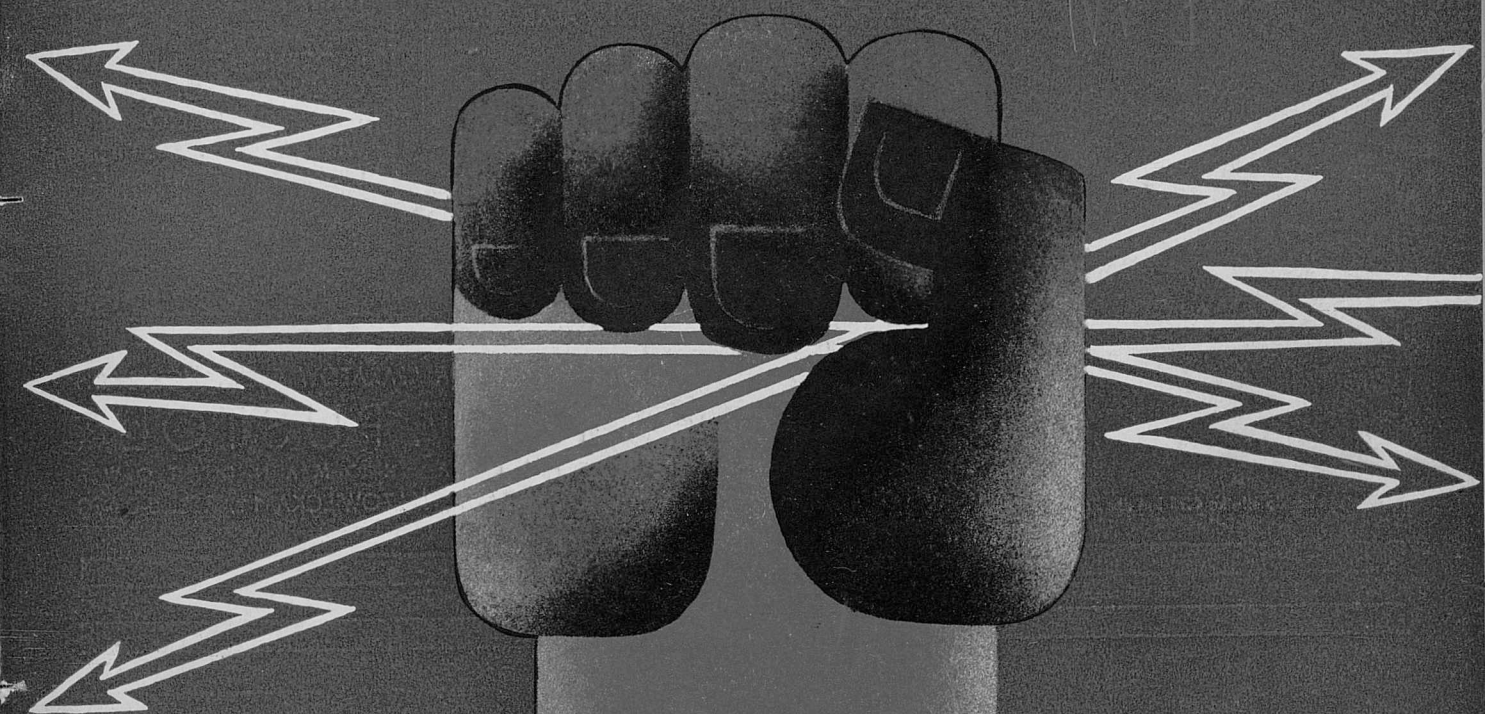
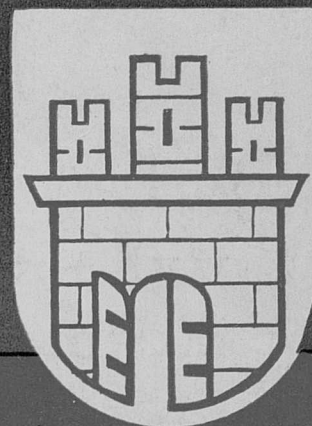


PRZEGŁAD ELEKTROTECHNICZNY



VII



WALNE
ZGROMADZENIE

SEP.

BYDGOSZCZ
30/V-1/VI-1935

PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH

pod naczelnym kierunkiem prof. M. POŻARYSKIEGO.

Rok XVII.

1 Maja 1935 r.

Zeszyt 9.

Redaktor inż. WACŁAW PAWŁOWSKI

Warszawa, Królewska 15, tel. 690-23.

DO WSZYSTKICH KOLEGÓW — ELEKTRYKÓW

Referaty, zgłoszone na doroczną uroczystość naszego świata elektrotechnicznego, Walne Zgromadzenie SEP-u, poruszają szereg zagadnień, które w obecnej chwili interesują ogół elektryków, a dotyczą zarówno dziedziny teorii, jak i praktyki. Nie mają one jednak na celu omówienia wyłącznie tylko strony technicznej ośnośnych tematów; celem ich jest wywołanie dyskusji i pogłębienie poruszonych zagadnień również i pod kątem widzenia gospodarczym.

Referaty zostały podzielone na 5 grup, a mianowicie: ogólne-elektryfikacyjną, przemysłową, komunikacyjną, elektrotechniczną i radjotechniczną.

Do grupy pierwszej należy przede wszystkim referat, podający analizę i definicje zasadniczych pojęć technicznych i gospodarczych, charakteryzujących zakład elektryczny, następnie artykuł, stanowiący przyczynek do sprawy zreformowania warunków uprawnień na sieci okręgowe. Do tejże grupy włączony został referat, dotyczący mało poruszonego u nas tematu elektryfikacji rolnictwa, wreszcie — referat o historii i rozwoju taryf w jednym z naszych wielkich zakładów wytwórczych. Inne referaty tej grupy mają charakter techniczny. Poruszone są w nich zagadnienia, dotyczące sprawy normalizacji w budowie sieci średnich napięć, praktycznego obliczania prądów zwarcia oraz przepięć atmosferycznych w sieciach i ochrony przed nimi.

Wszystkie te tematy są bardzo aktualne i dyskusja, jaka się nad nimi na zjeździe rozwinie, będzie bardzo interesująca, i niewątpliwie przyczyni się do wyjaśnienia wielu szczegółów, które mieć będą wpływ na spotęgowanie rozwoju elektryfikacji Polski.

Sekcja przemysłowa obejmuje referaty, dotyczące elektrycznego spawania. W jednym z nich o charakterze historycznym autor przypomina szczegół znamieny, a nie wszystkim może znany, mianowicie sprawę odkrycia przed 50 laty systemu spawania elektrycznego w Anglii przez dwóch uczonych, z których jeden był Polakiem. Następne referaty dotyczą właściwości łuku elektrycznego oraz elektrod, używanych do spawania. Sprawa tych ostatnich nie jest jeszcze ostatecznie rozwiązana; są używane elektrody z różnych materiałów, otulone i nieotulone, większych i mniejszych średnic; w kraju są wyrabiane doskonale elektrody, jednak dotychczas nie wszystkich typów.

Sprawa spawania elektrycznego znajduje coraz szersze zastosowanie, daje doskonałe wyniki, znaczne oszczędności i zupełną pewność pod względem wytrzymałości spawanych konstrukcji, wobec czego spawanie elektryczne jest stosowane nawet w bardzo odpowiedzialnych wypadkach. Ilość referatów, poświęconych temu zagadnieniu, jest dowodem, że ogół elektryków docenia ważność zagadnienia i pracuje nad ulepszeniami w tej dziedzinie.

Rozwój trakcji elektrycznej nie stoi w Polsce na tak wysokim poziomie, jak w innych krajach, jednak tramwaje i dojazdowe koleje elektryczne są b. poważnym odbiorcą krajowej wytwórczości elektrotechnicznej, a mianowicie przewodników, kabli, żarówek, silników i t. d., a przede wszystkim energii elektrycznej.

Referaty działu trakcyjnego można podzielić na cztery grupy. W jednym z referatów zostało omówione zagadnienie elektryfikacji kolejowego węzła warszawskiego, interesujące bardzo żywo zarówno ogół obywateli, jak i krajowy

przemysł elektrotechniczny, który ma dostarczyć szereg materiałów i urządzeń, potrzebnych do wykonania robót.

W osobnym referacie została omówiona sprawa taryfikacji w tramwajach i na kolejach dojazdowych; ta sprawa jest podstawową dla wszystkich przedsiębiorstw i od sposobu jej rozwiązania zależą dalsze losy danych przedsiębiorstw komunikacyjnych. Hasło dostosowania taryf do zdolności płatniczej ludności, tak szeroko obecnie omawiane w kraju i zagranicą, kryje w sobie wiele możliwości i również dużo niebezpieczeństw, pogłębianie więc powyższego zagadnienia posiada pierwszorzędne znaczenie. W kilku innych referatach zostały omówione sprawy, dotyczące konserwacji taboru i związanej z tem racjonalnej organizacji warsztatów; zastosowanie nowoczesnych systemów pracy w warsztatach i wozowniach może w wielu wypadkach dać znaczne oszczędności. Jedną z ciekawych spraw, dotyczących taboru, jest regulowanie napięcia w obwodach świetlnych, mające na celu usunięcie ogólnie znanego zjawiska przygasania żarówek przy włączaniu nastawnika, co jest dla pasażerów nieprzyjemne, utrudnia czytanie i sprawia przykre wrażenie. System, opisany w jednym z referatów, został zaprojektowany jako rzecz całkiem nowa; praktyczne zastosowanie tego systemu dało zupełnie dobre wyniki.

Nie została również pominięta sprawa bezpieczeństwa ruchu; w jednym z referatów zostały opisane systemy samoczynnej sygnalizacji przejazdów, wymaganej przez przepisy Ministerstwa Komunikacji w tych miejscach, gdzie nasilenie ruchu jest znaczne, a widzialność niedostateczna.

Z działu teletechniki został zgłoszony referat o postępach w technice łączności dalekosieżnej zapomocą kabli.

W dziale radjotechniki znajdujemy referaty, dotyczące nowych materiałów i urządzeń, oraz nowych systemów dokonywania badań; jest również referat o charakterze eksploatacyjnym, omawiający zagadnienie przeszkód w odbiorze, wywołanych przez stacje lokalne.

Jak widać z powyższego pobieżnego przeglądu referatów, został w nich poruszony cały szereg bardzo ważnych zagadnień w dziedzinie elektrotechniki.

Znaczna ilość referatów, zgłoszonych na tegoroczny Zjazd w Bydgoszczy, nie pozwoliła na umieszczenie w zeszycie z dnia 1 maja r. b. wszystkich nadesłanych prac. Dlatego też niektóre z nich będą umieszczone w zeszycie z dnia 1 czerwca r. b. Są to prace o grzejnictwie elektrycznym, o udziale w elektryfikacji Polski przemysłu cukrowniczego, o badaniach kabli trakcyjnych, o niektórych zagadnieniach z dziedziny budowy silników trakcyjnych i t.d. oraz komunikaty o osiągniętych rekordach w dziedzinie wytwórczości elektrotechnicznej.

Ilość i jakość referatów jest dowodem, że ogół elektryków dotrzymuje kroku w wyścigu pracy i że pomimo ciężkiego kryzysu ekonomicznego dąży do jaknajwiększego rozwoju zastosowania elektryczności, osiągając w tej dziedzinie korzystne rezultaty. Należy przewidywać i życzyć, by w przyszłości rozwój ten szedł w jeszcze szybszym tempie.

(—) Inż. Wiktor Przelaskowski,
przewodniczący Komisji Referatowej
Walnego Zgromadzenia S.E.P.



SEKCJA OGÓLNO-ELEKTRYFIKACYJNA

ZASADNICZE POJĘCIA TECHNICZNE I GOSPODARCZE, CHARAKTERYZUJĄCE ZAKŁADY ELEKTRYCZNE

Inż. Stanisław Konczykowski

Kierownik biura technicznego spółki akcyjnej „Siła i Światło”.

Streszczenie. Referat zawiera analizę i definicje ważniejszych pojęć technicznych i gospodarczych, charakteryzujących zakłady elektryczne, a mianowicie: wytwórczości, obciążenia, mocy rozporządzalnej, rezerwy, mocy czynnej, sprawności zakładu wytwórczego, mocy przyłączonych urządzeń, energii dostarczonej, sprawności sieci, stopnia równoczesności, stopnia obciążenia zakładu, stopnia równomierności obciążenia, czasu użytkowania największego obciążenia, stopnia wyzyskania urządzeń, stopnia wyzyskania czasu ruchu, stopnia równomierności strat i czasu trwania największych strat. Pojęcia te, jako podstawowe, wymagają ścisłego określenia i ujednostajnienia pod kątem widzenia struktury i potrzeb nowoczesnych zakładów elektrycznych.

Do oceny i kontroli działalności wszelkich organizmów gospodarczych służy statystyka. Statystyka ma wielkie znaczenie nie tylko dla istniejących organizmów, lecz stanowi również cenny materiał informacyjny przy projektowaniu nowych organizmów. Statystyka spełnia swoje zadanie tylko wówczas, gdy jest przejrzysta i oparta na właściwych zasadach; operując natomiast pojęciami niewłaściwymi, nieujednostajnionymi lub różnie pojmowanymi, prowadzi do błędnych wniosków, a więc nie osiąga swego celu. Aby statystyka była dobrą, należy stworzyć dla niej mocny jednolity fundament w postaci zasadniczych pojęć, charakteryzujących najlepiej i najwłaściwiej organizmy, których ma dotyczyć, oraz ich funkcje.

Fundament statystyki zakładów elektrycznych nie jest jeszcze dostatecznie skonsolidowany. Przyczyna tego leży w nieprzystosowaniu zasadniczych pojęć do charakteru nowoczesnych zakładów i ich skomplikowanych form oraz w zbyt wielkiej różnorodności pojęć częstokroć odmiennie pojmowanych.

W niniejszym referacie zestawione są ważniejsze pojęcia, charakteryzujące zakłady elektryczne pod względem technicznym i gospodarczym, przy jednoczesnym oświetleniu tych pojęć pod kątem widzenia struktury i potrzeb nowoczesnych zakładów elektrycznych. Celem referatu jest poza tym ujednostajnienie pojęć niezawsze właściwie lub też różnie pojmowanych. Niektóre propozycje, podane w niniejszym referacie, były już przedmiotem referatu, zgłoszonego przez autora na III Międzynarodowy Kongres Wytwórców Energii Elektrycznej w Brukseli w roku 1930.

Zakład elektryczny składa się w najogólniejszym przypadku z wytwórni (elektrowni) oraz sieci wraz ze stacjami przetwórczymi i rozdzielczymi i przyłączami. Pojęcia, charakteryzujące zakłady elektryczne, mogą więc dotyczyć bądź całego zakładu, bądź też poszczególnych jego części.

Wytwórczość. Nowoczesny wytwórczy zakład elektryczny (elektrownia) z jego różnorodnymi i skomplikowanymi funkcjami może i powinien być traktowany jako jeden nierozdzielny organizm, przeznaczony do wytwarzania energii elektrycznej z zasobów energetycznych przyrody, czyli

do przetwarzania na energię elektryczną czy to energii, zawartej w materiałach opałowych (zakłady ciepłowne), czy to energii, zawartej w zasobach wodnych (zakłady wodne). Wszystkie poszczególne etapy fabrykacji, poczynając od doprowadzenia surowca — paliwa, względnie wody, — a skończywszy na wysłaniu gotowego fabrykatu w postaci energii elektrycznej z zakładu wytwórczego do sieci, stanowią jeden złożony proces przetwórczy. Wszelkie straty energii w poszczególnych procesach składowych stanowią ogólną stratę przetwarzania energii, a więc są stratami fabrykacyjnymi.

Charakterystyką każdego zakładu przemysłowego jest produkcja użyteczna. Dla zakładu elektrycznego produkcją użyteczną jest energia, wysłana z zakładu wytwórczego. A więc *jako wytwórczość zakładu rozumieć należy ilość energii, oddanej przez zakład wytwórczy do sieci.*

Inne pojęcia wytwórczości, a więc wytwórczość mierzona na zaciskach prądnic, wytwórczość mierzona na szynach zbiorczych (pojęcie niejasne), określają tylko pewne etapy ogólnego procesu przetwarzania energii, lecz nie charakteryzują wyniku końcowego, t. j. użytecznej wytwórczości.

Statystyki notują zazwyczaj jako wytwórczość zakładów elektrycznych energię, wytworzoną przez prądnice. W drobnych zakładach wytwórczych o prymitywnej strukturze (posiadających np. tylko zespoły lokomobilowe) energią, wytwarzaną przez prądnice, wyraża jednocześnie energię oddaną do sieci, a więc wytwórczość użyteczną (o ile pominiemy drobne zużycie energii na oświetlenie samej wytwórni). Miary tej nie można jednak stosować do zakładów nowoczesnych, w których, jak wiadomo, znaczna część energii, wydanej przez prądnice, zużywa się na szereg pomocniczych procesów, związanych z wytwarzaniem energii elektrycznej; w zakładach tych istnieją nawet specjalne prądnice, częstokroć o wielkiej mocy, które produkują energię wyłącznie na własne potrzeby zakładu wytwórczego.

Zakład wytwórczy produkować może energię różnego gatunku: przy różnych napięciach, różnych częstotliwościach lub różnych systemach prądu. Wytwórczość każdego gatunku energii może być notowana odrębnie, tak samo jak odrębnie notowane są różnorodne wyroby innych zakładów przemysłowych. Dla zilustrowania jednak ogólnej wytwórczości najbardziej interesującą jest wytwórczość sumaryczna, wyrażona w kilowatogodzinach energii oddanej do sieci, choćby w różnych gatunkach, podobnie jak to ma miejsce w innych zakładach przemysłowych, np. w hutach, które, poza szczegółową specyfikacją swych wyrobów, wyrażają całą produkcję w tonnach.

W niektórych przypadkach może zachodzić wątpliwość, czy procesy przetwarzania energii elektrycznej w zakładzie wytwórczym na inne napięcie, na inną częstotliwość lub inny system prądu, należy uważać jako funkcje, związane z wytwórczością energii elektrycznej, czy też traktować

je odrębnie, jako funkcje, związane z przesyłaniem energii elektrycznej; t. j. z następnym ogniwem zakładu — siecią. Trudno dać wyraźną wskazówkę, w jaki sposób wątpliwość tę w każdym przypadku rozstrzygnąć. Jeżeli stacja przetwórcza (transformatorowa lub przetwornicowa) związana jest organicznie z zakładem wytwórczym, to procesy przetwarzania energii elektrycznej mogą być uważane jako funkcje składowe wytwarzania tej energii; w szczególności zasada ta nie może budzić wątpliwości w przypalku, gdy urządzenia przetwórcze związane są bezpośrednio z prądnicami (np. każda prądnica pracuje na swój transformator). O ile niema organicznego związku między zakładem wytwórczym i urządzeniami do przetwarzania energii elektrycznej, to procesy przetwarzania tej energii powinny być traktowane odrębnie, jako funkcje związane raczej z przesyłaniem energii.

Pomiar wytwórczości energii, pojętej w sposób wyżej określony, nie nastrocza trudności technicznych i może odbywać się bądź zapomocą liczników sumujących, t. j. liczników wykazujących sumaryczną ilość energii oddanej do linii wyprowadzonych z zakładu, bądź przez sumowanie wskazań liczników ustawionych na poszczególnych liniach; w tym ostatnim przypadku odczytywanie poszczególnych liczników powinno odbywać się, rzecz prosta, w jaknajkrótszych odstępach czasu. Gdy szyny zbiorcze oddzielone są od szyn zdawczych, pomiar wytwórczości może się odbywać w przejściu z pierwszych szyn do drugich.

Obciążenie. Statystyki podają zazwyczaj obciążenie, mierzone na zaciskach prądnic zakładu wytwórczego. Obciążenie, pojęte w ten sposób, nie charakteryzuje użytecznego obciążenia zakładu, lecz tylko obciążenie prądnic, produkujących wszak nie tylko energię użyteczną, lecz również energię, zużywaną na własne potrzeby zakładu, nie mówiąc już o prądnicach, produkujących energię wyłącznie tylko na własne potrzeby zakładu.

Zgodnie z pojęciem zakładu wytwórczego, przyjętem w niniejszym referacie, *jako obciążenie zakładu wytwórczego należy rozumieć jego obciążenie użyteczne, t. j. sumaryczne obciążenie linii, wyprowadzonych z zakładu wytwórczego, czyli moc dostarczoną do sieci.*

Obciążenie zakładu wytwórczego może zmieniać się bardzo znacznie w nieuchwytnych odstępach czasu, zwłaszcza zakładu, zasilającego urządzenia przemysłowe o wahlwym zapotrzebowaniu mocy. Należy zatem odróżniać chwilowe obciążenie od średniego obciążenia w pewnym okresie czasu. Chwilowe przeciążenia, zarówno prądnic, jak również urządzeń napędowych i urządzeń pomocniczych, nie odgrywają już dzisiaj poważniejszej roli. O ile niedawno jeszcze przyjmowano, że normalna moc, względnie normalna wydajność, urządzeń powinna być dostosowana do największego średniego obciążenia z okresu 5, 10 lub 15 minut, o tyle obecnie można już uznać, że wystarczy wybrać urządzenia na średnią największą moc z okresu 30. minut. Jako obciążenie zakładu wytwórczego można przyjmować średnie obciążenie z okresu 30 minut. Największym lub szczytowym obciążeniem zakładu w pewnym okresie czasu (np. w ciągu miesiąca lub w ciągu roku) będzie zatem największe średnie obciążenie z okresu 30 minut.

Gdy obciążenie zakładu wytwórczego może być wahlbitnie wahlliwe, jak np. przy dostawach energii do celów trakcyjnych lub do urządzeń walcowniczych i maszyn wyciągowych, nie posiadających urządzeń wyrównawczych, sprawa wyboru urządzeń zakładu wytwórczego powinna być specjalnie zbadana pod kątem widzenia chwilowych wahań obciążenia.

Obciążenie zakładu może być mierzone przez przyrządy sumujące obciążenie poszczególnych linii i zespolone z licznikami sumującymi.

W zakładach, nie posiadających specjalnych sumujących urządzeń pomiarowych, obciążenie (30-minutowe) zakładu może być w przybliżeniu ustalone przez odczytywanie co pół godziny liczników ustawionych na poszczególnych liniach i przez pomnożenie sumy wskazań tych liczników przez dwa.

Moc rozporządzalna. O ile wytwórczość zakładu i jego obciążenie dają się określić bez trudności, o tyle trudniej jest określić moc zakładu wytwórczego.

W dotychczasowych statystykach podawana jest moc poszczególnych prądnic, nie wyłączając prądnic, przeznaczonych na własne potrzeby zakładu wytwórczego, oraz innych urządzeń pomocniczych, np. akumulatorów, przetwornic i t. p. Dane powyższe są interesujące i charakterystyczne, nie są jednak wyrazem mocy zakładu jako całości.

W drobnych zakładach wytwórczych o prymitywnej budowie moc poszczególnych prądnic wraz z mocą akumulatorów może być utożsamiana z mocą zakładu wytwórczego. Moc poszczególnych urządzeń napędowych w tego rodzaju zakładach (np. lokomobil, silników dyzelskich i t. p.) odpowiada zazwyczaj mocy prądnic. Innymi słowy, zakład wytwórczy może być obciążony mniej więcej mocą, równą mocy wszystkich zainstalowanych urządzeń elektrycznych, przeznaczonych do wytwarzania energii (pomijając narazie zagadnienie rezerwy).

Moc (użyteczna) zakładu wytwórczego o złożonej budowie zależy nie tylko od mocy zainstalowanych prądnic, których część może być przeznaczona do produkcji energii tylko na własne potrzeby zakładu; moc tego typu zakładu zależy również od wydajności szeregu innych urządzeń, przeznaczonych poza prądnicami, względnie turbozespołami, do wykonywania właściwych sobie funkcji w pełnym procesie fabrykacji energii elektrycznej, a więc — od wydajności kotłów, urządzeń do zasilania wodą, węglem i t. p. Poza to część mocy prądnic zużywana jest na własne potrzeby zakładu, a więc do napędu urządzeń pomocniczych, oświetlenia i t. p.

Określając moc zakładu wytwórczego, należy zatem liczyć się nie tylko ze zdolnością wytwórczą urządzeń, wytwarzających energię elektryczną, lecz również z wydajnością wszelkich innych urządzeń głównych i pomocniczych, biorąc przytem pod uwagę straty fabrykacyjne, a więc bezpośrednie straty energii i zużycie energii na potrzeby własne zakładu.

Największą moc użyteczną, którą zakład wytwórczy może oddać do sieci przy jednoczesnym ruchu wszystkich swoich urządzeń, z wyjątkiem jedynie tych urządzeń, które ze względu na swój charakter nie mogą pracować bez przerwy (np. kotły będące w czyszczeniu), lub które ze względu na bezpieczeństwo ruchu muszą pozostawać w rezerwie (zapasowe pompy zasilające), proponujemy nazwać mocą rozporządzalną zakładu wytwórczego.

Moc rozporządzalna nigdy nie może być większa od mocy zainstalowanych prądnic, a w krańcowym przypadku najwyższej równa jest sumarycznej mocy prądnic, przeznaczonych do produkcji energii elektrycznej na sieć, zmniejszonej o moc elektryczną, zużywaną na własne potrzeby zakładu wytwórczego. Ten ostatni przypadek będzie miał miejsce tylko wówczas, gdy wydajność kotłów (po odliczeniu kotłów, będących jednocześnie w czyszczeniu), urządzeń do zasilania wodą i czyszczenia wody, urządzeń do zasilania węglem i t. p. jest wystarczająca dla pełnego obciążenia wszystkich zainstalowanych prądnic.

Pojęcie mocy rozporządzalnej ma szczególne znaczenie przy projektowaniu współpracy zakładów elektrycznych na wspólną sieć; celem tej współpracy jest, jak wiadomo, wyzyskanie w pełnej mierze (to znaczy przy pełnej mocy roz-

porządkalnej) zakładów pracujących ekonomicznie przy pomocniczej roli zakładów, pracujących mniej ekonomicznie, jako rezerw, względnie zakładów szczytowych.

Zdajemy sobie sprawę, że ustalenie mocy rozporządzalnej zakładu wytwórczego zawiera w sobie pewną dowolność, w niektórych bowiem przypadkach przez nieznaczne uzupełnienie urządzeń (np. ustawienie dodatkowej pompy zasilającej) moc rozporządzalna zakładu może być zwiększona. Drobne braki w urządzeniach pomocniczych, których uzupełnienie może wpłynąć na podwyższenie mocy rozporządzalnej, nie powinny być brane pod uwagę, czyli zakład powinien być szacowany na moc, która może być osiągnięta choćby po dokonaniu pewnych uzupełnień w urządzeniach, o ile uzupełnienia te nie są zasadnicze.

