości za odpowiednie okresy r. 1926.

*) Złote obiegowe.

Sprostowanie.

Sprostowanie. Pod rysunkiem na str. 223 zes. 11-go (art. inż. J. Obrąpalskiego — „Niebezpieczeństwa silników bocznikowo-szeregowych”) opuszczono następujące oznaczenia:

1 — $\Phi = f(I)$	4 — $M = f(I)$
2 — $M = f(I)_s$	5 — $M = f(I)_c <$
3 — $M = f(I)_c$	6 — $n = f(I)_c <$

Wydawca: Wydawnictwo Czasopisma „Przegląd Elektrotechniczny”, Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością.

Sp. Akc. Zakł. Graf. „Drukarnia Polska”, Warszawa, Szpitalna 12.