Rezerwa. Zakład wytwórczy nie może stale oddawać do sieci pełnej mocy rozporządzalnej; urządzenia zakładu wymagają w pewnych okresach czasu remontu; w czasie ruchu zdarzają się przypadki uszkodzeń tych lub innych urządzeń, wskutek czego urządzenia te muszą być chwilowo wycofane z ruchu. Racjonalnie prowadzony zakład wytwórczy powinien zatem być rozbudowany szerzej, niżby to wynikało z warunków jego obciążenia, t. j. powinien posiadać w urządzeniach stale potrzebnych do ruchu odpowiednią rezerwę. Może być zatem mowa o rezerwie dla turbozespołów, kotłów, pomp i t. p.

Rezerwę tę stanowi różnica między sumaryczną nominalną mocą, względnie sumaryczną wydajnością, danych urządzeń zainstalowanych w zakładzie wytwórczym (turbozespołów, kotłów, pomp i t. p.) i nominalną mocą, względnie wydajnością, tychże urządzeń, które jednocześnie stale mogą być w ruchu. Minimalna, aczkolwiek niezawsze wystarczająca, rezerwa dla danych urządzeń stanowi jedno urządzenie o największej mocy, względnie o największej wydajności (w kotłach co najmniej dwa kotły).

W literaturze spotyka się określenie rezerwy zakładu wytwórczego jako różnicy między mocą nominalną zainstalowanych prądnic, a największym obciążeniem tych prądnic. Ujęcie to jest niewłaściwe i nie charakteryzuje istotnej rezerwy, lecz tylko moc (na zaciskach prądnic) pozostającą do dyspozycji aż do obciążenia prądnic pełną mocą nominalną. W sensie tego określenia zakład, posiadający np. tylko jeden turbozespół nieobciążony całkowicie, posiadałby rezerwę równą różnicy między nominalną mocą turbozespołu a jego największym obciążeniem. Nie trzeba dowodzić, że tego rodzaju wniosek byłby całkowicie błędny.

Moc czynna. Jeżeli odliczymy rezerwę w poszczególnych urządzeniach zakładu wytwórczego (w turbozespołach, kotłach, pompach zasilających i t. p.), to zakład będzie mógł oddać do sieci moc mniejszą, niż moc rozporządzalna. *Moc użyteczną, jaką zakład wytwórczy może oddać do sieci przy ruchu tylko części wszystkich swoich urządzeń, a mianowicie po odliczeniu urządzeń pozostających w rezerwie (w postoju), proponujemy nazwać w odróżnieniu od mocy rozporządzalnej mocą czynną*, a to z tego względu, że charakteryzuje ona moc użyteczną zakładu przy ruchu urządzeń, które jednocześnie stale mogą być czynne.

Różnica między mocą rozporządzalną zakładu i jego mocą czynną jest odpowiednikiem pojęcia rezerwy w odniesieniu do całego zakładu wytwórczego i wynika z rezerw w poszczególnych urządzeniach.

Przy współpracy szeregu zakładów wytwórczych na wspólną sieć niektóre zakłady, pracujące specjalnie ekonomicznie, mogą, jak wspomnieliśmy wyżej, pracować przy pełnej mocy rozporządzalnej; wówczas moc czynna każdego z tych zakładów będzie równa jego mocy rozporządzalnej, rezerwą natomiast będą zakłady pracujące mniej ekonomicznie.

Sprawność zakładu wytwórczego. Różnica między energią wytworzoną, czyli oddaną do sieci, a dostarczoną do zakładu wyraża straty na przetwarzanie energii, przyczem w tych stratach mieszczą się zarówno straty bezpośrednie, jak i zużycie energii na potrzeby własne zakładu.

Stosunek energii elektrycznej, wytworzonej w pewnym okresie czasu, do energii cieplnej, względnie wodnej, dostarczonej do zakładu w tym samym okresie czasu, wyraża średnią sprawność zakładu. Dla ustalenia sprawności energii oddana i dostarczona musi być wyrażona w dowolnych, lecz jednakowych jednostkach. Dla zakładów cieplnych energia oddana oraz energia dostarczona może być wyrażona np. w kalorjach.

W dotychczasowych statystykach nie mówi się o sprawności zakładów wytwórczych, natomiast podaje się zużycie energii elektrycznej na własne potrzeby zakładu. Zużycie to nie wyraża pełnych strat, związanych z wytwarzaniem energii elektrycznej, a zatem nie charakteryzuje sprawności zakładu; przeciwnie w pewnych okolicznościach zakład wytwórczy, pracujący zasadniczo ekonomicznie, może wykazywać większe zużycie energii elektrycznej na własne potrzeby, niż zakład podobny pracujący mniej ekonomicznie, a to w przypadku, gdy w pierwszym zakładzie napęd urządzeń pomocniczych jest zelektryfikowany, a w drugim — urządzenia pomocnicze napędzane są zapomocą silników parowych; zużycie energii elektrycznej na własne potrzeby zakładu wytwórczego ilustruje więc tylko stopień zelektryfikowania urządzeń pomocniczych.

Własne zużycie energii w nowoczesnych zakładach wytwórczych nie da się ściśle ustalić i zanalizować; w zakładach cieplnych np. część energii, użytej do napędu urządzeń pomocniczych, może być w dalszym ciągu częściowo odzyskana; energia dostarczana do poszczególnych urządzeń pomocniczych nie zawsze jest mierzona, pomiar bowiem tej energii byłby niezwykle skomplikowany, a nawet często niemożliwy. Charakterystyką zakładu wytwórczego jako całości, z punktu widzenia racjonalności technicznej, może być więc tylko jego sprawność, pojęta w sposób wyżej określony.

Moc przyłączonych urządzeń. Jako moc przyłączonych urządzeń należy rozumieć sumę nominalnych mocy odbiorników. Kontrola przyłączonych odbiorników nie jest łatwa, zwłaszcza w wielkich zakładach przemysłowych, które pobierają energię do różnych potrzeb. Z tą samą trudnością spotykamy się również u drobnych odbiorców, trudno bowiem narażać odbiorców na stałe przykrości z powodu kontroli ich urządzeń.

O dokładnej statystyce mocy odbiorników nie może zatem być mowy. Dla nowych instalacji moc odbiorników może być notowana według zgłoszeń odbiorców, dla dawniejszych zaś instalacji — przy okresowych kontrolach. U większych odbiorców, u których kontrola jest jeszcze trudniejsza, jako moc przyłączonych urządzeń może być przyjęta moc zainstalowanych transformatorów oraz silników wysokiego napięcia.

Nie wchodzimy tu w szczegóły podziału przyłączonych urządzeń na grupy; podział ten powinien być dokonany stosownie do przeznaczenia zużywanej energii (a więc np. do oświetlenia, grzejniactwa, drobnego napędu, napędu zakładów przemysłowych, trakcji, rolnictwa i t. p.). Podział ten może być mniej lub więcej szczegółowy w zależności od zakresu obserwacji, prowadzonych przez zakłady elektryczne.

Energja, dostarczona odbiorcom, notowana jest zazwyczaj w statystykach pod nazwą sprzedaży energii. Pojęcie sprzedaży jest pojęciem raczej handlowym. W statystykach zakładów elektrycznych nie możemy rozróżniać energii sprzedanej, t. j. dostarczonej za opłatą, od energii dostar-

czoney bezpłatnie. Dlatego też zamiast pojęcia energii sprzedanej należy operować pojęciem *energii dostarczonej odbiorcom*. Energia dostarczona odbiorcom może być również dzielona na grupy stosownie do przeznaczenia energii, wg. zasady przyjętej dla podziału na grupy przyłączonych urządzeń.

Sprawność sieci. Energia wytworzona w zakładzie wytwórczym dostarczana jest odbiorcom przeważnie za pośrednictwem sieci. Różnica między energią wytworzoną w pewnym okresie czasu, a dostarczoną odbiorcom, stanowi ogólną stratę w sieci. Na tę ogólną stratę składają się nie tylko straty w przewodach (omowe, wskutek upływu i na ulot, na histerezę dielektryczną), lecz również straty w transformatorach, względnie przetwornicach, urządzeniach pomiarowych i t. p. i wreszcie zużycie energii na potrzeby stacji przetwórczych, względnie rozdzielczych (oświetlenie, napęd pomp do chłodzenia transformatorów, ładowanie akumulatorów i t. p.).

Jako sprawność sieci rozumieć zatem należy stosunek energii, dostarczonej w pewnym okresie czasu odbiorcom, do energii wytworzonej. Należy rozróżniać średnią sprawność sieci (w pewnym okresie czasu) od sprawności przy największym obciążeniu. Pierwsza sprawność jest większa od drugiej.

Straty w sieci oraz jej sprawność można rozpatrywać oddzielnie dla różnych części sieci (sieć niskiego napięcia, stacje przetwórcze, sieć wysokiego napięcia). Iloczyn sprawności poszczególnych części sieci daje ogólną sprawność sieci.

Stopień równoczesności. Odbiorca nie posługuje się zazwyczaj wszystkimi odbiornikami jednocześnie i nie wszystkie odbiorniki pracują przy swej mocy nominalnej. Skutkiem tego największe zapotrzebowanie mocy na przyłączy u odbiorcy jest mniejsze od mocy nominalnej przyłączonych odbiorników.

Zapotrzebowanie mocy przez odbiorców nie jest równomierne, przyczem przebieg tego zapotrzebowania w funkcji czasu dla różnych urządzeń (instalacji) odbiorczych nie jest jednakowy. Skutkiem tego największe obciążenie zakładu elektrycznego jest mniejsze od sumy największych obciążeń poszczególnych urządzeń (instalacji) odbiorczych. A więc np.: największe obciążenie stacji transformatorowej jest mniejsze od sumy największych obciążeń na przyłączach odbiorców; największe obciążenie zakładu wytwórczego jest mniejsze od sumy największych obciążeń stacji transformatorowych; wreszcie największe równoczesne obciążenie pracujących równolegle zakładów wytwórczych jest mniejsze od sumy obciążeń tych zakładów.

Stosunek największego obciążenia w pewnym punkcie sieci do sumy największych obciążeń, względnie mocy nominalnych przyłączonych odbiorników, nazywamy stopniem równoczesności. Jak z przytoczonych wyżej przykładów wynika, stopień równoczesności może wyrażać stosunek największego obciążenia na przyłączy odbiorcy do sumy nominalnych mocy przyłączonych odbiorników, stosunek największego obciążenia stacji transformatorowej do sumy największych obciążeń na przyłączach odbiorców, stosunek największego obciążenia zakładu wytwórczego do sumy największych obciążeń stacji transformatorowych i t. d.

Każdy z powyższych współczynników charakteryzuje stopień wyrównania obciążenia w pewnym punkcie sieci (a więc na przyłączy odbiorcy, na stacji transformatorowej, w zakładzie wytwórczym i t. d.) w stosunku do innych punktów sieci, względnie mocy odbiorników. Iloczyn poszczególnych współczynników pośrednich wyraża ogólny stopień równoczesności, a więc np. iloczyn wszystkich wymienionych wy-

żej współczynników wyrażać będzie stosunek największego obciążenia zakładu wytwórczego do mocy przyłączonych odbiorników, czyli stopień równoczesności obciążenia wytwórni.

W literaturze spotyka się inne ujęcie współczynnika, wyrażającego stopień równoczesności, a mianowicie współczynnik ten określa się jako stosunek największego równoczesnego obciążenia odnośnych urządzeń (ustalonego np. przez nałożenie wykresów obciążenia poszczególnych urządzeń) do sumy największych obciążeń tych urządzeń. Ujęcie to nie jest właściwe: równoczesne obciążenie urządzeń, przyłączonych w różnych punktach sieci, jest pojęciem nierealnym, nie mającym znaczenia fizycznego; obciążenie to jest nieuchwytnie, określony bowiem w ten sposób współczynnik nie wynika bezpośrednio z danych statystycznych zakładów elektrycznych; wreszcie, posiłkując się tak ustalonymi współczynnikami, musimy przy obliczaniu obciążenia zakładu (na stacjach transformatorowych lub w zakładzie wytwórczym) uwzględnić stratę mocy w odnośnej części sieci, co komplikuje obliczenie.

W literaturze i statystykach spotyka się częstokroć poza pojęciem stopnia równoczesności również pojęcie współczynnika różnicowości, który jest odwrotnością pierwszego współczynnika. Pierwszy współczynnik jest mniejszy od jedności, drugi większy od jedności. Aby uniknąć nieporozumień, proponujemy posilkować się tylko stopniem równoczesności.

Wreszcie w literaturze i statystykach spotykamy się z pojęciem „stopnia zapotrzebowania” (demand factor), który jest identyczny z pojęciem stopnia równoczesności, odniesionem do urządzenia (instalacji) odbiorcy. Współczynnik ten wyraża mianowicie stosunek największego obciążenia, mierzonego na przyłączy urządzenia odbiorcy, do sumy nominalnych mocy odbiorników. Aby nie zwiększać ilości i tak różnorodnych pojęć, proponujemy współczynnik powyższy nazywać mianem ogólnem „stopnia równoczesności” urządzenia (instalacji) odbiorcy.

Stopień obciążenia zakładu wytwórczego. Proponujemy współczynnikiem tym (s) określić stosunek największego obciążenia zakładu wytwórczego ($P_{\max}$) w pewnym okresie czasu do mocy rozporządzałnej (P_{rozp}), względnie mocy czynnej (P_{cz}), zakładu:

$$s_r = \frac{P_{\max}}{P_{\text{rozp}}}, \quad s_{cz} = \frac{P_{\max}}{P_{cz}}$$

Współczynnik ten pośrednio wskazuje zapas mocy w zakładzie wytwórczym w stosunku do mocy rozporządzałnej, względnie mocy czynnej. W literaturze, często uważa się nieślusnie za rezerwę, o czym mowa była wyżej.

Należy zaznaczyć, że współczynniki „stopień obciążenia” przypisuje się niekiedy inne niewłaściwe znaczenie, a mianowicie znaczenie „stopnia równomierności obciążenia”, ilustrującego bynajmniej nie stopień obciążenia zakładu, lecz charakter obciążenia, o czym mowa jest w następnym rozdziale.

Stopień równomierności obciążenia. (Belastungsfaktor). Współczynnik ten (m) ilustruje charakter obciążenia zakładu, względnie urządzenia (instalacji) odbiorcy, i wyraża stosunek ilości energii wytworzonej, przesłanej, względnie pobranej przed odbiorcą, (kWh) w pewnym okresie czasu (h) do tej ilości energii, która mogłaby być w tym samym okresie czasu wytworzona, przesłana, względnie pobrana, gdyby obciążenie zakładu, względnie obciążenie na przyłączy urządzenia odbiorczego, było stale równe największemu obciążeniu ($P_{\max}$); inaczej współczynnik ten może być wyrażony

przez stosunek średniego obciążenia (P_{sr}) w danym okresie czasu do obciążenia największego (P_{max}):

$$m = \frac{kWh}{P_{max} \cdot h} = \frac{P_{sr}}{P_{max}}$$

Stopień równomierności obciążenia zakładu zależy, rzecz prosta, od warunków, w jakich następuje odbiór energii z sieci. Zakłady o charakterze oświetleniowym mają współczynnik ten niski, zakłady natomiast o charakterze przemysłowym — wysoki. Od współczynnika tego zależą w znacznej mierze koszty eksploatacji zakładu na jednostkę wytworzonej, względnie dostarczonej, energii. Koszty te dla zakładu obciążonego równomiernie, a więc pracującego przy wysokim współczynniku równomierności obciążenia, są niższe, niż dla zakładu obciążonego mniej równomiernie. Stosownie do kosztów eksploatacyjnych taryfy dla odbiorców, pobierających energię przy wysokim współczynniku równomierności obciążenia (przemysł), są niższe od taryf dla odbiorców, pobierających energię przy niskim współczynniku równomierności obciążenia (oświetlenie).

Rozpiętość taryf praktycznie jest większa, niżby to wynikało ze ścisłej kalkulacji opartej na powyższych podstawach (po uwzględnieniu kosztów, spowodowanych rozdzieleniem energii). Poza to moc poza szczytem obciążenia niewyżytkana przez odbiorców, pracujących przy niskim współczynniku równomierności obciążenia, opłacona już przez tych odbiorców w odnośnych taryfach, może być częściowo sprzedana (w dolinach obciążenia zakładu) innym odbiorcom. Powyższymi okolicznościami tłumaczy się paradoksalne na pozór zjawisko, że zakłady pracujące przy niskim współczynniku równomierności obciążenia, a więc przy obciążeniu na ogół nierównomiernym, są zazwyczaj rentowniejsze od zakładów, których obciążenie jest bardziej równomierne.

Czas użytkowania największego obciążenia. Charakter obciążenia zakładu elektrycznego, lub też urządzenia odbiorcy, określa się zazwyczaj nie współczynnikiem, o którym mowa była wyżej, lecz innym pokrewnym pojęciem — czasem użytkowania największego obciążenia (τ). Czas ten wyraża stosunek ilości energii wytworzonej, przesłanej, względnie pobranej przez odbiorcę, (kWh) w pewnym okresie czasu (h) do odpowiedniego największego obciążenia (P_{max}):

$$\tau = \frac{kWh}{P_{max}}$$

Z wymienionego poprzednio wzoru dla stopnia równomierności obciążenia wynika, że

$$\tau = m \cdot h.$$

Czas użytkowania największego obciążenia oraz stopień równomierności obciążenia pozostają zatem od siebie w ścisłej zależności; mianowicie czas użytkowania największego obciążenia otrzymuje się przez pomnożenie stopnia równomierności obciążenia (m) przez czas ruchu (h).

Dla wytwórni pracującej cały rok bez przerwy ($h = 8760$ godz.) $\tau = m \cdot 8760$.

Stopień wyzyskania urządzeń. (Benutzungsfaktor). Współczynnik ten (n) wyraża stosunek ilości energii wydanej, względnie pobranej, (kWh) w pewnym okresie czasu (h) przez dane urządzenia (turbozespoły, kotły, transformatory, silniki i t. p.) do tej ilości energii, która mogłaby być w tym samym okresie czasu przez te urządzenia wydana, względnie pobrana, gdyby obciążenie było stale równe sumie mocy nominalnych wszystkich odnośnych urządzeń (ΣP_{nom}); inaczej współczynnik ten może być wyrażony przez stosunek średniego obciążenia (P_{sr}) w danym okresie czasu do sumy mocy nominalnych wszystkich odnośnych urządzeń (ΣP_{nom}).

A więc stopień wyzyskania turbozespołów:

$$n = \frac{kWh}{(\Sigma P_{nom}) \cdot h} = \frac{P_{sr}}{\Sigma P_{nom}}$$

Poza pojęciem „stopnia wyzyskania urządzeń” spotykamy również pojęcie „stopień użytkowania odbiorników”, który jest niczem innym, jak „stopniem wyzyskania urządzeń” odniesionym do urządzenia (instalacji) odbiorcy. Ponieważ pojęcia te są identyczne, przeto nie należy określać ich różnymi nazwami.

Stopień wyzyskania urządzeń ma zasadniczy wpływ na ich sprawność; a więc zakłady, pracujące przy dobrem wyzyskaniu (wysokim współczynniku wyzyskania) urządzeń, wykazują lepszą sprawność, czyli np. mniejsze zużycie paliwa na jednostkę wytworzonej energii elektrycznej, niż zakłady, w których urządzenia wyzyskane są w mniejszym stopniu.

Stopień wyzyskania czasu ruchu. (Betriebszeitfaktor). Współczynnik ten (f) wyraża stosunek ilości energii, która w pewnym okresie czasu (h) mogłaby być wydana przez dane urządzenia (turbozespoły, kotły, transformatory i t. p.) w czasie pracy (t) każdego z tych urządzeń przy pełnej mocy nominalnej (P_{nom}), do tej ilości energii, która mogłaby być przez te urządzenia wydana, gdyby ruch ich przy tym samym obciążeniu trwał w okresie czasu (h) bez przerwy.

A więc współczynnik powyższy dla turbozespołów:

$$f = \frac{\Sigma (P_{nom} \cdot t)}{(\Sigma P_{nom}) \cdot h}$$

Przy N turbozespołach jednakowej mocy

$$f = \frac{\Sigma t}{N \cdot h},$$

przyczem Σt oznacza liczbę maszyno-godzin turbozespołów w okresie czasu h .

Współczynnik powyższy łącznie z wyżej opisanym współczynnikiem, wyrażającym stopień wyzyskania urządzeń, ma wpływ na sprawność odnośnej grupy urządzeń, a zatem decyduje również o sprawności całego zakładu.

Stopień równomierności strat. Współczynnik ten ma szczególne znaczenie przy obliczaniu na gospodarność przewodów elektrycznych linii przesyłowych. Współczynnik ten (ς) wyraża stosunek ilości energii straconej w pewnym okresie czasu (h) do tej ilości energii, która byłaby stracona w tym samym okresie czasu, gdyby panowało stale największe obciążenie (P_{max}); inaczej współczynnik ten może być wyrażony przez stosunek średniej straty mocy (ΔP_{sr}) w danym okresie czasu do największej straty mocy (ΔP_{max}) przy największym obciążeniu.

A więc np. dla linii przesyłowej współczynnik ten

$$\varsigma = \frac{p_{sr} \cdot kWh}{p_{max} \cdot P_{max} \cdot h} = \frac{\Delta P_{sr}}{\Delta P_{max}},$$

przyczem p_{sr} oznacza procentową stratę energii otrzymaną z linii (kWh) w ciągu h godzin, p_{max} — procentową stratę energii przy największym obciążeniu (P_{max}).

Wyznaczenie powyższego współczynnika połączone jest z pewnymi trudnościami, nie znając bowiem zgóry przebiegu obciążenia linii, trudno jest określić średnią stratę mocy. Badania przeprowadzone przez inżyniera Maxa Wolfa z Darmstadtu (ETZ 1931, str. 1267) nad szeregiem zakładów elektrycznych o różnych przebiegach obciążenia wykazały, że stopień równomierności strat pozostaje w pewnej funkcjonalnej zależności od stopnia równomierności obciążenia; zależność ta ujęta została przez inżyniera Wolfa w następujący wzór:

$$\varsigma = 0,083 + 1,036 m^2 + 0,12 m^3,$$

w którym ς oznacza stopień równomierności strat, a m — stopień równomierności obciążenia.

Weingärtner zaproponował inny wzór uproszczony (ETZ 1932, str. 927), dający wyniki zbliżone do wyników, które otrzymuje się ze wzoru Wolfa, a mianowicie:

$$\zeta = m^{1,792}$$

Ponieważ stopień równomierności obciążenia daje się dla każdego przypadku ustalić, przeto obliczenie współczynnika ζ na podstawie jednego z powyższych wzorów da się z łatwością wykonać. W następnym rozdziale podana jest tabela, w której wymienione są wartości współczynnika ζ w zależności od wartości współczynnika m , obliczone na podstawie wzoru Wolfa.

Czas trwania największych strat. Przy obliczaniu na gospodarność przewodów elektrycznych linii przesyłowych zazwyczaj operuje się nie współczynnikiem, wyrażającym stopień równomierności strat (ζ), lecz innym pokrewnym pojęciem — czasem trwania największych strat (T). Czas ten wyraża stosunek energii straconej w pewnym okresie czasu do największej straty mocy przy największym obciążeniu ($P_{\max}$).

$$T = \frac{p_{sr} \cdot \text{kWh}}{P_{\max} \cdot P_{\max}} = \frac{p_{sr}}{P_{\max}} \cdot \tau$$

Ponieważ $p_{sr} < P_{\max}$, przeto w ogólnym przypadku czas trwania największych strat

$$T < \tau$$

W specjalnym przypadku, mającym znaczenie raczej teoretyczne, gdy energia stale w ciągu okresu czasu h

pobierana jest przy jednakowym obciążeniu, t.j. gdy $p_{sr} = P_{\max}$, czas trwania największych strat $T = \tau = h$.

Z wymienionego wyżej wzoru dla stopnia równomierności strat wynika, że

$$T = \zeta \cdot h$$

W poniższej tabeli, zestawionej na podstawie wzoru Wolfa, podane są wartości stopnia równomierności strat (ζ) oraz czasu trwania największych strat (T) w zależności od stopnia równomierności obciążenia (m), względnie czasu użytkowania największego obciążenia (τ).

Referat niniejszy, ze względu na ograniczone jego ramy, nie wyczerpuje całokształtu zagadnień, związanych z pojęciami charakteryzującymi zakłady elektryczne. W referacie poruszono tylko pojęcia ogólne i charakterystyczne współczynniki, podając definicje tych współczynników oraz ich znaczenie, a pomijając bliższą ich analizę i zastosowanie. Cel referatu będzie jednak osiągnięty, jeżeli przyczyni się on do wyświeślenia wielu jeszcze niejasności, panujących w dziedzinie statystyki oraz gospodarczej charakterystyki zakładów elektrycznych, a więc do uporządkowania tej ważnej dziedziny techniki.

Przy opracowaniu referatu korzystałem z pomocy personelu Sp. Akc. „Siła i Światło”, a w szczególności p. inż. Zbigniewa Grabowskiego; za pomoc tę składam niniejszem podziękowanie.

m	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
ζ	1	0,815	0,66	0,525	0,4	0,29	0,195	0,115	0,055	0,02
τ godz.	8 760	7 884	7 008	6 112	5 256	4 380	3 504	2 628	1 752	876
T godz.	8 760	7 139	5 782	4 599	3 504	2 540	1 708	1 007	482	175

KRYTYCZNA OCENA ZASAD ELEKTRYFIKACJI OKRĘGOWEJ PRZYJĘTYCH PRZEZ MINISTERSTWO PRZEMYSŁU I HANDLU

Inż. M. Altenberg

Streszczenie. Dotychczasowe zasady elektryfikacji okręgowej, przewidujące obowiązek budowy sieci rozdzielczych tylko w miejscowościach powyżej 3000 mieszkańców, spowodowałyby ogromne opóźnienie ogólnej elektryfikacji Państwa w porównaniu z innymi krajami. Z danych statystycznych wynika, że za 40 lat zaledwie 14% gmin i 60% ludności będzie mogło korzystać z prądu elektrycznego. Omówienie dzisiejszych zasad elektryfikacji na podstawie uprawnień Z. E. O. R. K. i Z. E. O. L. i porównanie ich z metodą 100%-wej elektryfikacji, opracowanej dla powiatu lwowskiego.

Propozycja zreformowania warunków uprawnień na sieci okręgowej przez obowiązek zelektryfikowania w ciągu 40 lat połowy gmin danego obszaru zasilania przy pomocy subwencji lub kredytów państwowych po pierwszych 10-ciu latach istnienia przedsiębiorstwa. W razie braku subwencji lub kredytów obowiązki uprawnionego redukują się do połowy.

Kolejność i termin budowy sieci rozdzielczych zależą od uprawnionego z tem jednak, że do 10-ciu lat powinien on uwzględnić w swoim obszarze wszystkie miejscowości o zaludnieniu ponad 100 mieszkańców na km² i o skupieniu zabudowań powyżej 25-tu budynków na km².

„Elektryfikacja” jest hasłem, które już od ćwierć wieku zapanowało we wszystkich państwach cywilizowanych, a z biegiem czasu hasło to nie tylko nie straciło na znacze-

niu, ale wprost przeciwnie, potęguje się w miarę rozszerzania się wpływów energii elektrycznej we wszystkich dziedzinach przemysłu, rolnictwa i gospodarstwa domowego. Miarą rozwoju elektryfikacji jest już nie tylko ilość energii wyprodukowanej na mieszkańca lub stosunek tej ilości do gęstości zaludnienia¹⁾, ale i procent ludności, zamieszkującej osiedla zelektryfikowane, procent osiedli zelektryfikowanych, a nawet procent gospodarstw zelektryfikowanych.

Zebrań autentycznych cyfr porównawczych jest dość uciążliwe, gdyż nie wszędzie podstawy statystyczne są jednakowe. Korzystamy z najnowszej publikacji B. Seegera²⁾ i podajemy poniżej tabelkę, uzupełnioną produkcją na mieszkańca i danymi polskimi, których zestawienia Seegera nie zawierają.

¹⁾ J. Ledvinka, Jugoslaven im Lichte der neuen Statistik der Ewerke, ETZ 1934 Nr. 12, str. 198. Wprowadza miernik „Relative Elektrizitätsausnutzung” $p = \frac{E}{D}$, gdzie E jest produkcja kWh/mieszk, a D ilość mieszkańców na km².

²⁾ B. Seeger, Der Lichtverbraucher und sein Stromlieferer. Elektrizitätswirtschaft 1935, Nr. 3, str. 41.

	Ilość mieszk. ców $\times 10^6$	kWh rocznie na mie- szkańca	w zelektryfik. osiedlach		% przy- łączonych gospo- darstw domow.
			mieszkań- ców $\times 10^6$	% ludn.	
Niemcy 1932	65	472	57	87,7	80
Anglia 1933	46	370	44,8	97,4	44
Francja 1933	41,8	365	40,4	96,6	?
Włochy 1931	41,7	260	37,8	90,6	?
Belgia 1933	8,1	566	8	96,7	70
Szwajcaria 1933	4,1	1 346	4,1	100	99
Dania 1932	3,5	150	3,5	100	70
Szwecja 1932	6	795	?	?	85
Austria 1933	6,7	357	4	60	60
Norwegia 1933	2,9	3 180	2	69	?
Polska 1934	32,1	80	9,5	29,8	?

Uzupełnienia tablicy Seegera ilością kWh/mieszk. i cyframi porównawczymi z Polski nie miały bynajmniej na celu przedstawienie naszego zacofania w porównaniu z krajami Europy zachodniej i środkowej, ale chodziło o wykazanie, że przeważnie dotąd używane dane porównawcze w formie $a = \text{kWh/mieszk.}$ nie są w stu procentach odbiciem prawdziwego stanu elektryfikacji. Bo Szwajcaria ze 100% przyłączonej ludności, a 99% przyłączonych gospodarstw stanowczo przewyższa Norwegię, pomimo, że wartość „a” dla Norwegii jest blisko 2,5 razy większa, niż dla Szwajcarii. Tak samo Niemcy z 80% przyłączonych gospodarstw stoją wyżej od Anglii, pomimo, że w zelektryfikowanych osiedlach mieszka w Anglii 97,4% ludności, a w Niemczech tylko 87,7%.

Według naszego zdania ostateczną miarą stopnia elektryfikacji jest właściwie procent przyłączonej ilości gospodarstw domowych i roczne zużycie jednostkowe energii przez poszczególne gospodarstwo; wprawdzie w pierwszym stadium elektryfikacji grupa ta, zwłaszcza w dziedzinie oświetlenia, wyprzedza inne kategorie odbiorców, ale z biegiem czasu pozostaje w tyle za elektryfikacją przemysłu, rzemiosła i handlu. W ścisłym związku z podanym powyżej miernikiem pozostaje procent zelektryfikowanych osiedli, czyli ilość sieci rozdzielczych danego państwa, gdyż ta cyfra umożliwia dopiero budowę złączów domowych i przyłączenie poszczególnych gospodarstw. Można by pójść jeszcze dalej i uważać za podstawowy miernik elektryfikacji istnienie wielkich sieci okręgowych lub państwowych wysokiego napięcia, bo one umożliwiają za pośrednictwem podstacji budowę sieci rozdzielczych. Tu jednak wkraczamy w gospodarczą stronę tej kwestii; chodziłoby bowiem o rozstrzygnięcie, czy tańsza jest eksploatacja lokalnych stacji wytwórczych z samodzielnymi sieciami rozdzielczymi, czy też włączanie sieci rozdzielczych bądź to w sieci zasilane elektrowniami okręgowymi, bądź też za pośrednictwem sieci okręgowych w sieci państwowe.

W Anglii, w której elektryfikacja w epoce bezpośrednio po wielkiej wojnie była dość zacofana, a która jeszcze w r. 1933 wykazuje tylko 44% gospodarstw domowych zelektryfikowanych, rząd poszedł obiema drogami, bo przez stworzenie „Gridu” w r. 1919-21 wybudował ogólnopństwową sieć 132 kV dla zespolenia i zekonomizowania zakładów wytwórczych, ale równocześnie przez milionowe kredyty³⁾ na budowę i rozbudowę sieci rozdzielczych pchnął skutecznie rozpowszechnienie zastosowań energii elektrycznej w jaknajszerszych warstwach ludności miejskiej i wiejskiej.

Polski rząd, a to zarówno b. Min. Rob. Publ., jak i obecnie Min. Prz. i H., zdaje się więcej forsować budowę

wielkich sieci wysokiego napięcia, aniżeli dbać o jaknaj-szybsze pomnożenie ilości sieci rozdzielczych. Takby wynikało z warunków udzielanych uprawnień na zakłady okręgowe, gdzie przedewszystkiem figuruje obowiązek budowy pewnej ilości kilometrów sieci wysokiego napięcia, a sieci rozdzielcze są traktowane jako obowiązkowe tylko dla wybranych miejscowości powyżej 3000 mieszkańców. Na to wskazuje istnienie przedsiębiorstwa „Sieć Zagłębia Krośnieńskiego”, które tylko ma obowiązek budowy sieci wysokiego napięcia, a mając przewidziany wyłącznie zby hurtowny, znajduje się od pewnego czasu w tem położeniu, że wogóle niema widoków na rozszerzenie zbytu swojej elektrowni i wyzyskanie rozbudowującej się sieci. Za tą tendencją rządową przemawiałaby również decyzja budowy sieci z Mościc do Starachowic, a stamtąd do Warszawy, jakkolwiek w tym wypadku rozstrzygającą rolę odegrały względy wojskowe.

Oficjalny ten pogląd na rozwój elektryfikacji nie naszczałby zresztą powodów do krytyki, gdyby wzorem Anglii, a choćby Niemiec czy Czechosłowacji, kapitały na budowę wielkich sieci szły całkowicie lub po znacznej części z kasy państwowej. Ale jeżeli całe ryzyko idzie na barki prywatnego przedsiębiorcy, a choćby związków samorządowych, a tak w Polsce poza skromnymi kredytami z Funduszu Pracy jeden raz zresztą tylko w kadencji 1934-5 udzielonemi dotąd wygląda⁴⁾, to zasady elektryfikacji Min. Prz. i H. wymagają dokładnego rozważenia z podwójnego punktu widzenia: celowości i szybkości, a pozatem rentowości.

Sądząc z tego, co przedostaje się do wiadomości publicznej, zasady oficjalnej elektryfikacji zostały pierwszy raz ujęte w konkretną formę przy układaniu warunków niedoszłej do skutku koncesji Harrimana w r. 1928. Koncesja ta miała objąć 68 powiatów Polski centralnej i południowej z ludnością 14 milj. mieszkańców, a więc blisko 45% całego zaludnienia Państwa. Poza bardzo słuszną zasadą budowy wielkich zakładów energetycznych przy źródłach energii, spotykamy w projekcie koncesji zaraz w drugim rzędzie obowiązek wybudowania sieci napięcia co najmniej 100 kV o ściśle określonej długości, a w trzecim rzędzie — obowiązek budowy sieci rozdzielczych w miastach powyżej 5 000 względnie 3 000 mieszkańców. Rygory, podane dla obowiązku budowy sieci rozdzielczych dla innych miejscowości, a polegające na gwarancji minimalnego odbioru rocznego 20 000 kWh, są zupełnie iluzoryczne, bo niewiadomo, kto ma dać tę gwarancję (zarząd osiedla czy zrzeczenie odbiorców), a z praktyki okazuje się, że nawet wiele miast powyżej 3 000 mieszkańców do takiego odbioru rocznego dochodzi dopiero po szeregu lat.

Podobnie wyglądają zasady elektryfikacji — pomijając obowiązek budowy zakładów wytwórczych — w uprawieniach dwóch największych obecnie przedsiębiorstw okręgowych, t. j. ZEORK'u (upr. Nr. 151 z r. 1931) i ZEOL'u (upr. Nr. 174 z r. 1932). Możemy więc na podstawie tych faktów mówić o pewnych konkretnych wytycznych Min. Prz. i H. w sprawie elektryfikacji okręgowej i państwowej i chcielibyśmy zasady te poddać krytycznej ocenie.

I. Podstawy statystyczne.

Polska liczy według spisu ludności z 9.XII. 1931. z wojskiem skoszarowanym 32 136 936 mieszkańców. Z liczby tej przypada na 636 miast 8 679 979 mieszkańców, t. j. 27,2% ogólnego zaludnienia. Z podanej ilości miast 486

³⁾ 150 milionów funtów szterlingów.

⁴⁾ Budowę sieci przesyłowej z Mościc do Starachowic jako obiekt wybitnie wojskowy, finansuje M. S. Wojsk.

o zaludnieniu powyżej 3 000 osób miało razem 8 327 548 mieszk., a 150 o zaludnieniu poniżej 3 000 osób — 352 431 mieszk. Ilość osiedli wiejskich trudna jest do uchwycenia, pozatem niema do dyspozycji odpowiednich źródeł. Inaczej bowiem przedstawia się podział administracyjny w Małopolsce, gdzie liczy się gminy wiejskie przeważnie według poszczególnych osiedli, inaczej w Wielkopolsce i Śląsku, gdzie oprócz gmin, ujętych tak samo, jak w Małopolsce, rozróżnia się osobno obszary dworskie, inaczej wreszcie w b. zaborze rosyjskim, gdzie istnieją gminy zbiorowe, złożone z kilku, a nawet kilkunastu osiedli, które ze stanowiska elektryfikacji należałoby traktować jako oddzielne miejscowości. Statystyka z 30.IX. 1921 podaje liczbę gmin wiejskich na 12 632, w/czem nie była zawarta Wileńszczyzna i Górny Śląsk. Jak cyfrę tę należy rozumieć w związku z rozmaitem pojęciem gmin poszczególnych dzielnic, nie wiadomo. Prawdopodobnie są to gminy jednostkowe w Małopolsce i Wielkopolsce, a zbiorowe w b. zaborze rosyjskim. Aby dojść do przybliżonego oznaczenia ilości osiedli wiejskich, skontrolowaliśmy na podstawie skorowidza miejscowości z r. 1924 stosunek ilości gmin zbiorowych do ilości poszczególnych osiedli na obszarze zasilania ZEORK'u. Okazało się, że 210 gmin zbiorowych zawiera tam 7 165 rozmaitych osad nietylko w formie wsi, ale i poszczególnych zakładów przemysłowych, folwarków, leśniczówek, przysiółków i t. p., a właściwych gromad wiejskich można było naliczyć 3 679, czyli przeciętnie 17,5 na jedną gminę zbiorową. Z fragmentów nowego spisu ludności z 9.XII. 1931, które od pewnego czasu przynoszą w formie luźnych kartek „Wiadomości Statystyczne”, mogliśmy naliczyć w 7 powiatach województwa Warszawskiego i 5 powiatach województwa Poleskiego przeciętnie 22 gromady wiejskie na 1 gminę zbiorową. Takimi pośrednimi rozważaniami doszliśmy do prawdopodobnej ilości 40 000 osiedli wiejskich, z których ok. 1000 ma powyżej 3 000 mieszkańców.

Trudniej było wypośrodkować ilość zelektryfikowanych miejscowości, t. j. takich, które posiadają sieć rozdzielczą, z podziałem na miasta i wsie względnie na grupy według ilości mieszkańców powyżej i poniżej 3 000. Według statystyki Min. Prz. i H. przy końcu r. 1932 było w Polsce 2 107 zakładów wytwórczych, z czego 1 061 zakładów o mocy poniżej 101 kW, które zasilają wyłącznie poszczególne prywatne przedsiębiorstwa. Z 956 zakładów większych 233 służy również tylko do użytku prywatnego, 84 dla celów kolejowych i wojskowych tak, że w kategorii użyteczności publicznej względnie mieszanej publiczno-prywatnej pozostaje tylko 639 zakładów wytwórczych. Ponadto statystyka wykazuje 475 sieci rozdzielczych, pobierających wyłącznie energię z zewnątrz, a to 184 w województwie Poznańskim, 172 w Pomorskim, 68 w Śląskim, a 51 w reszcie Polski. Razem można więc liczyć, uwzględniając przyrost w okresie 1933-34 r., ok. 1 200 sieci rozdzielczych, jako obraz obecnego stanu elektryfikacji w Polsce. Ile z tych sieci przypada na miasta, a ile na wsie, nie można dokładnie oznaczyć, gdyż w statystyce brak spisu owych 475 sieci rozdzielczych bez zakładu wytwórczego. W przybliżeniu można podać, że ilość miast zelektryfikowanych wynosi około 500, z czego 400 przypada na miasta powyżej 3 000 mieszkańców, a ilość wiejskich sieci rozdzielczych wynosi około 700. Suma mieszkańców w miastach zelektryfikowanych wynosi ok. 8×10^6 , a w gminach wiejskich przypuszczalnie $1,5 \times 10^6$. Tej ostatniej cyfry nawet w grubym przybliżeniu nie moglibyśmy rozdzielić na wsie powyżej względnie poniżej 3 000 mieszkańców.

Na zakończenie tych uwag statystycznych chcielibyśmy jeszcze podać, jaki może być w dziesięcioleciach spóś ludności spodziewany przyrost liczby miejscowości po-

wyżej 3 000 mieszkańców. Na podstawie porównania wyników spisów w latach 1921 i 1931 w województwach południowych, gdzie każde osiedle jest osobno wymienione, można ten przyrost szacować dla miast na 20%, a dla wsi na 50%. W ten sposób w przeciągu dwóch dziesięcioleci nie byłoby wogóle miast poniżej 3 000 mieszkańców, a ilość wsi o ludności powyżej 3 000 wzrosłaby w ciągu 40 lat, na jakie opiewają uprawnienia elektryczne, najwyżej na 5 000.

Jeżeli więc obecnie mamy około 3% wszystkich gmin miejskich i wiejskich zelektryfikowanych (1 200 na 40 636), to w ciągu 40 lat doszlibyśmy, idąc tempem uprawnień rządowych, do 14% (5 636 na 40 636), co by na owe czasy było niemniej zacofaniem, aniżeli dzisiejszych 3%. A jeżeli idzie o procent ludności, zamieszkującej osiedla zelektryfikowane, to zaawansowalibyśmy za 40 lat z obecnych 29,8% na blisko 60%, co odpowiada dzisiejszemu stanowi elektryfikacji w Austrii lub Czechosłowacji.

II. Uprawnienia ZEORK'u i ZEOL'u w oświetleniu danych statystycznych i doświadczeń eksploatacyjnych.

a) Zjednoczenie Elektrowni Okręgu Radomsko-Kieleckiego (w skrócie zwane ZEORK), założone w r. 1928, posiada uprawnienie w 15 powiatach województwa Kieleckiego, Lubelskiego i Warszawskiego. Obszar zasilania zajmuje 19 035 km² i zawiera 23 miasta o 186 334 mieszkańcach oraz 7 165 osiedli w 210 gminach zbiorowych z ilością mieszkańców 1 486 993. Jak już wyżej wspomniano, ścisła liczba wsi wynosi nie 7 165, ale tylko 3 679.

Obowiązkowa elektryfikacja, która ma do końca roku 1937 objąć wszystkie miejscowości powyżej 3 000 mieszkańców, dotyczy 21 miast o 181 842 mieszkańcach i 23 gromad wiejskich o 64 109 mieszkańcach, przyczem cyfry te, podane przez dyrekcję ZEORK'u, zawierają już te ilości osiedli, które do r. 1937 dojdą do 3 000 mieszkańców, a w spisie ludności z r. 1931 figurowały jeszcze jako osiedla poniżej 3 000 mieszkańców. Średnia odległość między miejscowościami o obowiązkowej elektryfikacji, które są wraz z wykonaną lub projektowaną siecią uwidocznione na rys. 1, wynosi 18 km. Po roku 1937 uprawnienie nakazuje rozszerzać poprzednio wybudowane sieci rozdzielcze, ale o budowie nowych sieci wcale nie wspomina.

Według obowiązków uprawnieńowych elektryfikacja tych 15 powiatów do maja 1971 ograniczyłaby się więc do wybudowania 47 sieci rozdzielczych, t. j. 1,3% ogólnej ilości osiedli, i do zaspokojenia potrzeb elektryfikacyjnych 14,7% ludności, zamieszkującej cały obszar zasilania. Nie chcielibyśmy być źle zrozumiani i wyraźnie zaznaczamy, że mówimy tylko ze stanowiska rozszerzenia dobrodziejstw energii elektrycznej na najszersze warstwy ludności, bo organizacja ZEORK'u i jego uprawnienie dają niewątpliwie inne wielkie korzyści ogólnego gospodarstwa przez połączenie kilku zakładów wytwórczych na wspólną sieć, wyzwalanie ich zbędnej mocy, wyzwolenie ich rezerw, przyłączenie kilku dawniej istniejących elektrowni lokalnych do sieci okręgowej i t. p.

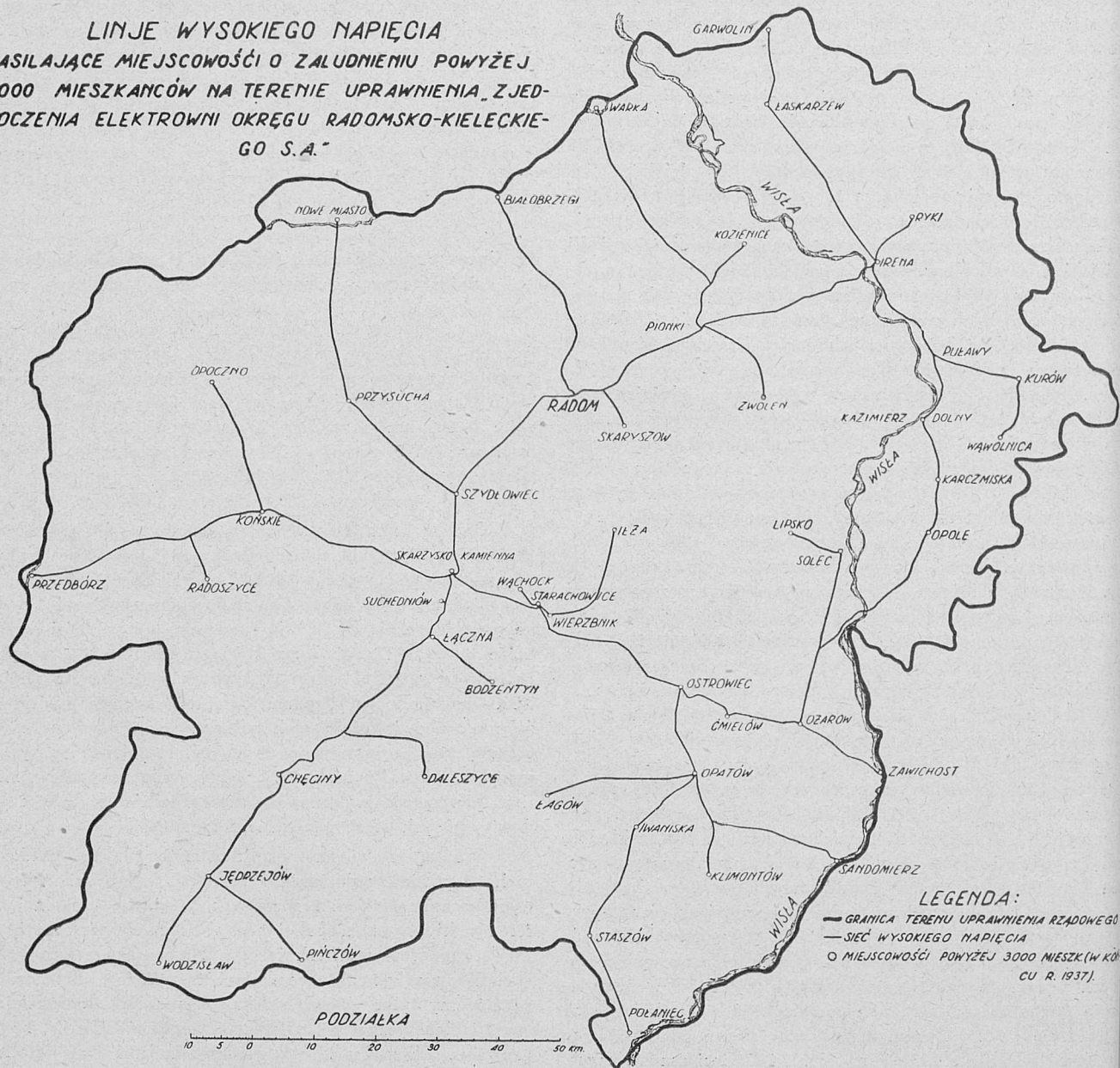
b) Zakład Elektryczny Okręgu Lwowskiego (w skrócie zwany ZEOL), założony w październiku 1932 r., posiada uprawnienie w 10 powiatach województwa Lwowskiego i Tarnopolskiego, położonych naokoło Lwowa w promieniu do 60 km. Obszar zasilania zajmuje okrągło 10 000 km² i zawiera 23 miasta o 131 617 mieszkańcach i 20 175 budynkach oraz 736 wsi o zaludnieniu 823 882 mieszkańców i o 151 567 budynkach. W całym obszarze zasilania przypada 95,55 mieszk./km², 17,17 budynków na km² i jedno osiedle na 13,1 km².

Obowiązkowa elektryfikacja, która ma do połowy roku 1941 objąć wszystkie miejscowości powyżej 3 000 mieszkańców, dotyczy 10 miast z ilością 40 828 mieszkańców, 10 miast o 84 462 mieszkańcach, posiadających już sieci rozdzielcze przy elektrowniach lokalnych, którym ZEOL na żądanie obowiązany jest prąd dostarczać hurtem, wreszcie 16 gmin wiejskich, które wg. spisu ludności w r. 1931 przekroczyły 3 000 mieszkańców, a które w sumie mają 65 329

następujące spostrzeżenia, które posłużą przy końcu do wyciągnięcia wniosków pozytywnych co do zasad elektryfikacji wielkich obszarów.

1) Już przy budowie sieci przesyłowej ludność wielu osiedli, które prowadzi się przewody, zdradza nietylko silne zainteresowanie, ale dopomina się wprost o wprowadzenie światła na wsi. Oczywiście, z powodu braku 3 000 mieszkańców, a jeszcze bardziej z braku środków finanso-

**LINIE WYSOKIEGO NAPIĘCIA
ZASILAJĄCE MIEJSCOWOŚCI O ZAŁUDNIENIU POWYŻEJ
3 000 MIESZKAŃCÓW NA TERENIE UPRAWNIENIA ZJED-
NOCZENIA ELEKTROWNI OKRĘGU RADOMSKO-KIELECKIE-
GO S.A.**



Rys. 1.

mieszkańców. Obszar uprawnienia, miejsca obowiązkowej elektryfikacji i plan sieci wysokiego napięcia uwidoczny jest na rys. 2, z którego też wypośrodkować można średnią odległość między osiedlami z wyłączeniem sieci hurtownych na 19,3, a z uwzględnieniem hurtu na 14 km.

Obowiązkowa elektryfikacja obejmuje więc 4,75% miejscowości z 20% zaludnienia, o ile uwzględnimy hurt, a 3,4% miejscowości i 12,2% zaludnienia przy wyłączeniu hurtu.

Z obszaru tego, którego wszystkie szczegóły zarówno projektu jak i wykonania i eksploatacji są autorowi niniejszego referatu siłą rzeczy dokładnie znane, możemy podać

wych, życzenia takie muszą przeważnie zostać niezaspokojone.

2) Są jednak i wyjątki, gdzie rentowność budowy sieci rozdzielczej, pomimo braku warunków uprawnieniowych tak bije w oczy, że trudno miejscowość taką wyeliminować, a choćby tylko przełożyć na lata po wyczerpaniu programu obowiązkowego (rok 1941). To też nic dziwnego że z 13 sieci rozdzielczych, wykonanych w 15 gminach w r. 1932-34, aż 7 było nadobowiązkowych; podobnie zresztą i ZEORK do końca r. 1934 na 67 sieci wykonał 46 poza programem uprawnienia.

3) Pewne miejscowości, zwłaszcza miasteczka poniżej

MAPA OBSZARU ZASILANIA OKREŚLONEGO UPRAWNIENIEM RZĄDOWYM Nr. 174.



Rys. 2.

3 000 mieszkańców, tylko pozornie należą do kategorii osiedli o tem zaludnieniu, bo przysiółki, ściśle z miasteczkiem związane i organicznie z niem się łączące, a narazie do niego nie wcielone, podwyższają ilość mieszkańców znacznie ponad 3 000. Jako przykład podajemy dwa miasteczka w powiecie lwowskim: Szczerzec i Jaryczów Nowy. Cyfry, charakteryzujące obie te miejscowości, podane są w poniższej tabeli.

	Ilość mieszkańców		Ilość budynków 1931	Obszar km ²	Mieszkańców na km ² 1931	Budynków na km ² 1931
	1921	1931				
Szczerzec	936	1 210	194	10,24	118	19
Gminy sąsiednie:						
Ostrów	1 636	1 707	317	10,66	160	30
Rosenberg	204	176	29	2,05	86	14
Zagórki	98	117	20	0,41	286	49
Łany	1 632	1 616	344	12,18	133	28
„Wielki Szczerzec“	4 506	4 826	904	33,54	144	27
Jaryczów Nowy . .	2 148	2 555	503	13,85	184	36
Gmina sąsiednia:						
Jaryczów Stary .	1 395	1 552	294	19,61	79	15
Razem	3 543	4 107	797	33,46	123	24

Oba kompleksy nadają się doskonale do elektryfikacji i zarządy obu miasteczek wielokrotnie zabiegały o przyłączenie do sieci okręgowej.

4) W przeciwstawieniu do podanych tu przykładów istnieją miejscowości powyżej 3 000, a nawet powyżej 5 000 mieszkańców, których elektryfikacja byłaby chwilowo poświęceniem, a to zarówno ze względu na bardzo niekorzy-

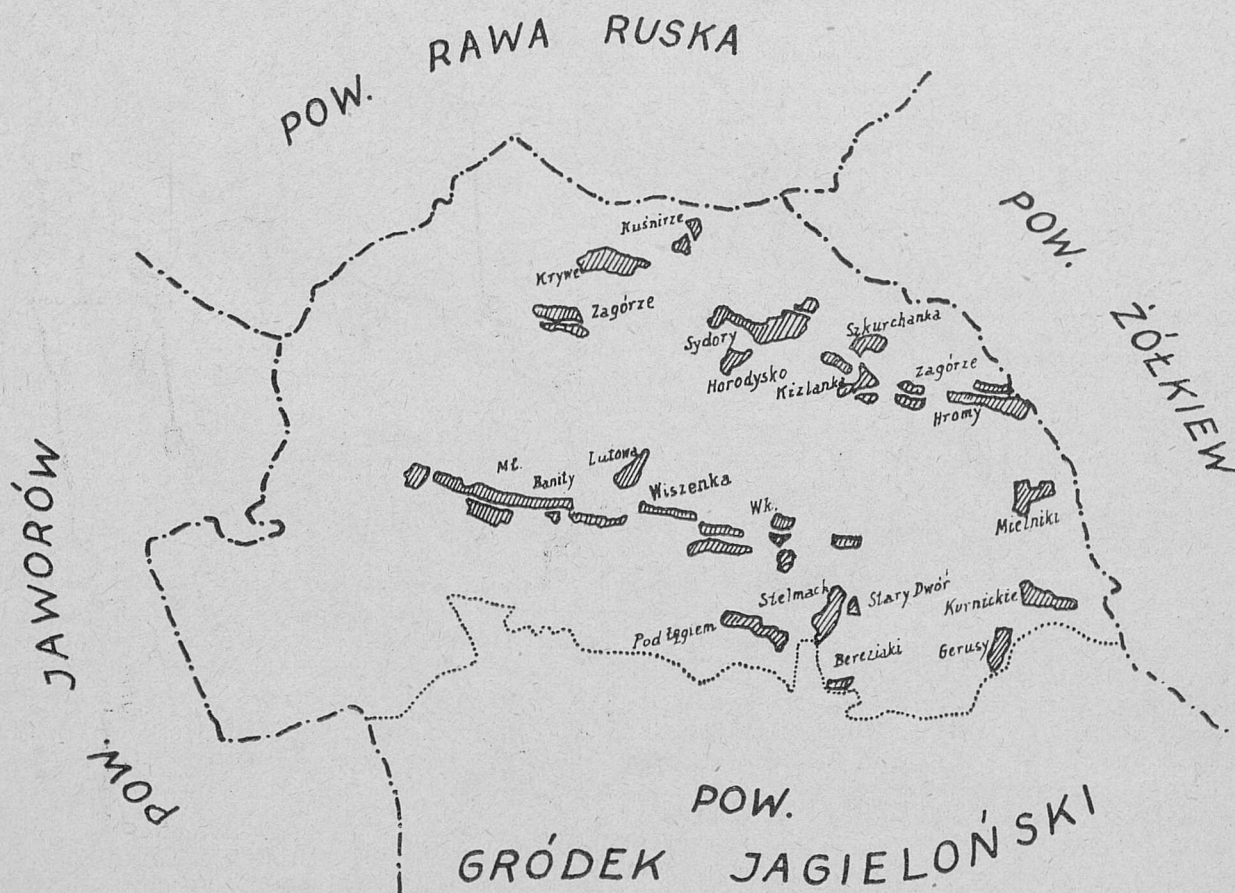
sne warunki zabudowania jak i na znaczną odległość od najbliższych punktów sieci przesyłowej i linii kolejowej. Do takich należy np. Wiszenka w powiecie Gródeckim, która w przeciwstawieniu do gmin jednostkowych, stanowiących w Małopolsce jedno oddzielne osiedle, jest raczej gminą zbiorową w rozumieniu administracji byłego zaboru rosyjskiego. Z mapy (rys. 3), przerysowanej z mapy sztabowej 1 : 75 000, widać 27 skupień oddzielnych, z których 21 ma nawet własne nazwy, a poniżej podana charakterystyka miejscowości potwierdza to pobieżne spostrzeżenie:

	Ilość mieszkańców		Ilość budynków 1931	Obszar km ²	Mieszkańców na km ² 1931	Budynków na km ² 1931
	1921	1931				
Wiszenka	4 318	5 027	843	92,67	54,5	9

Jeżeli dodamy, że odległość od najbliższych obwodowych punktów sieci wysokiego napięcia wynosi 11 wzgl. 16 km, że odległość od kolei i to kolei lokalnej o bardzo rzadkim ruchu (2 pary pociągów na dobę) wynosi 7,5 km, to faktycznie będziemy musieli uznać obiekt ten ze stanowiska elektryfikacji, pomimo 5 027 mieszkańców, za nieodrzalny.

Z rozważań pod 3) i 4) chcielibyśmy wyciągnąć jednak wniosek dosyć ważny, że możnaby, gdyby koniecznie chodziło o selekcję miejscowości pod względem obowiązków elektryfikacyjnych, brać pod uwagę nie abstrakcyjną ilość mieszkańców, ale gęstość zaludnienia i gęstość zabudowania.

Uprawnienia przewidują ulgę dla takich miejscowości, jak Wiszenka, godząc się przy odległości ponad 3 km od linii przesyłowej na budowę niezależnego lokalnego zakładu wytwórczego albo na okolicznościowe kupno prądu



Rys. 3.

z obcego źródła lokalnego. Naturalnie, że takie przewidywania trochę ułatwia sytuację, jakkolwiek rzadko się zdarza możliwość poboru z obcego źródła, odpowiadającego wymogom uprawnienia co do dostawy nieprzerwanej i bez nadmiernych wahań napięcia. Prowizorium takie nie rozwiązuje jednak sprawy rentowności samej sieci rozdzielczej, ale znacznie ją pogarsza przez konieczność wytwarzania lub kupowania energii po niepomiarnej wysokiej cenie.

5) Obowiązek budowy przez szereg lat (w ZEORK'u i ZEOL'u po 9 lat) programowych ilości sieci wysokiego napięcia, które zresztą dla częściowo rozrzuconych po obszarze zasilania miejscowości o zaludnieniu powyżej 3000 mieszkańców są konieczne, absorbuje przedsięwzięcie tak dalece, że w tym wieloletnim okresie nie może być mowy o intensywnej pracy w zbudowanych w międzyczasie sieciach lokalnych. Ciągłe prace przy projektach sieci przesyłowych i podstacji, komisje, czynności wyłączeniowe, budowa i t. p. absorbują tak personel, którego ze względu na skromne budżety nie ma nigdy za dużo, że do pracy nad pogłębieniem odbioru nie dochodzi się w takiej mierze, jakby tego było trzeba. A przecież sieci rozdzielcze, to jedyny element budowy, który naprawdę przynosi dochody; przyjemnie jest przyłączyć jakiś obiekt przemysłowy, w którym zresztą ani obszar ZEOL'u ani ZEORK'u nie obfituje, bo odczuwa się od razu skok w obrocie kWh, ale żyć z tego nie można, bo zazwyczaj przemysł wymusza ceny prądu, które tylko nieznacznie przewyższają koszt własne przedsięwzięcia. Tylko drobna sprzedaż może dać wyniki rentowne, ale tu trzeba energicznej pracy akwizycyjnej, na którą w pierwszych latach nie ma odpowiedniej ilości ludzi.

6) Równoczesna budowa wielkiego szkieletu sieci wysokiego napięcia i małej ilości sieci rozdzielczych obciąża budowę tych sieci ogromnymi kosztami, które z eksploatacji tych sieci dają się tylko bardzo trudno wygospodarować. ZEORK oblicza¹⁾ wkład ok. 140 000 zł. dla każdego osiedla o średniej ilości mieszkańców 5 500; ZEOL doszedł niezależnie do tej samej cyfry, przyczem średnie zaludnienie osiedla, zelektryfikowanego kosztem tych 140 000 zł., wynosi tylko 4 000 mieszkańców.

Te wszystkie momenty musiały wpłynąć na konieczność rewizji dotychczasowej polityki elektryfikacyjnej, a przed ostatecznym postawieniem konkretnych wniosków spróbaliśmy jeszcze opracować projekt stuprocentowej elektryfikacji na terenie mniejszego obszaru, a mianowicie jednego tylko powiatu lwowskiego, wyjątego z całości obszaru zasilania ZEOL'u.

III. Fragment projektu stuprocentowej elektryfikacji.

Dla uzyskania pewnych cyfr porównawczych między systemem urzędowej elektryfikacji a stanem, jaki się spotyka w innych państwach Europy środkowej i zachodniej, opracowaliśmy w grubszych zarysach projekt elektryfikacji powiatu lwowskiego według planu na rys. 4.

Powiat lwowski (bez miasta Lwowa) zajmuje obszar 1 276 km² o zaludnieniu 142 881 mieszkańców w 128 gminach, w czym 3 miasta o 8 179 mieszkańcach i 1 403 budynkach i 125 gmin wiejskich o 134 702 mieszkańcach i 24 409 budynkach. Mamy więc na 1 km² 112 mieszkańców i 20,3 budynków, jedną gminę na 10 km² o średnim zaludnieniu 1 120 mieszk., a średnia odległość między gminami wynosi 3,4 km.

Dokładniejszy rozkład miejscowości według ilości mieszkańców wygląda, jak następuje:

	Ilość gmin		Suma mieszkańców	
	absolutna	%	absolutna	%
Poniżej 1000 mieszkańców	66	51,5	40 671	28,5
1000 — 2000 „	50	39	69 224	48,5
2000 — 2500 „	7	5,5	16 001	11,2
2500 — 3000 „	2	1,6	5 169	3,6
powyżej 3000 „	3	2,4	11 717	8,2

Projekt elektryfikacji został tak wykonany, że szkielet sieci 30 kV jest żywcem wzięty z projektu całego obszaru ZEOL'u i urwany w tych punktach, skąd można siecią średniego napięcia 6 kV dojść do poszczególnych osiedli. Zasadniczo projekt zawiera elektryfikację wszystkich 128 gmin, a tylko w niewielu gminach pewne partie budynków, leżące w oderwaniu od głównego skupienia, zostały pominięte. Oczywiście, przy tym sposobie projektowania punkt ciężkości kosztów przesuwają się z sieci 30 kV na sieci 6 kV, a w następstwie — na stacje transformatorowe 6/0,4/0,23 kV i sieci rozdzielcze. W niektórych wypadkach można byłoby dla dwóch lub trzech osiedli sąsiadujących i organicznie łączących się ze sobą wyjść wspólnym transformatorem i jednolitą siecią rozdzielczą; gdzieindziej trzeba było z powodu rozciągłości osiedla zaprojektować po 2 i 3 stacje transformatorowe w jednym osiedlu.

W rezultacie mamy następujące długości sieci i ilości stacji transformatorowych, obok których podajemy analogiczne cyfry z projektu całego ZEOL'u wg. uprawnienia 174.

	Projekt 100%-owy powiatu lwowskiego	Projekt wg. uprawnienia 174 dla całego obszaru ZEOL'u
Sieć 30 kV km	72	386
„ 6 „ „	278	114
Ilość stacji 30/6 kV	8	8
Moc tych stacji kVA	2 000	2 400
Ilość stacji 30/0,4/0,23 kV	2	17
Moc tych stacji kVA	500	2 000
Ilość stacji 6/0,4/0,23 kV	114	20
Moc tych stacji kVA	2 500	900
Ilość sieci rozdzielczych	114	26
	w 128 gminach	w 26 gminach
Koszt elektryfik. ¹⁾ jednej gminy w zł.	46 000	140 000
Przeciętne zaludnienie jednego osiedla	1 210	4 000
Średni koszt na mieszkańca w zł.	38	35

Z obliczenia tego wynika, że, chcąc przeprowadzić stuprocentową elektryfikację całego obszaru zasilania ZEOL'u, trzeba by w ciągu czasu trwania koncesji, t. j. przez lat 40, wydać ok. 34 milj. złotych, co odpowiada corocznej inwestycji 850 000 złotych.

Obliczenia te uzupełniamy jeszcze jednym rozważaniem. Z rozkładu procentowego ilości gmin i odpowiedniej ilości mieszkańców w powiecie lwowskim widzimy, że, eliminując najdrobniejsze osiedla, t. j. takie, które mają poniżej 1000 mieszkańców, ujmujemy 48,5% wszystkich osiedli, a 71,5% całego zaludnienia. Uważalibyśmy, że elektryfikacja, posunięta do tego stopnia rozwoju, byłaby jednak na nasze stosunki stanem zupełnie zadawalniającym. A w takim wypadku kapitał zainwestowany przy wygaśnięciu

¹⁾ L. Jung, Stacje transformatorowe i sieci elektryczne S. A. ZEORK'u. Przegląd Elektrotechn. 1933 Nr. 3, str. 66.

¹⁾ Liczone wg. cen rynkowych bieżących.

mania subwencji ze strony Państwa lub taniego długoterminowego kredytu z instytucji albo banku państwowego w wysokości 50% kapitału, potrzebnego na budowę. Subwencja wzgl. kredyt mają być w całości przeznaczone na odpowiednie obniżenie kosztów kapitału przy układaniu taryfy sprzedaży energii.

Jeżeli w braku odpowiednich funduszy czy też tanich długoterminowych kredytów uprawniony nie będzie mógł korzystać z państwowej pomocy finansowej, to obowiązki jego co do budowy sieci rozdzielczych na dalszy czas trwania uprawnień redukują się do połowy i to przez wszystkie lata, przez które nie będzie otrzymywał pomocy finansowej.

Uzasadnienie pierwszych dwóch punktów wynika z rozważań całego referatu; punkt trzeci uzasadniony jest wielkością kapitału na inwestycje w rozmiarach, określonych programem w punkcie drugim. Wszystkie państwa uznają konieczność elektryfikacji w znacznie szerszych ramach, niżśmy to przewidywali, w szeregu państw uznano też, że budowa sieci rozdzielczych w osiedlach coraz to mniejszych co do ludności, gęstości zamieszkania i skupienia zabudowań, jako przeważnie deficytowa, a ze stanowiska racji stanu bezwarunkowo konieczna, musi być przez państwo subwencjonowana. Francja wstawia stałe w budżety znaczne kwoty na budowę „sieci rolniczych”; ostatnio w planie Marquet przewidziano na najbliższych 5 lat subwencje w wysokości 300 milj. fr. W Czechosłowacji rząd

subwencjonuje nie tylko budowę sieci rozdzielczych, ale również i sieci najwyższego i średniego napięcia. I tak parlament przeznaczył tam na okres 1930 — 1945 r. fundusz 200 milj. k. cz. dla udzielania 30-letnich pożyczek 4%-owych na budowę sieci 100 kV; następnie rząd udziela subwencji w wysokości 50% kosztów budowy sieci 22 kV. Wreszcie uchwalono w r. 1926 fundusz 10 milj. k. cz., a w r. 1929 dalszych 35 milj. k. cz. na subwencje dla budowy sieci rozdzielczych w wysokości 50, a wyjątkowo i 75% całkowitych kosztów budowy. Przy udzielaniu subwencji mieści się zawsze obowiązkowy warunek ustalania taryf z uwzględnieniem niższych kosztów kapitału.

Wynik takiej pomocy finansowej ze strony państwa daje się zarówno we Francji, jak i w Czechosłowacji ująć w konkretne cyfry; we Francji w roku 1934 z 38 000 gmin było 34 600, czyli 91%, zelektryfikowanych, a w Czechosłowacji w r. 1932 z 15 423 gmin 9 000, czyli 60%, miało sieci rozdzielcze, które obsługiwały 60% całkowitej ludności.

Pomoc finansowa, którą określiliśmy w wysokości 50% dla uprawnień polskich, odpowiada w przybliżeniu kosztom budowy sieci rozdzielczych przy elektryfikacji, uwzględniającej połowę osiedli danego obszaru zasilania. Ponieważ te kredyty czy subwencje przesuwamy na 10 lat po uzyskaniu uprawnień, to sądzimy, że w tym okresie z jednej strony uprawniony wykaże wystarczająco sposób i powagę swojej pracy, a z drugiej strony finanse państwa powinny dojść do takiego stanu konsolidacji, że pomoc przewidziana będzie leżała w granicach możliwości.

ELEKTRYFIKACJA ROLNICTWA

J. Swech

Kierownik techniczny Związku Elektryfikacyjnego Chełmno—Świecie—Toruń.

Streszczenie. Elektryfikacja rolnictwa winny się zająć czynnikami zainteresowane, to jest państwo i samorząd:

1) państwo — przez zapewnienie kapitałowi prywatnemu rentowności zapomocą bezzwrotnych subwencji i zwolnienie od wszelkich podatków,

2) samorząd — przez tworzenie związków celowych elektryfikacyjnych, względnie tak, jak państwo przez zapewnienie rentowności kapitałowi prywatnemu.

Wszystko winno być ujęte w formę prawną przez wydanie racjonalnych podstaw.

Przed elektryfikowaniem należy bezwzględnie wyszukać wszystkich możliwych odbiorców i zapewnić sobie ich przyłączenie oraz zobowiązać rolników do bezwzględnego używania energii elektrycznej do wszystkich potrzeb gospodarstwa. Bez tego zobowiązania elektryfikacja wsi jest niemożliwa. Mogą tu być bardzo pomocne spółdzielnie maszynowe w każdej wsi, które mają jeszcze tę ważną zaletę, że poważnie zmniejszają obciążenie szczytowe.

Jeszcze niedawno rolnik nie mógł myśleć o całkowitem zelektryfikowaniu swego gospodarstwa, — chyba, że miał możność zbudowania w tym celu własnej elektrowni. Dopiero wówczas, gdy zaczęły powstawać sieci okręgowe, rolnik ma możność korzystania z dobrodziejstw energii elektrycznej w swym gospodarstwie czy to w formie światła, czy też siły.

W referacie chcę omówić sprawę elektryfikacji rolnictwa w zarysach ogólnych, — sprawę, która w literaturze fachowej dotychczas jest poruszana bardzo mało, chociaż ma bardzo wielkie znaczenie z punktu widzenia ogólnopaństwowego.

Wiemy i zdajemy sobie całkowicie sprawę, że jesteśmy państwem rolniczym i zależnie od sytuacji rolnictwa będą się układały nasze stosunki w innych dziedzinach życia gospodarczego.

Sąsiedzi nasi zrozumieli już dawno, że elektryfikacja kraju, a tem samem i rolnictwa, ma kolosalne znaczenie ogólnopaństwowe i w tej dziedzinie zrobili bardzo wiele. Dla przykładu przytoczę, jak daleko jest posunięta elektryfikacja w Czechosłowacji.

Czechosłowacja liczy 15 682 wiosek. Z końcem roku 1933 było zelektryfikowanych 8 860 wsi, t. j. 58%. Pozostaje jeszcze do zelektryfikowania 7 822 wsi, czyli 42%. W stosunku do ilości mieszkańców, korzystających z energii elektrycznej, sprawa przedstawia się jeszcze lepiej, bo 75% ludności już korzysta z dobrodziejstw energii elektrycznej, a tylko 25% niema dotychczas jeszcze oświetlenia elektrycznego; są to przeważnie mniejsze wsie.

Jak przedstawia się elektryfikacja rolnictwa (wsi) u nas? Musimy z przykrością stwierdzić, że w tej dziedzinie zrobiliśmy bardzo mało; dlatego czeka nas w najbliższej przyszłości praca ciężka i długa.

Obraz elektryfikacji ogólnej w Polsce daje nam „Mapa sieci elektrycznych w Polsce”, opracowana przez inż. T. Czaplickiego. Mapa podaje stan sieci z roku 1930; w ostatnim czasie, w okresie kryzysu gospodarczego, stan sieci prawie się nie zmienił, przynajmniej w stosunku do sieci rolniczych. Przeglądając skupienia sieci elektrycznych

w Polsce, widzimy, że znajdują się one tylko w kilku miejscach, a mianowicie na Pomorzu, w Poznańskim i na Śląsku, reszta kraju jest w sieci elektryczne bardzo uboga. Linje elektryczne 15 kV w województwach pomorskim i poznańskim są liniami prawie wyłącznie rolniczymi. Ponieważ obecny zjazd Stowarzyszenia Elektryków Polskich odbywa się na terenie Pomorza, gdzie już elektryfikacja rolnictwa jest posunięta dosyć daleko, więc tę elektryfikację bliżej omówię.

Na Pomorzu rolnictwo jest zelektryfikowane więcej, niż w jakiegokolwiek innej części kraju, bo na 17 powiatów w ośmiu rolnicy korzystają z energii elektrycznej; jest to prawie połowa. W tych ośmiu powiatach istnieje przeszło 1000 km linii 15 kV, które zostały zbudowane dla rolnictwa.

Rolnicy tylko wówczas mogą należycie wykorzystać wszystkie maszyny rolnicze, gdy do poruszania tych maszyn będą mieli odpowiednie silniki. Silnik elektryczny jest dla pracy rolnika bezwzględnie najodpowiedniejszy, gdyż posiada on następujące zalety:

- 1) małą wagę; silnik elektryczny łatwo może być przenoszony i można go zastosować w każdym miejscu;
- 2) nadzwyczaj prostą obsługę; silnik elektryczny uruchamia się przez proste poruszenie ręczki na oporniku, następnie może pracować bez żadnego dozoru;
- 3) wielką równomierność biegu, co umożliwia dokładną pracę maszyn;
- 4) zupełne bezpieczeństwo pod względem pożaru, co umożliwia zastosowanie silnika do pracy maszyn np. w stodole;
- 5) prostą budowę; silnik elektryczny może obsługiwać każdy bez uprzedniego przygotowania;
- 6) małe koszty ruchu; przy młócce, np. silnik elektryczny jest najekonomiczniejszy.

Młockarnia, poruszana prądem elektrycznym, dzięki równomierności ruchu, wykonywa pracę bardzo dokładnie, dzięki czemu omłot jest lepszy. Według doświadczeń niemieckich, przeprowadzonych w jednym z większych gospodarstw, ilość elektrycznie wymłóconego zboża była większa o mniej więcej 2%, niż przy młócce parowej. Silnik elektryczny przy uruchamianiu nie wymaga uprzedniego przygotowania, jak lokomobile parowe lub silniki spalinowe. Ma to niezmiernie ważne znaczenie dla gospodarki rolnej, gdyż w wypadkach nagłej zmiany pogody szybko można przejść do innej pracy bez straty czasu i kosztów.

Silnikiem elektrycznym mogą być napędzane wszystkie maszyny, jakie w rolnictwie mają zastosowanie, a więc: młockarnie, sieczkarnie, śrutowniki, młynki do czyszczenia zboża i t. p. Przytem energję elektryczną można doprowadzić zapomocą przewodów do każdego miejsca, gdzie mamy wykonywać pracę.

Energja elektryczna daje również rolnikowi najtańsze i najlepsze oświetlenie, które z łatwością możemy zaprowadzić w całym gospodarstwie. Ma to wielkie znaczenie. Przedewszystkiem zwiększenie światła ułatwia rolnikowi pracę, którą dziś musi on wykonywać nieraz poomacku. Światło elektryczne pozwala rolnikowi na pedsze wykonanie pracy, co umożliwia lepsze wykorzystanie i przedłużenie dnia roboczego. Światło elektryczne jest bezpieczne pod względem pożarowym, a więc może być zastosowane nawet w takim pomieszczeniu, jak stodoła, pozwalając na wykonywanie w niej pracy zarówno przed świtem, jak i po zapadnięciu zmroku. Wszystko to bardzo przyczynia się do podniesienia dochodu z gospodarstwa. Wreszcie jasne światło elektryczne wieczorami zachęca

do czytania, a wszak wzmożone czytelnictwo jest dźwignią kultury wsi polskiej. Prócz tego długie jesienne i zimowe wieczory przy świetle elektrycznym mogą być przez ludność wiejską wykorzystane do pracy przy przemyśle domowym, co może być dla rolnika źródłem dodatkowego zarobku. Światło elektryczne ma wreszcie i tę ważną zaletę, że jest tańsze od naftowego.

Poza stroną gospodarczą i kulturalną należy omówić sprawę z punktu widzenia handlowo-technicznego.

Zostało stwierdzone, że elektryfikacja rolnictwa jest rzeczą deficytową, a zatem żaden kapitał prywatny nie będzie się interesował tą dziedziną. Kapitalista prywatny, o ile lokuje swój kapitał w jakimś przedsiębiorstwie, musi mieć pewność, że go oprocentuje i w pewnym czasie całkowicie zamortyzuje. Wyłania się więc pytanie, kto ma tę elektryfikację finansować lub też kapitałowi prywatnemu zapewnić rentowność. Musi to być ktoś, kogo sprawa elektryfikacji rolnictwa interesuje nie tylko z punktu widzenia czysto handlowego, lecz także z punktu ogólnopństwowego. Tym czynnikiem jest państwo i samorząd.

Najracjonalniejszym rozwiązaniem sprawy byłoby, gdyby elektryfikację rolnictwa ujęło w swoje ręce państwo i gdyby ono zapewniło rentowność rolnictwa przez subwencje, zwolnienie od podatków i t. p.

Jednak zdaje się, że w najbliższym czasie sprawy tej państwo nie ujmie w swoje ręce, — nie dlatego, żeby znaczenia jej nie doceniało, lecz z tego powodu, że wiele spraw pilniejszych, a nawet niecierpiących zwłoki stoi przed koniecznością załatwienia. Sprawa elektryfikacji rolnictwa, chociaż doniosła, będzie przez państwo odsunięta na drugie miejsce. Oczywiście nie wyklucza to pomocy w granicach możliwych i pomoc taka przez państwo winna bezwzględnie być udzielana.

Tak samo zainteresowanym, jak państwo, a może nawet więcej, jest samorząd. Mam tu na myśli samorząd powiatowy, który jednak jest wiele słabszy finansowo. W tych miejscowościach, gdzie rolnictwo jest do elektryfikacji przygotowane, samorząd powiatowy może bardzo wiele zrobić. Najlepszym dowodem tego jest elektryfikacja rolnictwa na Pomorzu, gdzie tylko dzięki inicjatywie samorządów elektryfikacja została posunięta tak daleko, jak to dzisiaj możemy stwierdzić.

W obecnym czasie tylko te miejscowości rolnicze mogą liczyć na elektryfikację, gdzie inicjatywę ujmie w swoje ręce samorząd, a to z tej prostej przyczyny, że obywatel danego powiatu chętnie zapłaci podatki, jeżeli są one bezpośrednio przeznaczone na inwestycje, które mu przynoszą korzyści. Naturalnie, obciążenie podatkowe nie powinno w tych razach przekraczać jego możliwości finansowej.

Dla poparcia tego twierdzenia przytoczę, że znane kilka powiatów, które w ciągu bardzo krótkiego czasu (b. trzech lat), wyłożyły na elektryfikację swego powiatu w formie bezpośrednich podatków po 700 000 zł. każdy, a zatem sumy bardzo poważne i w czasie nienajlepszej konjunktury.

Mówiąc, że elektryfikacja rolnictwa winien się zająć samorząd, nie mam na myśli tworzenia wyłącznie przedsiębiorstw elektryfikacyjnych samorządowych. Ta elektryfikacja może być tak samo przeprowadzona przez kapitał prywatny, lecz samorząd kapitałowi prywatnemu zapewnia normalne warunki amortyzacyjne, jeżeli tylko — rzecz jasna — gospodarka spółek prywatnych będzie prowadzona racjonalnie i oszczędnie. Sprawa gwarancji samorządowych ma jeszcze i tę dodatnią stronę, że przyciąga kapitał prywatny, który w innym wypadku stałby na uboczu

bezczyennie, i nie angażowałby się w dziedzinie elektryfikacji rolnictwa.

Poza tem wszystkim jednak elektryfikacja wsi interesuje się oczywiście i sam rolnik dlatego może być ona przeprowadzona zapomocą spółdzielni elektryfikacyjnych. Spółdzielnie te miałyby za swe zadanie rozprowadzenie sieci elektrycznych niskiego napięcia do poszczególnych gospodarstw rolniczych.

Ponieważ elergję elektryczną spółdzielnie zakupują od elektrowni okręgowych, zatem spółdzielnie takie należy przede wszystkim zakładać we wsiach, sąsiadujących z większymi elektrowniami, lub tam, gdzie sieci wysokiego napięcia przechodzą w pobliżu.

Plan finansowy spółdzielni powinien być bardzo starannie przemyślany, gdyż od tego zależy przyszłe powodzenie ich działalności.

Spółdzielnie elektryfikacyjne najwięcej rozwinęły się w Niemczech i Czechosłowacji. Dały tam one bardzo dobre wyniki. Spółdzielnie te znakomicie spełniają swoje zadanie tak, że sami ich członkowie mówią, że kto z rolników poznał dobrodziejstwo energii elektrycznej, ten już bez tej energii gospodarować nie potrafi.

W Polsce spółdzielnie elektryfikacyjne prawie nie istnieją. Rozwój ich u nas wstrzymuje trudne położenie finansowe rolnictwa. Gdy jednak trudności te przemina, to tam gdzie rolnictwo już jest przygotowane do elektryfikacji, powstaną spółdzielnie elektryfikacyjne, zbudują własnym kosztem sieci niskiego napięcia i przyłączą się do sieci rozdzielczych wysokiego napięcia.

Powyżej zaznaczyłem, że sprawą elektryfikacji winno się zająć państwo, samorząd lub sam rolnik przez spółdzielnie. Przez racjonalne zespolenie tych trzech czynników, zainteresowanych elektryfikacją rolniczą, zapomocą racjonalnych i życiowych ustaw, wydanych przez państwo, elektryfikację wsi można posunąć i przyspieszyć bardzo poważnie.

Skolei omówię drugie, bardzo ważne zagadnienie, a mianowicie, jak ta elektryfikacja winna być przeprowadzona.

Jest to sprawa bardzo ważna, wymaga dużego doświadczenia, umiejętnego podejścia do jej rozwiązania i dokładnej znajomości psychiki rolnika.

O ile przy każdej nowej inwestycji należy sporządzić możliwie realną kalkulację, któraby w praktyce okazała się słuszną, to tem więcej jest to konieczne przy elektryfikacji rolnictwa, gdzie warunki są cięższe. Przedewszystkiem przy projektowaniu linii rolniczych należy dążyć do pozyskania wszystkich możliwych odbiorców, znajdujących się w danej okolicy. Jest ich zazwyczaj wiele, jak: miasta, młyny, młeczarnie, tartaki, dworce kolejowe i różne warsztaty przemysłowe. Przez umiejętne zaakwirowanie tych wszystkich odbiorców można godziny użytkowania szczytu podnieść niekiedy do 3500 godzin. Przy takiej ilości godzin użytkowania szczytu elektrownia przy odpowiedniej cenie może się już zupełnie kalkulować.

Tu należy omówić charakterystykę obciążeń szczytowych poszczególnych odbiorców prądu, którzy mogą być przyłączeni do sieci rozdzielczych.

I. Rolnictwo.

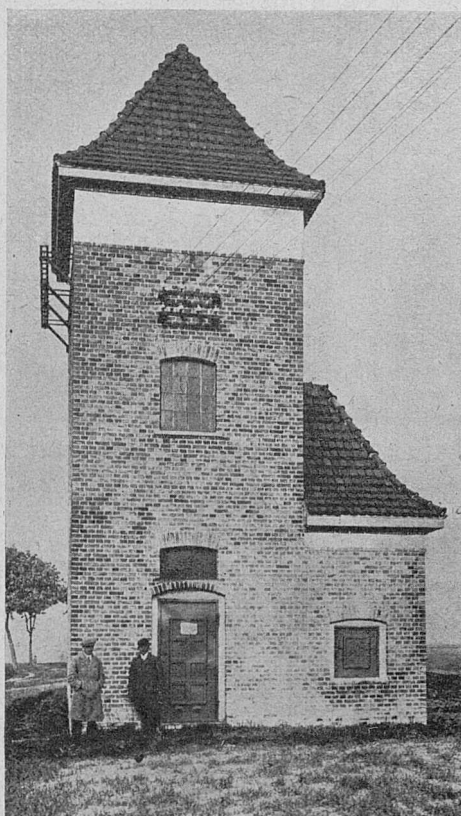
a) Światło elektryczne jest używane w godzinach tylko wieczornych i elektrownia zasadniczo nie ma możliwości zmniejszenia obciążenia szczytowego światłowego, jednak szczyt ten w elektrowniach okręgowych rolniczych nie jest groźny, a to z tej przyczyny, że szczyt młockowy dzienny jest zawsze wyższy od szczytu wieczornego światłowego. Oczywiście jest to słuszne w tym tylko wypadku, jeżeli rolnicy w rzeczywistości młocą zboże całkowicie

zapomocą silników elektrycznych i do wszystkich innych celów używają w gospodarstwie energii elektrycznej.

b) Napęd elektryczny jest stosowany w rolnictwie do młócki zboża, śrutowania, rżnięcia siewki, pompowania wody, czyszczenia zboża i t. p.

Najbardziej interesuje elektrownię młócka motorowa, a to z dwóch przyczyn: młócka elektryczna decyduje o szczycie, a zarazem decyduje o ilości sprzedanych rolnikowi kWh. Sprawy te wymagają pewnego wyjaśnienia.

Kiedy rolnik młóci, są pewne okresy, jak statystyka wykazuje, w których wszyscy rolnicy bez względu na ilość posiadanej ziemi czynią to jednocześnie: są to miesiące październik, sierpień — wrzesień. Pochodzi to stąd, że rolnik zaraz po żniwach potrzebuje pieniędzy na robociznę, zboże siewne i t. d.



Rys. 1.

Stacja rozdzielczo-transformatorowa 15 kV.

Po tym okresie intensywnej młócki, następuje spadek zapotrzebowania prądu, a nawet młócka całkowicie ustaje z powodu zbioru buraków, kartofli, orki przed okresem zimowym oraz siewu zboża. Drugi okres wzmózonej młócki następuje ponownie w grudniu i trwa do końca lutego.

O szczycie rolniczym decyduje okres pierwszej młócki, ponieważ nasilenie młócki w tym okresie jest największe. Czy elektrownia okręgowa ma możność zmniejszenia szczytu młockowego bez zmniejszenia ilości sprzedanych kWh?

Można na to odpowiedzieć: tak i nie. Przyłączając duży majątek do sieci, nie mamy prawie możliwości ograniczenia jego szczytu; w najlepszym wypadku — w granicach niewielkich, ponieważ duży warsztat rolny musi mieć racjonalny podział pracy, a to stoi w kolizji ze szczytem.

Elektrownie mogą tylko zobowiązać majątki, żeby energii elektrycznej nie używali podczas młócki do takich

celów, jak: śrutowanie, rżnięcie siewki i pompowanie wody. Jednak sprawa zmniejszenia szczytu młockowego u rolników drobnych, to jest w gminach, które są przyłączone do sieci, da się stosunkowo łatwo przeprowadzić i dlatego elektrownie rolnicze na ten rodzaj odbiorcy winny zwrócić szczególną uwagę i starać się szczyt młockowy zmniejszyć do minimum.

Rozpatrzmy przykład. Gmina wiejska o obszarze 500 ha, składającym się z 50 gospodarstw rolnych po 10 ha została zelektryfikowana. Przy kalkulacji przyjęto, że rolnicy będą do wszystkich prac używać silnika elektrycznego.

O ile każdy rolnik zakupiłby silnik do młocki, można się spodziewać, że w pierwszym okresie młocki szczyt danej gminy będzie wynosił $50 \text{ gosp.} \times 3 \text{ kW} \times 0,5 = 75 \text{ kW}$, jeżeli przyjąć przeciętny pobór mocy przez małą młockarnię wynosi 3 kW, a równocześnie — 0,5.



Rys. 2.

Stacja transformatorowa 15 kV murowana.

Zatem całe urządzenie, jak: sieć niskiego napięcia, transformator, sieć rozdzielcza wysokiego napięcia, wszystko to musi być obliczone na obciążenie 75 kW. Ostatecznie, o ileby chodziło o jedną taką gminę, to sprawa nie byłaby groźna, jednak przy elektryfikacji okręgowej takich gmin będziemy mieli tysiące, a zmniejszenie obciążenia szczytowego we wszystkich gminach zelektryfikowanych — chociażby o kilkanaście procentów — ma kolosalne znaczenie dla elektrowni.

Obciążenie szczytowe młocki możemy bardzo poważnie zmniejszyć przez stworzenie w gminie spółdzielni maszynowej, co daje jeszcze tę korzyść, że przy istnieniu takiej spółdzielni rolnicy wymłócą wszystko silnikiem elektrycznym.

Zastosowanie maszyn rolniczych w drobnym rolnictwie napotyka na dość poważne trudności głównie z tego powodu, że maszyny są drogie, i żeby się opłaciły, trzeba je używać przez dużą ilość dni w roku, skoro jednak maszyny powiększają wyniki pracy rolnika, trzeba je kupować przez spółdzielnię.

Rolnicy jednej wsi zakładają więc spółdzielnię maszynową, wybierają zarząd, który oddaje kolejno do użyt-

ku te maszyny poszczególnym członkom. Za użytkowanie maszyn członkowie opłacają pewien czynsz. Pieniądze z tego czynszu przeznacza się na pokrycie kosztów, związanych z prowadzeniem tej spółdzielni, — oczywiście opła-



Rys. 3.

Stacja transformatorowa 15 kV napowietrzna.

ty muszą być minimalne. Ilość członków spółdzielni zależy od tego, jaki obszar obejmuje spółdzielnia. Takie spółdzielnie oddają zarówno rolnikom, jak i elektrowni, nieocenione usługi.

Młockarnia mała nie czyści zboża i wymłóca gorzej, czyli jest droższa i nieekonomiczna w użyciu. Zresztą o ile kilkunastu małych rolników kupi jedną młockarnię dużą i odpowiedni motor elektryczny, będzie to mniej kosztowało, niż wówczas, gdyby każdy z rolników kupował młockarnię małą i mały motor. Dla takiej gminy wystarczy zupełnie dwa zespoły młockowe z odpowiednimi silnikami, obciążenie szczytowe młockowe w tym wypadku wyniesie najwyżej 25 kW, a zatem zmniejszamy obciążenie szczytowe o 2/3 czyli 50 kW. Osiągamy to tylko przez stworzenie spółdzielni maszynowej.

Zdawałoby się, że zawiązanie takiej spółdzielni młockowej jest tylko niepotrzebnym kłopotem dla elektrowni. Jednak sprawa ta jest tak ważna, że nie powinno się żadnej gminy elektryfikować, zanim nie zawiąże się spółdzielni. A więc przed zelektryfikowaniem gminy winna być zorganizowana spółdzielnia.

Każdy, kto przeprowadzał elektryfikację gmin, wie dobrze, że przed zelektryfikowaniem gminy można z rolnikami bardzo wiele zrobić i uzyskać na wiele rzeczy zgodę, jednak gdy się przystąpi do nich z temi samymi sprawa-

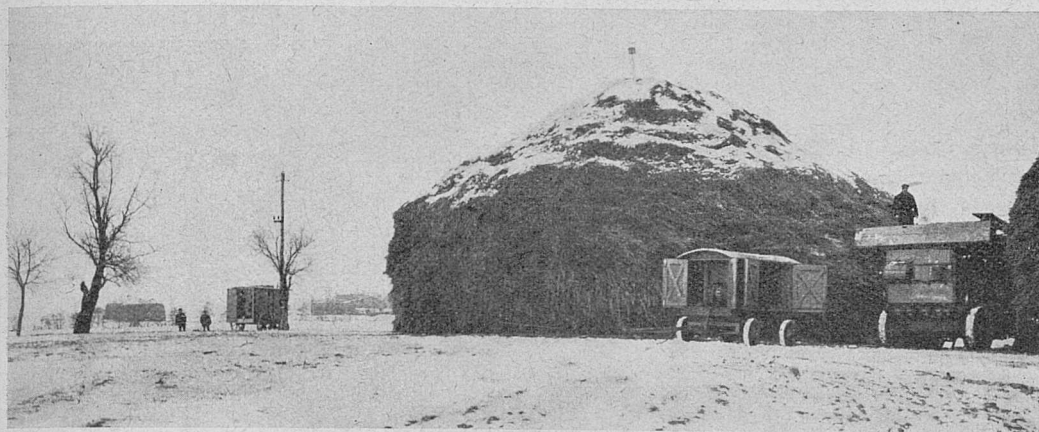
mi, nadwyżka zysku winna iść na amortyzację sieci okręgowych dopóty, dopóki sieci okręgowe nie będą się same amortyzowały. Godziny użytkowania szczytu miast są dość korzystne, bo wahają się od 2000 do 3000 godzin.

3. Młyny, przyłączone do sieci rolniczych, bardzo przyczyniają się do powiększenia godzin użytkowania szczytu, ponieważ przy dobrze sporządzonej umowie można szczyt młyna wyeliminować, tak, że młyn nie powoduje zwiększenia inwestycji w samej elektrowni.

4. Mleczarnie są bardzo pożądanym odbiorcą, ponieważ mają dosyć dużą ilość godzin użytkowania i w czasie dla elek-

trowni korzystnych, bo w godzinach rannych między 4—9, zależnie od pory roku. Mleczarnie na wsi są zazwyczaj spółdzielcze; mleko dostarczają im odbiorcy energii elektrycznej, zatem przed zelektryfikowaniem udziałowców mleczarni winna być załatwiona i sprawa dostawy energii dla danej mleczarni. Sprawę przyłączenia mleczarni komplikuje to, że mleczarnie muszą mieć gorącą wodę. Należałoby dążyć do tego, żeby kocioł zupełnie wyeliminować przez zastąpienie go odpowiednimi ogrzewaczami elektrycznymi wody, czyli dążyć do całkowitego zelektryfikowania mleczarni.

5. Dworce kolejowe zazwyczaj znajdują się przy większych osiedlach, tak że przyłączenie ich do sieci miejscowej nie sprawia większych trudności. Przyłączenie dworc-



Rys. 4.

Młócka motorem elektrycznym wprost z sieci 15 kV za pomocą wozu transformatorowego przewoźnego.

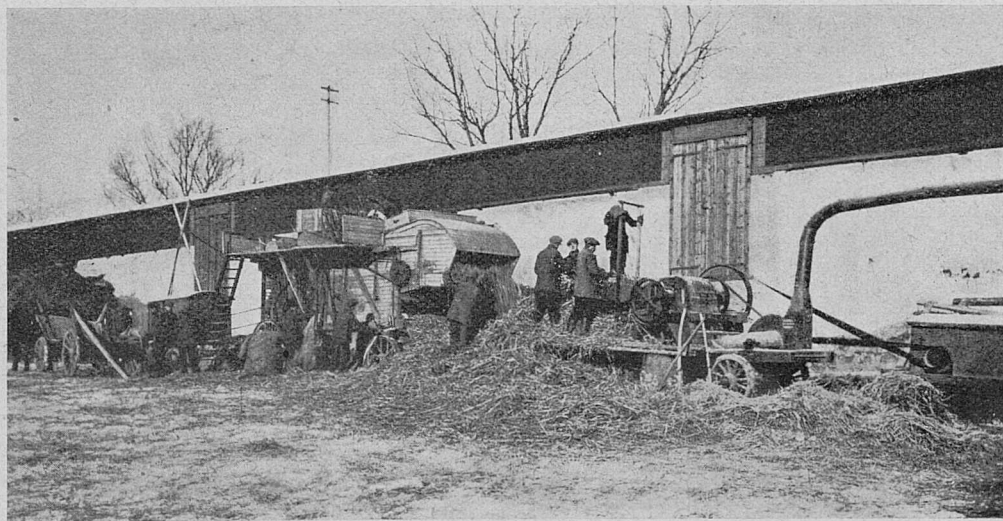
wami po zelektryfikowaniu, to przeprowadzenie spraw, które przedtem nie napotkały na żadne trudności, obecnie idą bardzo opornie.

Sprawy stosowania energii elektrycznej do takich prac, jak: śrutowanie zboża, rżnięcie siewki, pompowanie wody i t. p., nie będę omawiał bliżej, ponieważ tę pracę rolnicy bez żadnej propagandy będą napewno wykonywać silnikiem elektrycznym, gdyż jest on bezkonkurencyjny.

2. Miasta. Ważnym odbiorcą dla elektrowni okręgowej są miasta i można przyjąć, że na 100 km linii przesyłowej 15 kV przypada 1 miasto o ludności około 10 000 z zużyciem 300 000 kWh rocznie (dla warunków pomorskich).

O ile poruszam sprawę miast, to dlatego, że uważam, iż w miastach, leżących w okręgach rolniczych, rozdział detaliczny winien być przyznany elektrowni okręgowej, a nie magistratowi. Znam taki wypadek, że miasto, przyłączone do sieci okręgowej, zamortyzowało swój zakład rozdzielczy w ciągu 3 lat, a tymczasem elektrownia okręgowa była przez ten czas deficytowa, a więc szybka amortyzacja zakładu rozdzielczego danego miasta nastąpiła kosztem zakładu okręgowego. Zdaje sobie jednak sprawę, że każdy magistrat uważa elektrownię za skarbnicę złota i trudno będzie z tem walczyć.

Mam na myśli małe miasta do 10 000 mieszkańców, a o ile w tych miastach istnieją stare elektrownie, są one nieekonomiczne. Po przyłączeniu do sieci okręgowych wykazują one zawsze większe zyski, zatem przynajmniej ta



Rys. 5.

Młócka motorem elektrycznym w majątku.

ców zwiększa zużycie energii elektrycznej i jest dość korzystne.

Poza wymienionymi wyżej odbiorcami, których należy bezwzględnie do sieci rolniczych przyłączyć, jest jeszcze w terenie cały szereg innych, zależnie od warunków lokalnych.

Nie wystarczy jednak odbiorcę przyłączyć. Należy równocześnie z przyłączeniem uzyskać pewność, że będzie on z energii korzystał.

O ile tak przeprowadzimy elektryfikację rolnictwa, to deficyt będzie stosunkowo nieduży, łatwy do pokrycia, a w niektórych wypadkach nawet sieci rolnicze będą się rentowały.

Poruszę jeszcze kilka ważnych spraw, związanych z elektryfikacją rolnictwa.

1) Sprawy taryfowe. Wiemy dobrze, że sprawa racjonalnej taryfy ma wielkie znaczenie i decyduje o zużyciu prądu. Omówię osobno taryfę dla światła i taryfę dla siły.

Istnieją różne rodzaje taryf dla światła, jednak najodpowiedniejszą taryfą jest taryfa blokowa, która jest bardzo chętnie przez rolników widziana, ponieważ jest prosta i zrozumiała oraz daje w każdym miesiącu dobremu odbiorcy doraźny efekt w postaci wkroczenia do drugiego, a nawet trzeciego bloku.

Niektórzy są zwolennikami taryfy dwuczłonowej, jednak, mając bardzo wiele do czynienia z rolnikami, przekonałem się, że taryfa ta nie będzie miała dużego powodzenia, ponieważ rolnik zawsze uważał opłatę stałą za niesłuszną i będzie mu się zdawało, że powinien płacić tylko za kWh. Przekonać rolnika, że opłata stała przy taryfie dwuczłonowej jest słuszną, będzie sprawiało wiele trudności elektrowni, a skutek końcowy jest wątpliwy.

Taryfa blokowa nie ma tych wad, a daje rolnikowi możliwość używania energii elektrycznej do wszystkich celów w gospodarstwie domowym na jeden i ten sam licznik. Bardzo wydatnie powiększa zużycie oświetlenia podwórza w nocy, — oczywiście ma to zastosowanie w większych majątkach. Np. majątek o obszarze 300 ha zużywa do oświetlenia normalnego 2000 kWh, tymczasem lampy podwórzowe w nocy przy niższej taryfie zużyją przynajmniej 1000 — 1500 kWh rocznie.

Rolnicy bardzo chętnie palą lampy podwórzowe całą noc, o ile tylko za tę energię elektrownia pobiera poważnie zniżoną opłatę, np. 20 gr/kWh. A przecież i przy tej jeszcze cenie elektrownia może mieć zarobek, uważając tę energię za dodatkowo sprzedaną.

Przy stosowaniu taryfy blokowej w rolnictwie wiele trudności sprawia określenie pierwszego bloku i ustalenie, co wziąć za podstawę: czy ilość ubikacji włącznie ze stajniami, czy też bez tych ostatnich, czy też pierwszy blok oprócz na hektarze ziemi ornej.

Sprawa ta jest bardzo trudna, a to z tej przyczyny, że prawie każde gospodarstwo jest indywidualne. Jednak zdaje się, że blok pierwszy trzeba będzie oprzeć na hektarze ziemi ornej z uwzględnieniem miejscowych warunków. Dokładną statystykę obecnie przeprowadzam przy uwzględnieniu 1000 odbiorców rolnych o obszarze od 10 — 25 ha, jednak rezultatów i wyników tej statystyki podać jeszcze nie mogę.

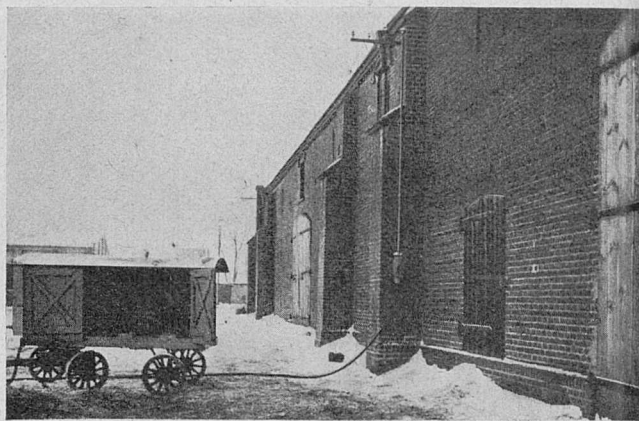
Sprawa taryfy dla siły w rolnictwie jest rzeczą bardzo ważną, ponieważ stosunek zużycia światła do siły wynosi zazwyczaj około 1:5, a nawet więcej.

Wprowadzenie racjonalnej taryfy dla siły w rolnictwie nie sprawia tyle trudności, co przy świetle, ponieważ tutaj mamy dokładny miernik zużycia, to jest hektar ziemi ornej, przyjmując, że rolnik młóci, rżnie siewkę i śrutuje motorem elektrycznym.

Stwierdzone zostało, że rolnik, korzystający wyłącznie tylko z silnika elektrycznego, zużywa 25 — 36 kWh/hektar.

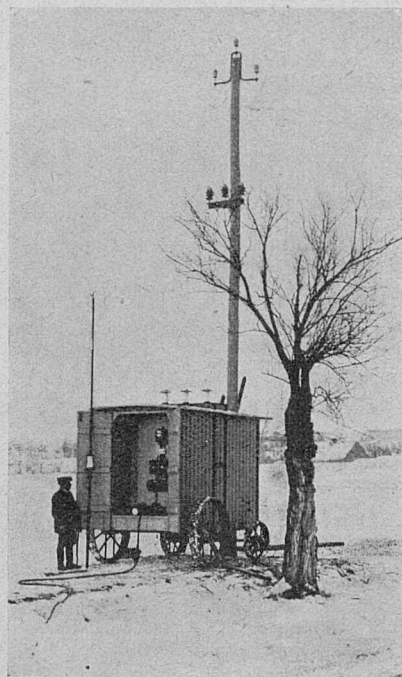
Zależne to jest od rodzaju gleby oraz od rodzaju prowadzenia gospodarstwa rolniczego.

Przyjmując, że rolnik zużywa na hektar ziemi ornej 25 — 36 kWh, łatwo ustalić taryfę. Znowu jestem tutaj zwolennikiem taryfy blokowej, opartej na hektarze ziemi ornej.



Rys. 6.
Motor elektryczny, gotowy do ruchu.

Taryfa blokowa do siły musi rozróżniać trzy zasadnicze grupy rolników. Pierwsza grupa stosuje energię elektryczną tylko do drobnych celów, jak: rżnięcie siewki, pompowanie wody i śrutowanie. Drugą grupę rolników stanowią ci, co używają energii elektrycznej do tych celów, co i grupa pierwsza, ale oprócz tego i częściowo do młócki.



Rys. 7.
Transformator przewoźny, przyłączony do linii 15 kV.

Trzecia grupa rolników — to ci, co stosują energię elektryczną do wszystkich celów.

Aby nie omawiać szczegółowo tej sprawy, podam taką taryfę gotową, wprowadzoną od 2-ch lat z bardzo do datnim skutkiem przez jedną z większych elektrowni rolniczych na Pomorzu.

Taryfa ta jest następująca:

przy użyciu 10 kWh/hektar cena wynosi	30 gr
przy użyciu od 10—20 kWh/hektar cena wynosi	27 gr
przy użyciu od 20—25 kWh/hektar cena wynosi	24 gr
przy użyciu ponad 25 kWh/hektar cena wynosi	22 gr



Rys. 8.

Widok podwórza racjonalnie oświetlonego.

Taryfa ta jest pomyślana w ten sposób, aby energia elektryczna dla młócki nie była droższa od 24 gr/kWh, bo w przeciwnym razie młócka motorem elektrycznym jest droższa, niż lokomobila, — oczywiście bez uwzględnienia amortyzacji lokomobili. Amortyzacji lokomobili do kalkulacji kosztów młócki obecnie brać nie można, ponieważ rol-



Rys. 9.

Instalacja w owczarni, wykonana „antygronem”.

nicy lokomobile te już posiadają i pieniądze wyłożone są niepowrotnie stracone bez względu na to, czy rolnik tę lokomobilę używa czy też nie, i z tem elektrownia musi się liczyć. Za energię elektryczną do innych celów poza młócką, jak: śrutowanie, rżnięcie siewki, pompowanie, rolnik płaci średnio około 30 gr/kWh.

Przy młóckarni szeroko - młotnej, która wymłóca około 25 centnarów zboża na godzinę, silnik elektryczny zużywa 10 kWh, czyli godzina młócki kosztuje 2,40 zł. Koszty młócki lokomobila wynoszą 2,50 na godzinę podług poniższego zestawienia:

1) 1 centnar węgla na godzinę	zł. 2,00
2) smar	zł. 0,20
3) naprawa	zł. 0,30
razem	zł. 2,50

Zużycie 1 centnara węgla na godzinę jest granicą maksymalną. Są lokomobile, które zużywają węgla mniej. Pozatem młócka elektryczna ma bezwzględnie przewagę nad młócką lokomobila, jak to już wspominałem wyżej: lepszy wymłot zboża, dochodzący do 2%, oszczędność na obsłudze i t. p.

Taryfa jednolita bez względu na ilość kWh, zużytych na hektar ziemi ornej, nie jest słuszną, krzywdzi drobnych odbiorców i bezwzględnie nigdzie nie powinna być stosowana.

Znam wypadek, gdy jedna elektrownia rolnicza wprowadziła taryfę od ilości zużytych kWh w roku np.:

przy zużyciu do 500 kWh	— 30 gr
„ „ od 500 — 1000 kWh	— 28 gr
„ „ od 1000 — 1500 kWh	— 26 gr
„ „ ponad 1500 kWh	— 24 gr

Taryfa taka z gruntu jest fałszywa, ponieważ nie uwzględnia podstawowej rzeczy, a mianowicie wielkości warsztatu rolnego, a przecież rolnik, posiadający 50 ha, nie może zużyć tyle, co rolnik na 500 ha. Zresztą mały rolnik, który używa energii elektrycznej do wszystkich prac, jest lepszym odbiorcą od właściciela majątku, który zużywa energii elektrycznej do niektórych tylko celów.

2) Sprawa wykonywania instalacji przez elektrownie.

Przedsiębiorstwa instalacyjne ciągle walczą, ażeby otrzymać monopol na wykonywanie instalacji u odbiorców elektrowni i ażeby elektrowni pozostała conajwyżej kontrola wykonywanych instalacji.

Sprawa wykonywania instalacji u rolnika jest sprawą nader ważną. Ponieważ instalacje świetlne wykonywa się w stajniach, stodołach, a zatem w miejscach bardzo wilgotnych, a z drugiej strony łatwopalnych, zatem poza przepisowym materiałem wykonanie musi być bardzo staranne i solidne.

Ważniejszą od instalacji świetlnej jest instalacja dla siły. Gdy ta jest wykonana nieprawidłowo i po pewnym czasie zaczyna wykazywać braki, rolnik ponosi poważne straty, bo np. podczas młócki zmuszony jest pracę przerywać i czekać, aż monter z elektrowni przyjedzie i wadę usunie.

Poza stratą, którą rolnik wtedy ponosi, jeszcze jest ważną rzeczą to, że do energii elektrycznej uprzedza się i zniechęca innych.

Dział instalacyjny przy elektrowniach okręgowych rolniczych winien, moim zdaniem, koniecznie istnieć, ponieważ przynosi korzyści odbiorcy prądu i elektrowni. Przedsiębiorcy zaś instalacyjni muszą dążyć do tego, aby wykonywać instalacje dobrze. Elektrownia może zrezygnować z prowadzenia działu instalacyjnego, ale dopóki instalatorzy nie będą wykonywać swych robót bez zarzutu, wykonywanie ich przez elektrownie dawać będzie większą pewność, że rolnik nie będzie miał przerw w pracy.

3) Sprawa obsługi odbiorców prądu przez elektrownie jest nader ważną, ponieważ na wsi zazwyczaj

niema montera fachowca, tylko najwyżej domorosły monter bez kwalifikacji. Inkasenci elektrowni winni z zasady być monterami, a przy odczytywaniu liczników i regulowaniu należności za prąd powinni wykonywać drobne naprawy. W razie potrzeby naprawy większej, monter powinien spisać potrzebny materiał i podać elektrowni, a ta pośle osobno drugiego montera dla doprowadzenia instalacji do porządku. Niejednokrotnie np. zdarza się, że z powodu drobnego uszkodzenia silnik czy to do pompy, czy też do innych celów jest tygodniami nieczynny. Elektrownia na tem wiele traci.

Monter - inkasent winien być jednocześnie akwizytorem nowym instalacji, które są zawsze w każdej miejscowości jeszcze do wykonania i jeżeli zainteresować go małą prowizją, to zawsze wyszuka nowych odbiorców, którzy jeszcze z prądu nie korzystają.

4) Sprawa parcelacji majątków. W ostatnim czasie dużo parceluje się majątków, czy to przez Bank Rolny czy też prywatnie, i prace nad wykonaniem reformy rolnej będą napewno jeszcze długi czas prowadzone. Jak

miałem możność się przekonać, na majątkach rozparcelowanych nie uwzględnia się przy parcelacji sprawy przyszłego zelektryfikowania stworzonych kolonii. Zdaje sobie sprawę z tego, że przy parcelacji odgrywa główną rolę czynnik wyłącznie fachowo - rolny, jednak przypuszczam, że można byłoby wiele zrobić dla przyszłej elektryfikacji, o ileby się tę sprawę uwzględniło przy projektowaniu parceli. Obecnie ta sprawa nie jest jeszcze bardzo ważna, jednak gdy dużo majątków zostanie rozparcelowanych i nastąpi intensywna elektryfikacja wsi, co bezwzględnie w najbliższej przyszłości musi nastąpić, okaże się, że wiele milionów złotych będziemy musieli wydać niepotrzebnie tylko dlatego, że przy parcelacji ta sprawa nie była przewidziana.

W referacie swoim zupełnie świadomie pominąłem tak ważne zagadnienia, jak: rentowność, koszty eksploatacji i rozbicie ich na poszczególnych odbiorców, zużycie energii elektrycznej przez różne maszyny rolnicze i koszty napędu maszyn w porównaniu z lokomobilą i silnikami spalinowymi. Uważam, że sprawom tym winien być poświęcony specjalny referat na przyszłym zjeździe SEP.

NORMALIZACJA W BUDOWIE SIECI ŚREDNICH NAPIĘĆ

Inż. B. Witwiński

Streszczenie. Autor uzasadnia potrzebę normalizacji niektórych elementów sieci średnich napięć i zakreśla granice projektowanej normalizacji. Następnie są bliżej rozważone zagadnienia norm na przewody, słupy drewniane, haki i trzony, izolatory, zaciski i łączniki.

Normalizacja materiałów i konstrukcyj z zakresu sieci napowietrznych średnich napięć miałaby na celu, podobnie, jak i w każdej innej dziedzinie elektrotechniki:

1) zmniejszenie ilości typów stosowanych materiałów, a zatem ułatwienie produkcji i zakupu;

2) obronę dostawcy przed nieusprawiedliwionymi żądaniem odbiorcy materiałów;

3) rozpowszechnienie właściwych konstrukcyj i wyeliminowanie z rynku i z użycia konstrukcyj błędnych;

4) ułatwienie wykonania nowych urządzeń przez usunięcie potrzeby konstruowania w każdym wypadku, kiedy można przyjąć odpowiednie normy, gdy są one do dyspozycji;

5) w zastosowaniu do sieci elektrycznych przybywa jeszcze specjalny wzgląd — stosowanie znormalizowanych konstrukcyj przy skrzyżowaniach z obcymi przewodami i innymi obiektami, kiedy jest wymagane obostrzenie. Istnienie odpowiednich normalnych konstrukcyj np. słupów, uprościło i ułatwiłoby wykonanie projektów skrzyżowań.

Należy uwzględnić jednak, że normalizacja nie może przekraczać pewnych zgóry określonych granic. Opracowanie norm np. na konstrukcje, dotyczące linii na 60 lub 100 kV, jest obecnie całkowicie zbyteczne — z norm takich nie korzystałby żaden budowniczy linii lub wytwórca materiałów, ponieważ urządzeń na tak wysokie napięcia buduje się niewiele i żadne z nich nie jest „typowym”. Są to większe linie przesyłowe, budowane z uwzględnieniem własnych specjalnych warunków co do materiału słupów, rozpiętości, rodzaju izolatorów, linki odgromowej i t. p. To lub inne rozwiązanie zależy głównie od przeznaczenia linii i wagi, jaką się przywiązuje do pewności ruchu, oraz od wielkości kapitału, przeznaczonego na sieć.

Inaczej rzecz się ma ze średnimi napięciami 6, 15 i 30 kV, które mają w elektrowniach okręgowych charakter napięć rozdzielczych dla obszarów o rozległości nie przekraczającej zazwyczaj 75 km. Sieci te są w różnych zakładach elektrycznych budowane dość podobnie i poglądy na nie z punktu widzenia dopuszczalnego kosztu 1 km, ważności sieci, jakości materiałów są dość zbieżne. Wobec braku normalizacji elementów sieci każdy kierownik budowy lub eksploatacji konstruuje je na własną rękę i często na własną rękę robi wynalazki już dawno dokonane. Tak prosta rzecz, jak np. hak do drzewa dla izolatorów na 6 kV, jest wykonywana w b. rozmaity sposób (p. rys. 2). Fabryki porcelany mają zapotrzebowanie na izolatory stojące dla średnich napięć i wyrabiają takowe, przyczem wobec braku norm i konieczności znalezienia wyjścia z sytuacji wyrabiane są pewne typy, zwyczajowo żądane przez odbiorców i zbliżone do niektórych zagranicznych modeli. Niektóre elektrownie usiłują też stworzyć własną normalizację materiałów, która, nie mając powszechności, chybia celu.

W niektórych krajach prace normalizacyjne w dziedzinie elektrotechniki podjęły wielkie fabryki materiałów elektrotechnicznych, rozporządzające poważnymi pracownikami badawczymi oraz warsztatem doświadczalnym w postaci licznych wykonanych przez siebie dostaw i instalacji. W naszych warunkach, jak sądzę, praca ta winna przypaść Stowarzyszeniu Elektryków Polskich.

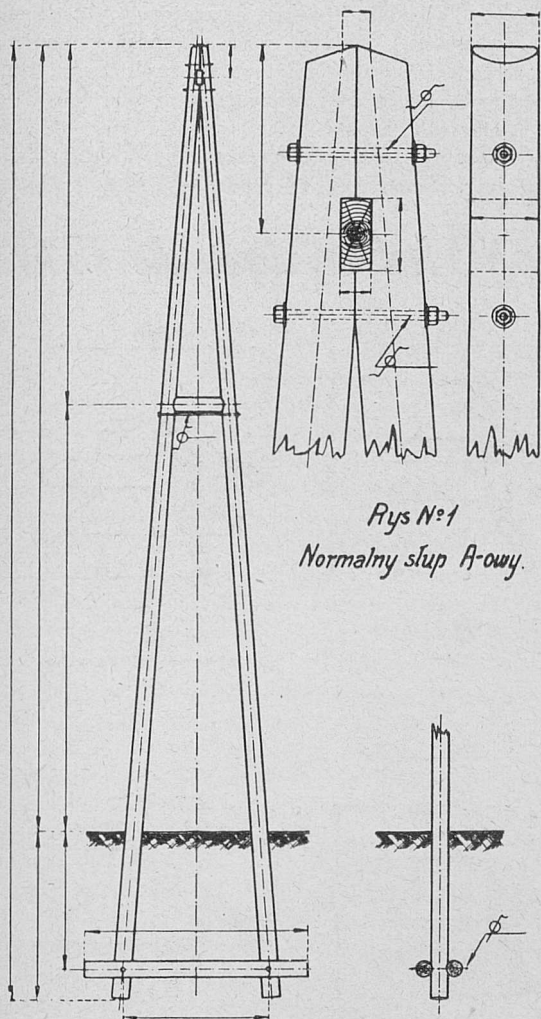
Znormalizowanie elementów sieci średnich napięć ułatwiłoby budowę sieci mniejszym zakładom, które nie mają wystarczającego personelu i doświadczenia dla stworzenia własnych konstrukcyj i które najchętniej wezmą jako wzór normalne haki, izolatory i t. p.

Celowo byłoby opracowanie normalizacji następujących elementów konstrukcyjnych napowietrznych linii średnich napięć:

przewody,
słupy drewniane,
haki i trzony,
izolatory,

zaciski linjowe i łączniki, uziemienia.

Poza normami zatem pozostałaby pewna ilość części składowych i materiałów, których wyłączenie łatwo jest uzasadnić.



Rys N°1
Normalny słup A-owy.

rodzaju konstrukcje, o których zawsze można powiedzieć, że są „jednym z wielu” rozwiązań.

Również nie nadaje się do norm odłącznik słupowy, będący zresztą w stadium szybkiego rozwoju i reprezentowany przez kilka konstrukcji. W takim wypadku normalizacja może wpłynąć hamująco na rozpęd twórczy fabryki.

Skolei rozważę te elementy sieci, wymienione powyżej, których normalizacja byłaby celową.

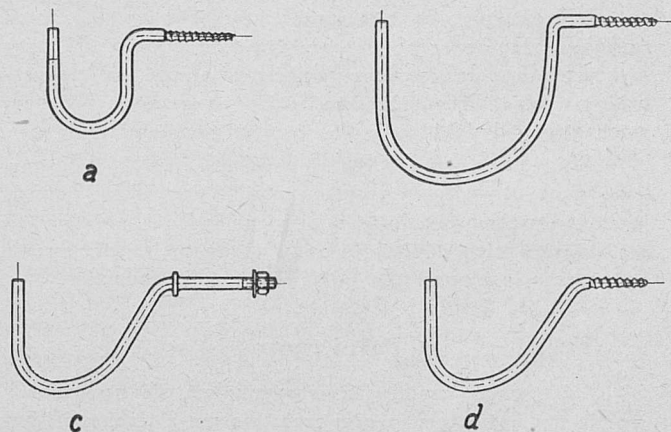
Przewody.

Zostały one już ujęte przez normy PNE 4 i 5 z 1932 r. Normy te wprowadziły uwzględniają tylko przewody miedziane, nie zachodzi jednak jeszcze w naszych warunkach potrzeba rozszerzenia norm na inne materiały, jak np. glin, który zresztą jest uwzględniony w państwowych przepisach na linie elektryczne prądu silnego.

Słupy drewniane.

Słupy drewniane nadają się do normalizacji jako pojedyncze drągi oraz jako zestawy, tworzące złożony słup np. A-owy lub bliźniaczy. Normy na pojedyncze drągi winny zawierać przede wszystkim stopniowanie długości i śred-

Rys N°2 Haki do izolatorów wysokiego napięcia.



nic (np. co 1 m wzgl. 1 cm) oraz przepisy techniczne, dotyczące odbioru słupów surowych. Nie przytaczam szeregu znanych warunków, którym odpowiadać ma drzewo, a które winny znaleźć miejsce w przepisach, zwracam tylko uwagę, że pospolicie stosowana (np. w przepisach Pocht i Tel.) miara dopuszczalnej krzywizny słupa jest w odniesieniu do słupów dla prądu silnego zbyt łagodna. Większość elektrowni ma w uprawnieniach rządowych warunków, że słupy „mają czynić zadość elementarnym wymaganiom estetycznym”; otóż słup, odebrany p.g. przepisów poczty, mógłby być z tych względów niemożliwy do ustawienia w sieciach napowietrznych w mieście, jako zbyt krzywy. Pożądane jest umieścić w normach również wymagania, dotyczące nasycania drewna i rozpoznania dobroci nasycania. Należy zaznaczyć, że normy na słupy drewniane teletechniczne już istnieją, jako PNT-403 z 1932 r.; do słupów dla linii prądów silnych mogą one mieć tylko ograniczone zastosowanie i być jednym ze źródeł przy opracowaniu własnych przepisów i norm.

Do norm na słupy pojedyncze winny wejść specjalne tablice, obliczone na podstawie przepisów technicznych na linie elektr. prądu silnego; tablice wspomniane winny zawierać, oprócz średnicy w czubie i długości, jeszcze głębokości zakopania (obliczone w ten sposób, by obciążenie zie-

Przedewszystkiem słupy żelazne i betonowe, jak również poprzeczki żelazne (nawet na drewniane słupy) nie mogą być ujęte w normy. Słupy te stosujemy znacznie rzadziej, niż drewniane, spowodu ceny, pozatem mamy tu dużą ilość równoważnych i uzasadnionych lub nie rozstrzygniętych pod względem dobroci konstrukcji; wymienić można słupy kratowe o ciężkich profilach żelaza i małym rozkroku i naodwrot — lekkie profile i duży rozkrok, słupy nitowane i spawane, układy przewodów z linką odgromową lub bez niej, jodełkowe i trójkątowe (płaskie — raczej dla wyższych napięć). Słupy żelbetowe są też bardzo rozmaitych konstrukcji, jak: rurowe, słupy o przekroju prostokątnym lub dwuteowym i inne; niektóre sposoby wykonania żelbetowych słupów są przedmiotem patentu. Przez porównanie z ustalonymi i małymi możliwościami, jakie daje słup drewniany — pojedynczy, A-owy lub bliźniaczy, — widać, że żelazne i żelbetowe konstrukcje nawet dla średnich napięć nie dojrzały jeszcze do normalizacji.

W Niemczech były usiłowania znormalizowania konstrukcji wsporczych przez wielkie firmy, które np. stworzyły znany poprzecznik „lirowy” (Siemens), używany do 15 kV, lub „chylotliwy” poprzecznik dla płaskiego układu (AEG). Nie sądzę jednak, aby celowo było wprowadzać do norm ogólnopolskich (stworzonych np. przez SEP) tego

mi równało się dopuszczalnemu przy średnim gruncie) i dopuszczalny naciąg. Stosowana często zasada, że głębokość zakopania ma się równać $1/6$ całkowitej długości, daje dla słupów dłuższych, niż 15 m, głębokości zakopania zbyt duże, zaś dla krótszych od 9 m zbyt małe.

Normalizacja słupów drewnianych winna uwzględnić oprócz samych drągów i pojedynczych słupów jeszcze konstrukcję złożonych zestawów słupowych. Zatem dla słupów A-owych winna być ułożona tablica, zawierająca normalne wymiary konstrukcyjne (oznaczone strzałkami na rys. 1, zawierającym projekt konstrukcji takiego słupa), oraz dopuszczalne naciągi w obu płaszczyznach, obliczone w założeniu cytowanych przepisów.

W podobny sposób byłyby potraktowane również słupy bliźniacze.

Tablice słupów drewnianych stanowiłyby cenne ułatwienie przy projektowaniu linii, a w szczególności skrzyżowań z obcymi przewodami i t. d. Możliwym byłoby, jak sądzę, przeprowadzenie zasady, że składane władzom projekty mogą nie zawierać obliczenia słupa, o ile jest zastosowany słup normalny.

W niektórych wypadkach, jak np. gdy chodzi o klin lub śruby, konieczność normalizacji wymiarów nasuwa się sama przez się, ponieważ ściśle obliczenie tych elementów jest skomplikowane i nasuwa wątpliwości. Wreszcie tablica normalnych słupów miałaby duże znaczenie dydaktyczne dla budowniczych sieci przez usunięcie niewłaściwych rodzajów słupów i przyzwyczajanie do operowania przy wyborze słupa tak ważnym pojęciem, jakim jest dopuszczalny naciąg. Przypomnę, że w innych przepisach i normach strona dydaktyczna gra również nieostatnią rolę.

Słupy drewniane, ujęte w powyższy sposób w normy, będą mieć oczywiście zastosowanie i do niskich napięć; jeżeli poruszam zagadnienie przy omawianiu normalizacji dla linii średnich napięć, to ze względu na to, że sprawa dotychczas jest nową dla polskich norm i przepisów.

Haki i trzony.

O ile poprzeczniki, jak wspomniałem, do normalizacji się nie nadają, o tyle inaczej rzecz się ma z trzonami i hakami izolatorowemi. Trzon stanowi nie budzącą wątpliwości i nie ulegającą już zmianom konstrukcję, zaś hak, zastępujący poprzecznik dla lekkich linii, nie rokuje też żadnej ewolucji w swym względzie, chociaż jest rozmaicie wykonywany. Na rys. 2 podaję szkice czterech rodzajów haków dla wysokiego napięcia, stosowanych u nas w praktyce. Hak „a” jest błędnym naśladowaniem haka dla niskich napięć i ma za małe odległości na przeskok; hak „b” ma nadmiernie dużą dolną część, co powoduje zwiększony ciężar i chwiejność; hak „c” jest naśladowaniem niemieckich norm z przed 10 lat, ze wzmocnieniem umocowania w słupie; wreszcie hak „d” jest właśnie normalnym niemieckim hakiem, stosowanym aż do 25 kV. Widoczne jest, że można by we wszystkich wypadkach lekkiej sieci zastosować znormalizowany typ haka na słup przelotowy i że różnorodność konstrukcyj pochodzi tylko z braku normalnej, która przyjąłaby się podobnie, jak w sieci nisk. napięcia.

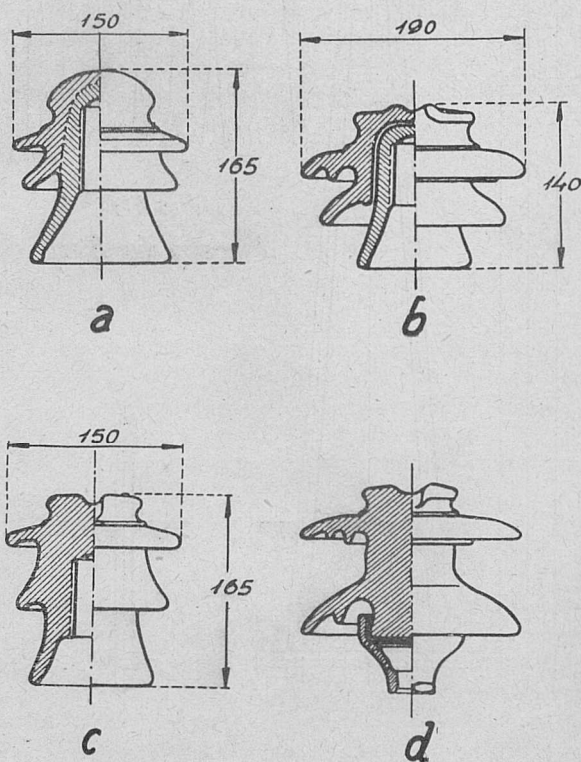
Niemieckie normy na trzony, jak widać z kształtu, przewidują trzony prasowane, wyrabiane masowo; dla polskich warunków należałoby zmienić niektóre szczegóły konstrukcyjne trzona i stworzyć typ wyrabiany, jako kuty. Trzony winny być opracowane wspólnie z izolatorami, ponieważ na kształt i wymiary trzonów ma wpływ głębokość i średnica otworu izolatora, sposób umocowania na trzonie i t. d.

Tablica haków i trzonów winna zawierać kolumnę sił dopuszczalnych dla danej konstrukcji w założeniu dozwolonego naprężenia żelaza.

Izolatory stojące porcelanowe.

Na rys. 3 podaję 4 szkice izolatorów linjowych na 15 kV, wskazujące ewolucję, jaka zachodzi w konstrukcji porcelanowego izolatora. Izolator „a”, czyli t. zw. deltowy, jest to pierwszy znormalizowany izolator wysokiego napięcia w Niemczech; szybko stracił on swą pierwotną dobrą opinię, zwłaszcza dla napięć wyższych od 6 kV, m. in. spowodu małej wytrzymałości na przebicie, i ustąpił pierwszeń-

Rys. №3 Izolatory stojące dla 15 kV



stwa t. zw. szerokokloszowemu izolatorowi (p. szkic b. rys. 3). Izolator „c” wyraża dalej dążenie do wzmocnienia napięcia przebicia przy pozostawieniu bez zmiany napięcia przeskoku; również oznacza przejście do konstrukcji, składającej się z jednej części — bez kitu, powodującego szereg niedogodności, m. inn. pęknięcie porcelany. Wreszcie „d” oznacza krańcową konstrukcję t. zw. nieprzebijalnego izolatora. Należy zaznaczyć, że ewolucja izolatora stojącego, dość szybka przed ok. 10 laty, obecnie od kilku lat zahamowała się silnie i daje się zauważyć pewną stabilizację kształtu. Z tego względu, jak również wobec tego, że krajowe fabryki muszą mieć do dyspozycji normy i typy fabrykacyjne, uważam normalizację izolatorów porcelanowych stojących dla średnich napięć za konieczną. Inaczej fabryki będą skazane na naśladowanie na własną rękę przypadkowych typów zagranicznych lub wykonywanie modeli p.g. gustu i przyzwyczajenia odbiorcy; nie sądzę bowiem, żeby fabryki rozporządzały środkami, umożliwiającymi im samodzielne prace badawcze i tworzenie własnych typów porcelany linjowej.

Normalizacja izolatorów winna uwzględniać istniejące przepisy na linie napowietrzne, które to przepisy przewidują np. w pewnych warunkach zastosowanie izolatora

o napięciu przeskoku na mokro o 15% wyższym, niż na całej linii. Obecne zestawienia izolatorów, wyrabianych przez fabryki krajowe, przeważnie nie zawierają odpowiednich typów. Również brak jest typu izolatora stojącego na napięciu 6 kV i nadającego się jako odciągowy na większe przekroje, poczynając od 35 mm². Zastosowanie zaś izolatora większego typu oznacza zbędne, a czasem niedogodne zwiększenie izolacji.

Przepisy na izolatory wysokiego napięcia z 1931 r., wydane pod nazwą PNE 8, zawierają normy badania i odbioru; projektowane normy na izolatory byłyby uzupełnieniem tych przepisów i zawierałyby normalizację kształtu i wymiarów.

W zastosowaniu do izolatorów wiszących normalizacja, jak sądzę, jest przedwczesna.

Zaciski linjowe i łączniki.

Są to artykuły, masowo stosowane przy budowie linii napowietrznych i wyrabiane przez mniejsze fabryki wyrobów metalowych. Wobec braku właściwych norm wytwórczość podobnie, jak w wypadku izolatorów stojących wys. napięcia, idzie drogą naśladowania niektórych typów zagranicznych lub fabrykacji modeli, zleconych do wykonania przez odbiorcę. Wykonywane zaciski nie zawsze odpowiadają potrzebom; są np. w sprzedaży takie modele, co do których nie można określić, czy wytwórcy chodziło o kontakt elektryczny bez naciągu, czy też tylko o wytrzymanie naciągu, czy wreszcie o jedno i drugie.

Przyszłe normy winny wskazać też materiał, z jakiego mają być zrobione poszczególne części zacisku. Sprawa ta jest b. delikatną; żelazo rdzewieje, mosiądz kruszeje w powietrzu, miedź jest zbyt miękka; najlepszym materiałem jest specjalny bronz. Normalizacja winna uwzględnić kształt zacisku, łatwy do masowego wykonania w średnim warsztacie mechanicznym. Niektóre szczegóły wykonania zagranicznych zacisków miały na celu tylko obniżenie wagi, komplikując wykonanie (np. wycięcia, tworzące ząbki w t. zw. zacisku pazurkowym; zostały następnie zaniechane w innych konstrukcjach, przez stworzenie innego typu, mocniejszego i lepiej dolegającego do przewodu).

Obok zacisków potrzebne jest również ujęcie w ramy normalizacji łączników na druty i normalne linki. Łącznik

taki, łączący razem dwa końce przewodu montowanego na słupach, stanowi element bardziej odpowiedzialny i mogący wywołać poważniejsze zakłócenie, niż zacisk. Pg. przepisów na linie elektryczne prądu silnego łącznik winien wytrzymać siłę, równą 90% wytrzymałości przewodu, co jest dla większych przekrojów wymaganiem niełatwym; musi też zapewniać kontakt elektryczny bez zarzutu, prowadzi bowiem cały prąd linii i nie może z natury rzeczy podlegać jakiegokolwiek kontroli, wisząc gdzieś w środku prześła. Normy na łączniki winny podać dla każdego przekroju tolerancje wymiarów, których dotrzymanie stanowi o jakości i łatwości montażu łącznika.

Ze względów już przytoczonych uważam, że nie jest wskazane normalizację łączników pozostawiać fabrykom, wytwarzającym ten artykuł; winien on być ujęty w ogólnej normalizacji elektrotechnicznej.

Należy mieć na widoku przy opracowaniu tych norm, że zaciski i łączniki są częstokroć przedmiotem patentów.

Uziemienia.

Uziemienie jest elementem często powtarzającym się przy budowie linii wysokiego napięcia oraz wogóle przy budowie instalacji elektrycznych. Wprawdzie Przepisy Budowy i Ruchu poświęcają tej sprawie trochę miejsca, jednak wzmianka ta jest niedostateczna i nieproporcjonalnie mała w stosunku do wagi zagadnienia.

Przepisy winny ująć:

zestawienie wypadków, kiedy stosujemy uziemienie, krótki opis paru sposobów uziemień, szkice wymiarowe uziemiaczy i doprowadzeń do nich, przekroje i t. p., dopuszczalne opory uziemień, kontrolę uziemień.

Ujęte w ten sposób normy na uziemienia będą dotyczyć oczywiście nie tylko linii wysokiego napięcia, lecz i wogóle wszelkich instalacji elektrycznych.

W powyższym zestawieniu wyczerpałem, jak sądzę, te części składowe budowy linii napowietrznych średnich napięć, które nadają się do ujednostajnienia i normalizacji. W miarę postępu techniki budowy linii ilość takich elementów wzrośnie oraz dotychczasowe normy będą wymagały rewizji. Nie powinno to jednak zniechęcać do podjęcia już teraz prac normalizacyjnych.

BURZE I PRZEPĘCIA W POLSKICH SIECIACH ELEKTRYCZNYCH WYSOKIEGO NAPIĘCIA W 1934 ROKU WEDŁUG STATYSTYKI KOMISJI PRZEPĘC S. E. P.

Inż. L. Jung

Streszczenie. Autor podaje i omawia wyniki statystyki, przeprowadzonej przez Komisję Przepięć S. E. P. w roku 1934. Statystyka objęła 17 przedsiębiorstw sieciowych, posiadających około 40% długości wszystkich linii napowietrznych wysokiego napięcia w Polsce. Osobno przeprowadzono analizę sieci z punktu widzenia odporności jej urządzeń na przepięcia i osobno zachowanie się sieci podczas zaobserwowanych burz.

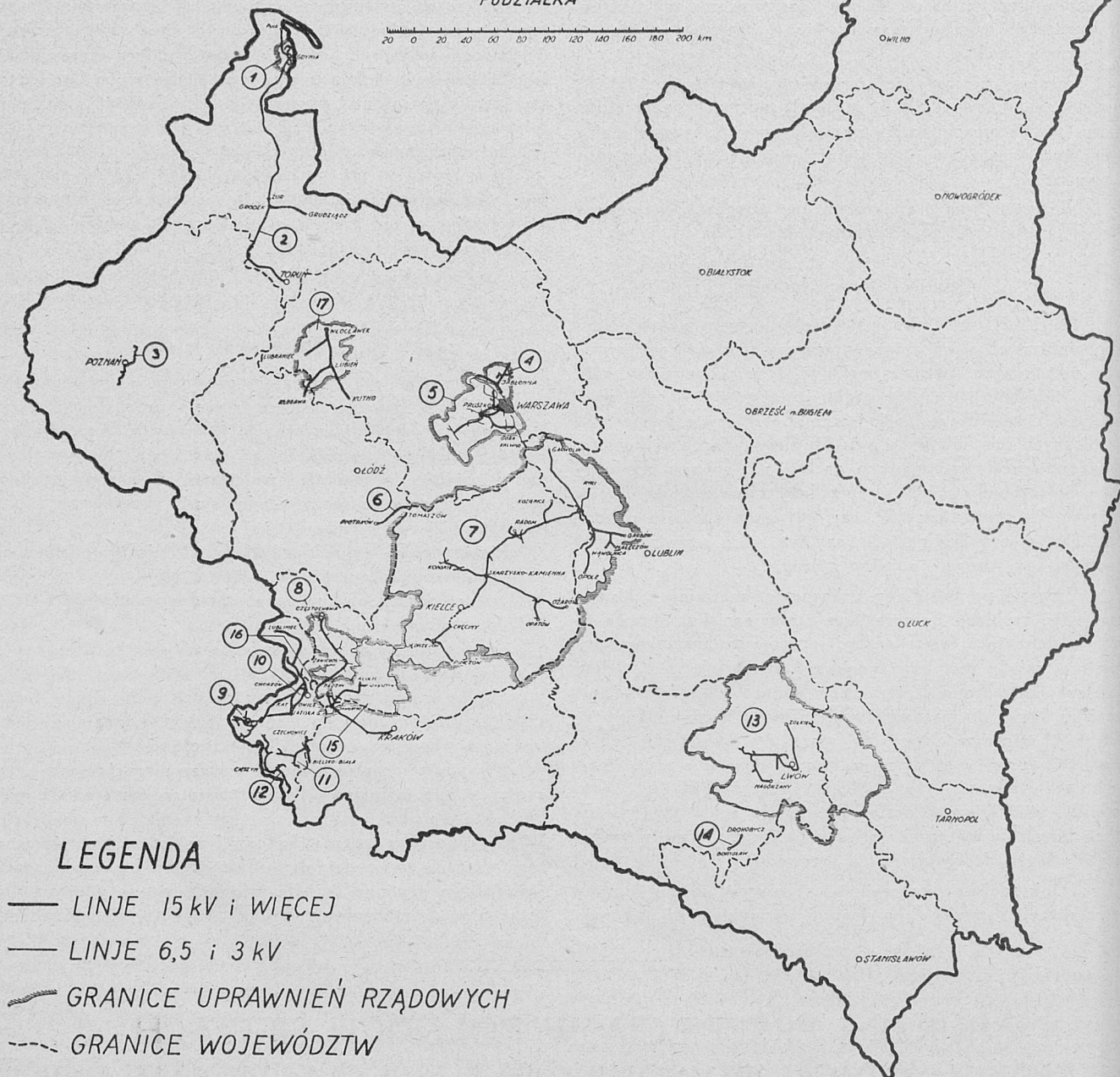
W celu zebrania i usystematyzowania materiału, dotyczącego przepięć w polskich sieciach elektrycznych wysokiego napięcia, który mógłby być wykorzystany przy zamierzonym opracowaniu „Wskazówek ochrony od przepięć sie-

ci elektrycznych wysokiego napięcia”, Komisja Przepięć S. E. P. podjęła się prowadzenia odpowiedniej statystyki na podstawie danych, dostarczanych w tym celu przez polskie przedsiębiorstwa, posiadające sieci wysokiego napięcia. Podobne prace wykonywane są już od szeregu lat w kilku państwach Europy i Ameryki; są one szczegółowe i kompletne, gdyż opierają się zarówno na bezpośrednich spostrzeżeniach, jak i na ścisłych danych, zbieranych przy pomocy specjalnych aparatów (nieraz bardzo kosztownych). Prace te dla naszego jednak użytku mogą mieć znaczenie tylko jako materiał kontrolny i orientacyjny, gdyż dotyczą sieci o napięciach przeważnie wyższych oraz warunków terenowych i

SIECI ELEKTRYCZNE OBJĘTE STATYSTYKA W R.1934

PODZIAŁKA

20 0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200 km



LEGENDA

- LINJE 15 kV i WIĘCEJ
- - - LINJE 6,5 i 3 kV
- GRANICE UPRAWNIEN RZĄDOWYCH
- - - GRANICE WOJEWÓDZTW

WYKAZ SIECI

- 1) Miejskie Zakłady Elektryczne w Gdyni. 2) Pomorska Elektrownia Krajowa „Gródek” S. A. 3) Elektrownia Miejska w Poznaniu. 4) Elektrownia Maurycego hr. Potockiego w Jabłonie. 5) Elektrownia Okręgu Warszawskiego S. A. 6) Elektrownia w Piotrkowie S. A. 7) Zjednoczenie Elektrowni Okręgu Radomsko-Kieleckiego S. A. 8) „Sieci Elektryczne” S. A. 9) Rybnickie Gwarectwo Węglowe. 10) Śląskie Zakłady Elektryczne S. A. 11) Zakłady Górnicze „Silesia” S. A. Elektrownia Okręgowa w Czechowicach. 12) Elektrownia Okręgowa m. Cieszyńska. 13) Zakład Elektryczny Okręgu Lwowskiego S. A. 14) Galicyjskie Towarzystwo Naftowe „Galicia” S. A. 15) Jaworznickie Komunalne Kopalnie Węgla S. A. 16) Elektrownia kop. „Jowisz” T-wa Gór.-Przem. „Saturn”. 17) Kujawska Elektrownia Okręgowa we Włocławku.

atmosferycznych innych, niż te, w których znajdują się sieci polskie.

Komisja przepięć S. E. P. rozesała w kwietniu r. 1934 przedsiębiorstwom elektryfikacyjnym do wypełnienia dwa kwestionariusze. Jeden z nich, tak zwany kwestionariusz „A”, ma treść następującą:

Nazwa Zakładu Elektrycznego i adres:

Linje: (o ile sieć jest różnorodna, poniższe dane zestawia się dla poszczególnych odcinków sieci).

1. Napięcie nominalne (zaznaczyć na planie):
2. Układ przewodów, wysokość nad ziemią, przekrój i materiał przewodów i ew. linki odgromowej, materiał słupów przelotowych oraz długość linii w kilometrach (zaznaczyć różnorodne odcinki na planie *). Jeżeli w linjach o słupach drewnianych istnieją słupy żelazne, podać ważniejsze dane i zaznaczyć na planie:

¹⁾ Należy załączyć zwymiarowany szkic układu przewodów oraz zaznaczyć, jakie linje są kablowe.

3. Rozpiętość normalna między słupami:
4. Izolacja linii: czyjej fabrykacji izolatory, typ, ilość ogni, napięcia przeskoku na sucho i na mokro, zabezpieczenia od łuku elektrycznego (zaznaczyć różnorodne odcinki na planie):
5. Czy istnieją miejsca w sieci o rozmyślnie osłabionej izolacji, np. w pobliżu podstacy. O ile tak, to podać dla miejsc osłabionych dane jak dla p. 4 (zaznaczyć na planie):
6. Czy i w jaki sposób słupy są uziemione; podać wielkość oporności uziemienia słupów i ewentualnie linki odgromowej:

Elektrownie i stacje transformatorowe i rozdzielcze.

7. Uproszczony schemat elektryczny elektrowni oraz ważniejszych stacji z podaniem mocy generatorów i transformatorów (jednobiegunowy bez urządzeń pomocniczych, pomiarowych, przekładników i t. p.). Zaznaczyć miejsce elektrowni i podstacy na planie:
8. Izolacja: napięcie przeskoku na sucho i na mokro aparatów i napięcie probiercze generatorów i transformatorów:
9. Czy transformatory posiadają wzmocnioną izolację pierwszych zwojów?
10. Urządzenia przeciwprzepięciowe: typ odgromników, miejsce ustawienia, schemat przyłączenia, oporność uziemienia i ew. nastawienie przerwy iskrowej (miejsce ustawienia odgromników zaznaczyć w schemacie punktu 7)
11. Czy układ jest uziemiony: wskazać co jest uziemione i w jaki sposób, bezpośrednio, przez oporność omową czy indukcyjną, wielkość oporności uziemienia i wielkość prądu zwarcia z ziemią (zaznaczyć punkty uziemienia na schemacie do p. 7)

Dane ogólne.

12. Czy kierownictwo zakładu elektrycznego uważa istniejące zabezpieczenia od przepięć za wystarczające oraz izolację linii i stacji za należyta:
13. Czy zauważono skupianie się uszkodzeń od przepięć w określonych miejscach, powtarzanie się uderzeń piorunów w określone słupy i t. d. Należy podać bliższy opis terenu skupiania się uderzeń piorunów (zaznaczyć na planie)
14. Jakie jeszcze uwagi może kierownictwo zakładu elektrycznego przytoczyć odnośnie przepięć atmosferycznych i innych, np. czy nie zauważono związku między włączaniem lub wyłączaniem a przepięciami w postaci np. przeskoku, przebiegu, wzmożonego wpływu z ostrzy lub czy nie zachodziły niewytłumaczone przeskoki lub zmiany potencjałów faz względem ziemi?

Kwestjonariusz drugi, tak zwany kwestjonariusz „B”, wypełniany dla każdej burzy oraz dla każdego wypadku przepięcia, zawiera treść następującą:

Dane ogólne.

1. Data obserwacji:
2. Miejsce obserwacji:
3. Nazwisko i stanowisko wypełniającego kwestjonariusz:

Dane o burzy.

4. Nasilenie burzy³⁾:
5. Czas trwania burzy (od godz. do godz.):

³⁾ Słaba burza — gdy ilość piorunów lub grzmotów nie przekracza kilku. Gwałtowna burza — gdy ilość piorunów lub grzmotów przekracza kilkanaście szybko po sobie następujących, i co najmniej połowa są to bliskie pioruny o silnej detonacji. Średnia burza — zachodzi w pozostałych wypadkach.

6. Kierunek przeciągania burzy³⁾ (zaznaczyć na planie):
7. Czy towarzyszyły burzy opady i jakie?

Dane o przepięciach pochodzenia atmosferycznego lub innego.

8. Czy są dowody, że w związku z powyższą burzą zaszło bezpośrednie uderzenie pioruna w sieć? (np. świadkowie obserwujący piorun, silne ślady na słupie i t. p.) (zaznaczyć na planie)
9. Czy nastąpiło bezpośrednie uderzenie pioruna w przedmiot w sąsiedztwie urządzeń elektrycznych i w jakiej odległości? (zaznaczyć na planie)
10. Bliższy opis miejsca uderzenia piorunów wyszczególnionych w p. 8 i 9 (równina, zbocze wzgórza, góra, dolina, czy jest w pobliżu rzeka, czy gleba łąkowa, piaszczysta, kamienista, skalista, bagnista, jaki poziom wody podskórnej)
11. Jeżeli zaszło przepięcie bez związku z burzą, to w jakich warunkach to nastąpiło? Podać manewry wykonywane wówczas na sieci, ew. zwarcia, skoki obciążeniowe lub inne ew. powody przepięcia
12. Czy zareagowały aparaty przeciwprzepięciowe i gdzie?
13. Jakie jeszcze dane uzupełniają obraz uderzenia pioruna lub przepięcia (naprzykład, czy część sieci i ew. jaka była rozmyślnie odłączona na czas burzy)

Dane o uszkodzeniach i zakłóceniach ruchu spowodowanych przepięciami.

14. Zaznaczyć na planie miejsce uszkodzenia na sieci
15. Rodzaj uszkodzenia: strzaskane, przebite lub częściowo obtłuczone izolatory linjowe, ślady spływu pioruna po słupie, uszkodzenia transformatorów, aparatów, izolatorów na podstacjach i t. p.⁴⁾
16. Czy zaszło wyłączenie wyłączników lub spalanie się bezpieczników głównych i gdzie? (powołać się na schemat, o którym mowa w p. 7 kwestjonariusza A).
17. Czy zaszły wyłączenia lokalnych wyłączników lub spalanie się bezpieczników?
18. Jakie jeszcze dane uzupełniają obraz uszkodzenia i zakłócenia ruchu (np. czy nastąpiło porażenie człowieka lub pożar i t. p.).
19. Orientacyjna wysokość strat bezpośrednich.

Do powyższych kwestjonariuszy przedsiębiorstwa elektryfikacyjne miały załączyć plan sieci wysokiego napięcia w skali 1 : 100 000 z wysowaną trasą sieci, miejscem elektrowni i stacji, miejscem skupiania się uderzeń piorunów, kierunkiem burz i miejscami uszkodzeń. Poza tem musiały być załączane: ogólny schemat elektryczny i zwymiarowany szkic układu przewodów.

Na skierowane zapytania nadeszło odpowiedzi z wypełnionymi kwestjonariuszami 17 przedsiębiorstw elektryfikacyjnych. Sieci oraz granice uprawnień rządowych tych przedsiębiorstw zaznaczone są na podanej obok mapie. (p. str. 210).

Wszystkie dane, które będą w dalszym ciągu omawiane, dotyczą stanu na 31 października r. 1934 i odnoszą się do linii tylko napowietrznych.

Ogólna długość sieci napowietrznych wysokiego napięcia powyższych przedsiębiorstw w kolejności malejącej jest następująca:

³⁾ Kierunek należy podawać, posługując się nazwami miejscowości sąsiednich, uwidocznionych na mapie danej okolicy w skali 1 : 100 000, a następnie kierunek ten wyrazić należy zapomocą stron świata (północ — N, wschód — E, południe — S, zachód — W, np. NNW jest to kierunek północny z małym odchyleniem na zachód, SE — jest to południowy wschód i t. p.).

⁴⁾ W razie późniejszego wykrycia uszkodzenia należy odnieść je na rachunek przypuszczalnej przyczyny, np. ostatniej burzy.

Tabela 1.

I —412 km linii (nie torów)	X — 73 km linii (nie torów)
II —312 „ „	XI — 62 „ „
III —282 „ „	XII — 61 „ „
IV —171 „ „	XIII — 40 „ „
V —126 „ „	XIV — 36 „ „
VI —122 „ „	XV — 30 „ „
VII —116 „ „	XVI — 22 „ „
VIII —101 „ „	XVII — 10 „ „
IX — 91 „ „	Razem 2060 „ „

Aby porównać, jaka długość sieci została objęta niniejszą statystyką w porównaniu do ogólnej długości sieci wysokiego napięcia w Polsce, wzięto do porównania, wobec braku danych nowszych, liczby, podane przez prof. T. Czaplickiego, a odnoszące się do stanu linii o napięciu 15 kV i wyżej z połowy roku 1930. Szacując przyrost roczny długości sieci na 5% ogólnej długości, podanej przez prof. T. Czaplickiego, otrzymamy, że obecna statystyka objęła ok. 40% wszystkich sieci w Polsce ponad 15 kV. Wynik ten należy uważać jako bardzo pomyślny, uwzględniając fakt, że statystyka prowadzona jest dopiero od roku i że prowadzenie statystyki wymagało od zakładów dużej i systematycznej pracy.

Podział sieci pod względem napięcia przytoczono w tabeli 2.

Tabela 2.

Napięcie kV	Długość w kilometrach			
	linij	torów	razem torów	% torów
60	381	418	418	19,1
40	9	18	820	37,3
35	189	232		
30	570	570	524	23,9
20	126	129		
15	382	385		
10	10	10		
6	158	189	431	19,7
5	205	205		
3	37	37		
Razem	2067	2193	2193	100,0

Napięcie, podane w tabeli 2, jest napięciem, pod którym sieci znajdowały się w okresie badania. Jak z tej tabeli wynika, na ogólną długość torów 2193 km większość, bo przeszło 80%, stanowią sieci średniego i niższego napięcia, i tylko 19,1% można zaliczyć do sieci o napięciu wyższego rzędu.

Aby scharakteryzować wzięte pod uwagę linie pod względem odporności ich konstrukcji przeciw przepięciom atmosferycznym, zestawiono poniżej, jakie linie z pośród badanych mają słupy tylko żelazne, jakie mają płaski układ przewodów oraz jakie są zaopatrzone w linkę odgromową.

W tabeli 3 podane jest zestawienie linii o słupach tylko żelaznych.

Tablica 3.

Napięcie kV	Długość linii o słupach żelaznych km	Długość torów o słupach żelaznych km
60	178	215
40	9	18
35	25	25
20	7	7
Razem	219	265

W stosunku do całej długości wziętej pod uwagę sieci, linie o słupach żelaznych stanowią zaledwie 10% wzgl. 12%.

W tabeli 4 zestawiono linie mające płaski układ przewodów.

Tabela 4.

Napięcie kV	Długość linii o układzie płaskim przewodów km	Długość torów o układzie płaskim przewodów km
60	337	381
35	34	40
20	51	51
Razem	422	472

W stosunku do całej długości wziętej pod uwagę sieci, linie z układem płaskim przewodów stanowią ok. 20% wzgl. 21,7%.

Sumaryczna długość linii, zaopatrzonych w linkę odgromową, wynosi 295 km, co w stosunku do wszystkich linii, wziętych pod uwagę, wynosi zaledwie 14%.

Ze względu na wielką wagę, jaką przywiązuje się obecnie do ochronnego działania linek odgromowych zarówno od wyładowań atmosferycznych bezpośrednich, jak i przepięć indukowanych, oraz ze względu na brak całkiem pewnych i doświadczalnie sprawdzonych reguł co do wyboru materiału, przekroju i ilości linek odgromowych, w tabelach 5, 6, 7 i 8 przytoczono bliższą analizę linii, zaopatrzonych w linkę odgromową.

W tabeli 5 podano podział tych linii pod względem ilości torów i ilości linek odgromowych.

Tablica 5.

Ilość torów	Ilość linek odgrom.	Długość km	%
1	1	208	63,5
2	2	37	16,0
2	1	12	4,0
1	2	38	16,5
		295	100,0

W tabeli 6 przytoczono podział linii, zaopatrzonych w linkę odgromową w zależności od napięcia roboczego linii.

W tabeli 7 zestawiono podział linii zaopatrzonych w linkę odgromową w zależności od materiału wsporników linii.

Tabela 6.

Napięcie kV	Długość km	%
60	185	62,7
35 i 40	22	7,5
20	80	27,1
15	8	2,7
	295	100,0

Tabela 7.

Materiał wsporników	Długość km	%
drzewo	88	29,8
żelazo	207	70,2
	295	100,0

Tabela 8.

Materiał	Przekrój	Długość linii km	%
Bronz	70 mm ²	12	4,1
„	50	1	0,3
Żelazo	70	15	5,1
„	50	101	34,3
„	35	98	33,2
„	25	68	23,0
		295	100,0

W tabeli 8 podano podział linii, zaopatrzonych w linkę odgromową, w zależności od materiału i przekroju linki odgromowej.

Ponieważ dla pewności ruchu linii przy uszkodzeniach spowodowanych przepięciami atmosferycznymi kwestia uziemienia punktu zerowego ma duże znaczenie, wobec tego scharakteryzowano poniżej w tabeli 9 wzięte pod uwagę sieci jeszcze i z tego punktu widzenia.

Tabela 9

Napięcie		Długość linii w kilometrach			
kV	Ogólna	Z izolowanym punktem zer.	Z uziemionym pkt zer. przez indukcyjność (cewka Petersena, cewka BBC, transf. Reithoffera lub t. p.)	Z uziemionym pkt zer. przez dużą oporność omową	
60	381	—	381	—	
40	9	9	—	—	
35	189	13	176	—	
30	570	262	—	308	
20	126	23	103	—	
15	382	264	118	—	
10	10	10	—	—	
6	158	158	—	—	
5	205	205	—	—	
3	37	37	—	—	
Razem : km	2067	981	778	308	
%	100,0	47,5	37,6	14,9	

Jak widać z tabeli 9, długość sieci z uziemionym punktem zerowym nieco przewyższa długość sieci z izolowanym punktem zerowym. Stosunek ten będzie jeszcze wyraźniejszy, o ile się uwzględni sieci tylko wyższego i średniego napięcia. Wówczas sieci izolowanych będzie 34,4%, sieci z punktem zerowym uziemionym przez indukcyjność — 47% i sieci z punktem zerowym uziemionym przez oporność omową — 18,5%.

Ochronniki przepięciowe, zainstalowane w rozpatrywanych sieciach, zestawiono w tabeli 10, przyczem ze względu na brak ścisłych danych nie uwzględniono ochronników w postaci cewek ochronnych jak „Campos” i t. p.

Tabela 10

System ochronnika	N a p i ę c i e w k V											Razem	%
	60	40	35	30	20	15	10	6	5	3			
P. Meyer'a ..	—	—	—	3	2	2	—	2	—	—	9	6,1	
Ocelitowe ..	4	2	—	1	3	1	—	—	—	—	11	7,4	
Katodo-we ..	—	—	1	2	—	3	1	4	—	5	16	10,8	
Bendmann'a	1	—	1	10	—	8	—	1	—	—	21	14,1	
Różkowe ..	—	—	10	—	27	28	3	8	1	15	92	61,6	
Razem	5	2	12	16	32	42	4	15	1	20	149	100,0	
%	3,4	1,5	8,0	10,7	21,4	28,2	2,7	10,0	0,7	13,4	100%		

U w a g a: Liczby ochronników oznaczają komplety ochronników, zabezpieczających 3 fazy.

Jak wynika z tabeli 10, ilość ochronników różkowych, o bardzo wątpliwej, jak wiadomo, wartości ochronnej jest dominująca, bo wynosi 61,6%. Ilość zaś ochronników, opartych na zasadzie wentylowej, uważanych obecnie w wielu wypadkach za najlepsze, jest zupełnie mała, gdyż wynosi zaledwie 18,2%.

W tabeli 11 zestawiono ilości ochronników, przypadające na 4 charakterystyczne grupy napięć, oraz ilość ochronników, przypadającą na 100 km sieci.

Tabela 11

Napięcie kV	Ilość ochronników	%	Ilość ochronników, przypadająca na 100 km sieci
60	5	3,4	1,2
40, 35, 30	30	20,0	3,7
20, 15, 10	78	52,5	14,9
6, 5, 3	36	24,1	8,3

Przechodząc do sprawy izolacji sieci jako całości, która interesuje nas przede wszystkim z punktu widzenia stosunku stopnia izolacji linii do stacji, nie możemy niestety z zebranych danych znaleźć pełnej odpowiedzi, ponieważ na pytanie o izolacji aparatów i transformatorów przedsiębiorstwa w większości wypadków nie udzieliły dokładnych informacji. Otrzymano natomiast dość wyczerpujące dane co do stopnia izolacji większej części linii, a więc z 1 698 km linii 151 km otrzymało izolację bardzo wysoką ze względu na zamierzone przejście w przyszłości na napięcie wyższe, niż obecnie, 49 km izolowano poniżej przepisów P. N. E. 8 (2U + 10), a 304 km poniżej przepisów V. D. E. (2,2U + 20), reszta linii izolowana jest powyżej przepisów V. D. E. Jak z powyższego widać linie są w większości izolowane bardzo wysoko, gdyż powyżej surowych przepisów V. D. E.

Co do izolacji transformatorów, to zaledwie 9 przedsiębiorstw nadesłało odpowiedzi, z których wynika, że izolacja ta naogół odpowiada przepisom V. D. E. Co do izolacji aparatów i urządzeń stacyjnych, to, niestety, brak pod tym względem ścisłych danych.

Na pytanie 5 kwestionariusza „A”, czy istnieją miejsca w sieci o rozmyślnie osłabionej izolacji, 11 przedsiębiorstw odpowiedziało negatywnie, 4 przedsiębiorstwa nie dały odpowiedzi, a z pozostałych 3 przedsiębiorstw: jedno zastosowało osłabioną izolację linii 60 kV przed 3-ma stacjami głównymi, jedno na linii 60 kV dało różki na większej części słupów i wreszcie jedno dało na izolatorach przepustowych stacji budynkowych i wyłączników olejowych 30 kV kabłąki z ostrzami na obu krawędziach w celu zmniejszenia napięcia przeskoku.

Na pytanie 9 kwestionariusza „A”, czy transformatory posiadają wzmocnioną izolację pierwszych zwojów, 4 przedsiębiorstwa odpowiedziały negatywnie, 1 nie nadesłało odpowiedzi i 12 opowiedziało twierdząco. Jedno z przedsiębiorstw stosuje do jednostek transformatorowych o większej mocy zamiast wzmocnienia pierwszych zwojów — pierścienie pojemnościowe, inne zaś przy dużych jednostkach transformatorowych wzmacnia pierwsze zwoje nie tylko uzwojenia pierwotnego, lecz i wtórnego.

Na pytanie 12, czy kierownictwo zakładu elektrycznego uważa istniejące zabezpieczenia od przepięć za wystarczające, otrzymano odpowiedzi następujące:

11 zakładów uważa swoje zabezpieczenia za niewystarczające, 1 zakład wyłącza sieć w czasie burzy, 3 — nie dały odpowiedzi i tylko 2 (posiadające łącznie ok. 60 km sieci 35 i 20 kV) uważa zabezpieczenia swoje za wystarczające.

Na pytanie 13 kwestionariusza A, czy zauważono skupianie się uszkodzeń od przepięć w określonych miejscach, 9 zakładów odpowiedziało „tak”, 6 — „nie”, 2 — nie dały odpowiedzi.

Siedem przedsiębiorstw podało bliższy opis terenu, gdzie skupiają się uderzenia piorunów. Z opisów tych wynika, że częste wyładowania piorunów zauważono zarówno na terenach mokrych, jak i zupełnie suchych, i że utarta

opinia o tem, że przeważnie woda „ściąga“ pioruny, nie jest słuszna.

Na podstawie otrzymanych opisów wydaje się możliwym postawić wniosek, że miejscem skupiania się piorunów są tereny, gdzie następuje większa zmiana zewnętrznych warunków terenowych, a więc na przykład: 1) jednostajny teren równiny, przecięty dużą rzeką, 2) wzgórze, znajdujące się na rozległej równinie, 3) granica dużych lasów i większych obszarów nizinnych lub wodnych.

Powyższe łatwo się tłumaczy teorią istoty zjawiska pioruna. Powstanie bowiem wyładowania atmosferycznego stosownie do teorii G. C. Simpsona (patrz, Przegląd Elektrotechniczny r. 1934 Nr. 3 str. 55, 56 i 57) wywołane jest rozdzieleniem ładunków elektryczności w chmurach, który według teorii Lenarda powstaje przy rozbijaniu się kropelek wody przy silnych prądach powietrznych. A więc miejsca, gdzie często mogą powstawać silne prądy powietrzne, będą miejscami skupiania się piorunów. Zdaniem naszym, powyżej opisane miejsca zmiany warunków terenowych mogą być powodem częstych silnych ruchów powietrznych, które skolei są przyczyną zaburzeń i wyładowań atmosferycznych.

Na tem kończymy analizę odpowiedzi, nadesłanych na zapytania, poruszone w kwestjonariuszu „A“, i skolei przejdziemy do kwestjonariusza „B“.

Przedsiębiorstwa elektryfikacyjne nadesłały dane o 158 burzach. Kwestjonariusze rozesłane były w kwietniu. Nie wszystkie przedsiębiorstwa notowały wszystkie przechodzące nad sieciami burze, a opisały tylko te, które wywołały jakiegokolwiek zaburzenia ruchu.

Podział ilości burz według miesięcy przedstawia tabela 12.

Tabela 12.

Mie- siące	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Ra- zem
Ilość burz	—	4	1	13	16	25	47	48	2	2	—	—	158
%	—	2,5	0,6	8,2	10,1	15,8	29,8	30,4	1,3	1,3	—	—	100,0

Jak widzimy, najwięcej burz, jak to zresztą było do przewidzenia, miało miejsce w lipcu i w sierpniu.

Nasilenie zaobserwowanych burz (p. 4 kwestjonariusza B) było następujące: gwałtownych — 52, średnich — 71, słabych — 20.

Dane co do opadów, towarzyszących burzom (p. 7 kwestjonariusza B), zestawiono w tabelce 13.

Tabela 13.

Opady	Ulewa	Deszcz	Ulewa i grad	Deszcz i grad	Mały deszcz	Bez opadu	Ra- zem
Ilość burz	22	92	4	4	9	8	139

Podział burz w ciągu doby był następujący:

od godz. 6 do godz. 12-ej — 23;
 „ „ 12 „ „ 18-ej — 83;
 „ „ 18 „ „ 22-ej — 19;
 „ „ 22 „ „ 6-ej — 13;

Jak widać większość burz miała miejsce w czasie od południa do godz. 6-ej po południu.

W tabeli 14 zestawiono burze wg. kierunku przeciągania.

Tabela 14.

Kierunek burzy	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Razem
Ilość burz	6	25	35	24	9	9	1	17	126
%	4,8	19,8	27,9	19,0	7,1	7,1	0,8	13,5	100,0

Jak z powyższej tabeli widać, przeważają burze w kierunku wschodnim, północno-wschodnim i południowo-wschodnim — stanowią one 66,7% wszystkich burz.

W ciągu zaobserwowanych 158 burz stwierdzono bezpośrednie wyładowanie pioruna w sieć w 30 wypadkach, w 19 wypadkach piorun uderzył w sąsiedztwie urządzeń elektrycznych.

Uszkodzenia, spowodowane przez burze, zestawione są w tabeli 15.

Podział 8 szt. uszkodzonych aparatów przeciwprzepięciowych według fabrykacji był następujący: 2 szt. o nap. 35 kV i 1 szt. o nap. 15 kV systemu Bendmann'a, 2 szt. o nap. 15 kV systemu Paul Meyer'a, 2 szt. o nap. 6 kV syst. Westinghouse'a i 1 szt. o nap. 3 kV systemu rozkowego (prze-palony opór).

Z zanotowanych przepięć tylko jedno, według wszelkiego prawdopodobieństwa, zaszło bez związku z burzą, a mianowicie nosiło charakter przepięcia ziemnozwarciowego.

W tabeli 16 podano, jaka ilość wyłączeń wyłączników głównych oraz wyłączników lokalnych łącznie ze spalaniem się bezpieczników lokalnych nastąpiła w badanych sieciach w związku z burzami. Poza tem w tejże tabeli podano ilość przerw dostawy energii, spowodowanych wyłączeniem wy-

Tabela 15.

Napięcie kV	Izolatory liniowe	Słupy drewniane	Izolatory przepustowe transformatorów, wy- łączników i transfor- matorów pomiarowych	Uzwojenia transforma- torów i transformator- ów pomiarowych	Aparaty przeciw- przepięciowe	Stopienie przewodów (Ilość wypadków)	Inne
60	12	2	7	1	—	2	2
40	—	—	—	—	—	—	1
35	27	26	13	3	2	—	—
30	2	3	22	4	—	—	6
20	3	—	—	—	—	—	3
15	12	6	2	29	3	2	5
6	3	—	2	10	2	—	3
5	22	9	4	2	—	—	5
3	3	—	—	—	1	—	1
Razem	84	46	50	49	8	4	26

łączników głównych. Do wyłączników głównych zaliczono wszystkie wyłączniki wysokiego napięcia, za wyjątkiem wyłączników wysokiego napięcia, zainstalowanych u odbiorców lokalnych.

Tabela 16.

Wyłączenia wyłączników głównych wysokiego napięcia	Przerwy dostawy spowodowane wyłączeniem wyłączników głównych wys. nap.	Wyłączenia wyłączników lokalnych lub stopienie bezpieczników lokalnych wysokiego napięcia
291	167	322

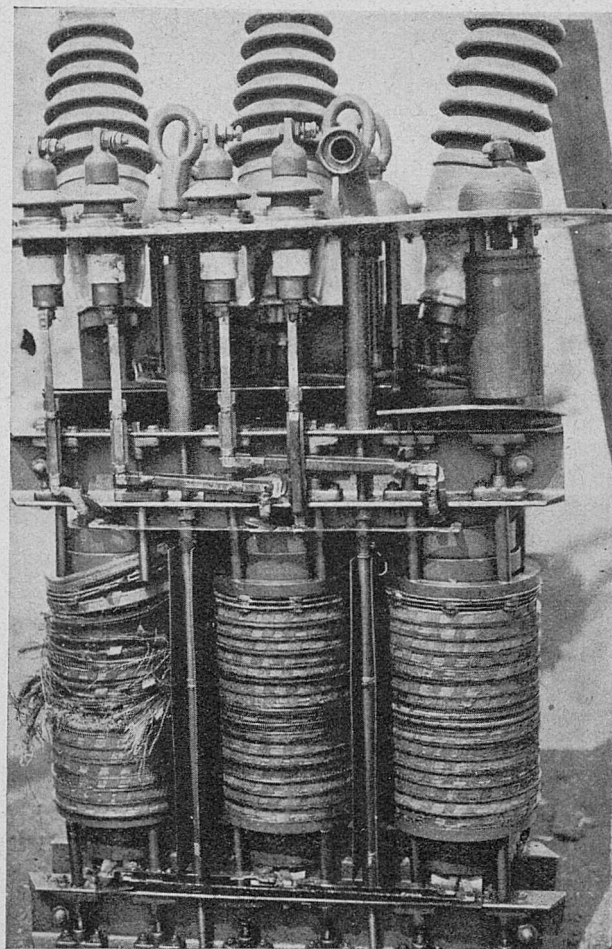
Jak z powyższej tabeli widać, w rozpatrywanym okresie czasu było około 500 (167 + 322) przerw dostawy energii, z czego ok. 33% przerw poważniejszych, gdyż wywołanych wyłączeniem wyłączników głównych, przerywających dostawę energii dla szeregu odbiorców. Przerwy te musiały przynieść duże straty finansowe przedsiębiorstwom, bo aczkolwiek brak jest liczniejszych danych co do długości tych przerw, to jednak już z posiadanych liczb wynika, że niektóre przerwy trwały do 10 godzin.

Wysokość strat bezpośrednich, wywołanych uderzeniami piorunów, a więc koszt uszkodzonych urządzeń elektrycznych, wyniosła za rozpatrywany okres czasu sumę zł. 51 540. Kwota ta jest poważna, jednak z pewnością znacznie mniejsza od sumy strat, spowodowanych przerwami w dostawie energii. Razem straty te sięgają poważnych sum, jakie przedsiębiorstwa elektryfikacyjne rok rocznie obciążają. Tu leży przyczyna, że przedsiębiorstwa elektryfikacyjne całego świata nie szczędzą wielkich sum na studia i prace, związane z opracowaniem takiej budowy urządzeń elektrycznych, aby zredukować o ile możności straty, spowodowane elektrycznymi wyładowaniami atmosferycznymi.

Większość polskich sieci elektrycznych wysokiego napięcia (tabela 2) znajduje się w granicach napięć niższych i średnich a więc nieodpornych na napięcie atmosferyczne nie tylko bezpośrednio, ale i indukowane, wobec tego sieci te wymagają bardzo pieczołowitej opieki. Przez usystematyzowanie obserwacji nad temi sieciami i zastosowanie racjonalnej budowy urządzeń nowych oraz należytej ochrony urządzeń istniejących roczne straty finansowe przedsiębiorstw dadzą się niewątpliwie znacznie zredukować.

Aby zorientować się, jak sieci poszczególnych przedsiębiorstw zachowywały się podczas burz, zestawiono w tabeli 17 liczby charakterystyczne, odnoszące się do 10 największych przedsiębiorstw sieciowych, które nadesłały dane dostatecznie szczegółowe.

Z powyższej tabeli wynika, że najkorzystniej przedstawia się pod względem przerw ruchowych i odniesionych strat bezpośrednich sieci „A”, „I” i „B”. Dane charakterystyczne tych sieci, o ile chodzi o ich odporność na przepięcia, są następujące: sieć A składa się z linii o napięciu 30



Rys. 1.

Transformator o mocy 50 kVA z uszkodzonym uzwojeniem i izolatorem po stronie 30 kV.

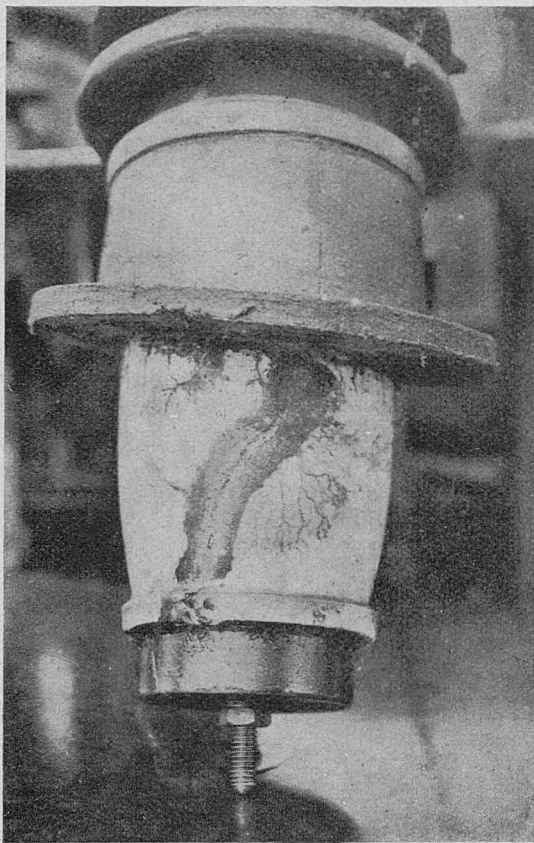
i 6 kV, średnio 26,4 kV, ma wysoki współczynnik bezpieczeństwa izolacji linii — średnio 4,8, niema specjalnych ochronników na liniach 30 kV, a urządzenia od strony linii 6 kV zabezpieczone są ochronnikami katodowymi, sieć jest nie-

Tabela 17.

Nr.	Długość sieci km	Ilość burz	Ilość wyłączeń wyłączników (prócz lokalnych)	Ilość przerw dostawy energii (prócz lokalnych)	Straty bezpośrednie w zł.	Ilość wyłączeń na 1 burzę i 100 km sieci	Ilość przerw na 1 burzę i 100 km sieci	Straty w złotych na 1 burzę i 100 km sieci
A	412	33	70	49	9 330	0,515	0,36	68,5
B	312	13	33	22	12 470	0,810	0,54	307,0
C	282	19	61	24	6 810	1,140	0,45	127,0
D	171	14	47	16	7 550	1,96	0,67	315,0
E	122	26	39	21	7 025	1,23	0,67	221,0
F	116	3	3	3	650	0,86	0,86	187,0
G	91	11	10	9	2 475	1,0	0,9	247,0
H	62	4	6	3	60	2,42	1,2	24,2
I	61	3	8	6	1 700	4,4	3,28	930,0
J	36	16	5	5	60	0,870	0,865	10,4
Razem	1 665	142	282	158	48 130	śr. 1,19	śr. 0,67	śr. 203,0

skompensowana, nie posiada linek odgromowych, słupy są drewniane, sieć jest zasilana równolegle z kilku elektrowni; sieć I składa się z linii 15 kV, współczynnik izolacji jest wy-

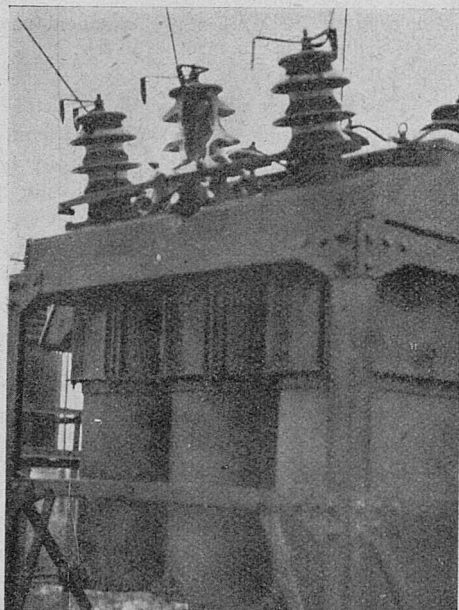
sieć B składa się z linii 35,15 i 6 kV, średnio 15,8 kV, średni współczynnik bezpieczeństwa izolacji jest bardzo wysoki — 6,82, ważniejsze punkty zabezpieczone są nowoczesnymi



Rys. 2.

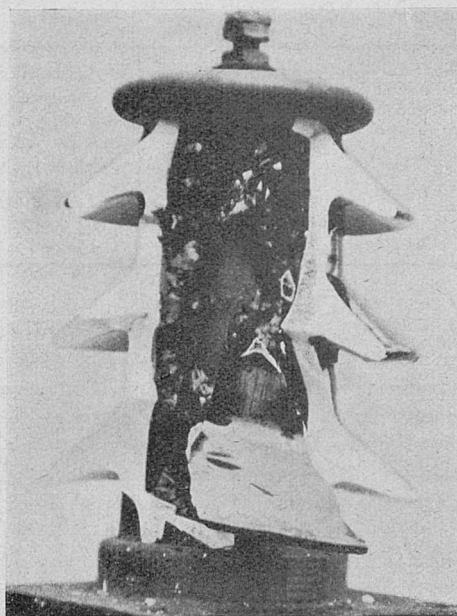
Uszkodzenie izolatora przepustowego 30 kV transformatora z widocznymi śladami wyładowań powierzchniowych.

soki — 3,93, linie są bogato wyposażone w nowoczesne odgromniki, sieć nieskompensowana, linki odgromowej nie ma, słupy są drewniane, sieć zasilana jest w jednym punkcie,



Rys. 3.

Wyłącznik olejowy 30 kV z rozbitym izolatorem przepustowym.

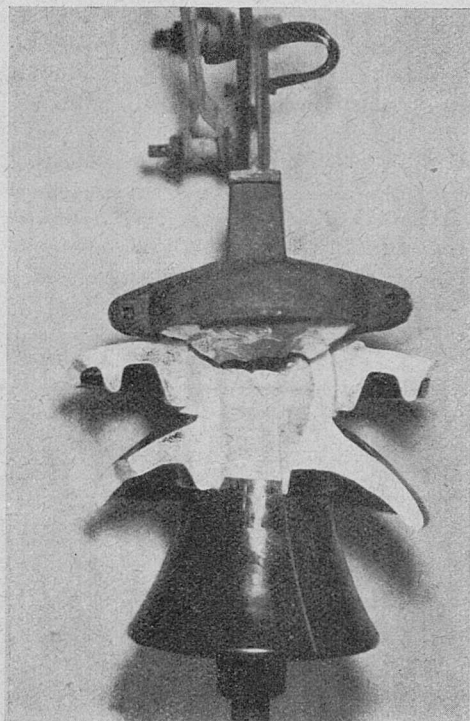


Rys. 4.

Rozbity izolator przepustowy wyłącznika olejowego 30 kV.

odgromnikami, w sieci znajduje się również dużo odgromników rożkowych, 34% całej długości sieci jest skompensowane, sieć nie posiada linek odgromowych, słupy są drewniane, sieć jest zasilana z jednego punktu.

Statystyka w latach najbliższych wykaże, w jakim stopniu pewność ruchu i wysokość strat bezpośrednich zmieniać się będzie w poszczególnych sieciach w porównaniu do sta-



Rys. 5.

Rozbity izolator odłącznika napowietrznego 30 kV.

mu z roku 1934 i pozwoli wówczas zorjentować się i wyciągnąć konkretne wnioski, w jakim kierunku należy pracować, aby zapewnić większą ciągłość ruchu i zredukować straty, spowodowane przepięciami w urządzeniach istniejących, oraz jak należy projektować i budować urządzenia nowe.

Załączone 5 fotografii, łaskawie nadesłane przez jedno z przedsiębiorstw sieciowych, ilustrują kilka uszkodzeń, spowodowanych przepięciami pochodzenia atmosferycznego.

Rys. 1 przedstawia transformator o mocy 50 kVA z uszkodzonym uzwojeniem i izolatorem po stronie 30 kV, rys. 2 odnosi się do tegoż transformatora i przedstawia usz-

kodzony izolator przepustowy z widocznymi śladami wylądowań powierzchniowych, rys. 3 podaje widok wyłącznika olejowego 30 kV z uszkodzonym izolatorem przepustowym, rys. 4 przedstawia rozbity izolator przepustowy tegoż wyłącznika, rys. 5 przedstawia rozbity izolator odłącznika napowietrznego 30 kV.

Na zakończenie z uznaniem należy podkreślić nadzwyczaj życzliwy stosunek do przeprowadzanej przez SEP statystyki sieciowych przedsiębiorstw elektryfikacyjnych, które nadesłały bogate i sumiennie zebrane materiały. Niestety, nie wszystkie z tych materiałów mogły być tu przytoczone, będą jednak stanowić dużą pomoc przy dalszych pracach Komisji Przepięć.

PRAKTYCZNE UJĘCIE OBLICZANIA PRĄDÓW ZWARCIA

Inż. Wiesław Szwander

Streszczenie. Po uzasadnieniu potrzeby zapoznania się z wielkością prądów zwarcia w sieciach, zasilanych przez jednostki prądotwórcze o dużych mocach, następuje szczegółowe przedstawienie dwóch metod postępowania przy wyznaczaniu prądów zwarcia: dokładnej metody wykreślnej i przybliżonej rachunkowej. Uwzględnione są wszelkie możliwe położenia miejsca zwarcia: tak na zaciskach generatora, jak w dowolnym miejscu sieci. Również przedstawione są szczegółowe wzory, uwzględniające obecność w obwodzie zwarcia oporności omowych, przez fakt istnienia roboczego obciążenia przed wystąpieniem zwarcia. Obie przytoczone metody uwzględniają wpływ nasycenia magnetycznego generatora na wielkość ustalonego prądu zwarcia. Całość rozważań jest oparta na konkretnym przykładzie. Wreszcie ma miejsce obliczenie uderzeniowego prądu zwarcia i rozpatrzony jest wypadek zasilania zwarcia przez kilka generatorów, pracujących na wspólne szyny zbiorcze.

Konieczność poznania wielkości prądów zwarcia, które mogą występować w danej sieci, wzrasta w miarę postępów elektryfikacji. Póki mieliśmy do czynienia z niewielkimi jednostkami prądotwórczymi oraz z lokalnymi sieciami rozdzielczymi, jedynymi wytycznymi przy projektowaniu wszelkich urządzeń elektrycznych były względy na wytrzymałość elektryczną, stratę mocy, spadek napięcia i nagrzewanie się przewodów. W miarę jednak instalowania w centralach elektrycznych mocy rzędu kilkudziesięciu i więcej tysięcy kilowatów, oraz w miarę łączenia między sobą kilku central dla równoległej ich pracy na wspólne sieci okręgowe, prądy zwarcia osiągają tak znaczne wartości, iż nieuwzględnienie ich przy projektowaniu danych urządzeń może powodować kompletne spustoszenia w czasie nieuniknionych uszkodzeń. Należy więc wziąć pod uwagę zarówno dodatkowe nagrzewanie przez prądy zwarcia, jak siły mechaniczne przez nie wytworzone, oraz zwiększone wymagania, stawiane wyłącznikom, odłączającym te prądy.

Nietylko przy projektowaniu nowych urządzeń, ale wielokrotnie i w starych urządzeniach musimy zacząć brać pod uwagę te czynniki: wtedy mianowicie, gdy w miarę wzrostu instalowanej mocy przekroczymy granicę, poniżej której znaczenie prądów zwarcia można lekceważyć. Wielokrotnie sam charakter wypadków, zachodzących w sieci, przez pozostające w miejscach zwarcia ślady działania ogromnych sił mechanicznych i cieplnych, domaga się bliższego zajęcia się tą sprawą.

Sądzę, że w chwili obecnej wiele bardzo przedsiębiorstw elektrycznych w Polsce znajduje się, lub niebawem znajdzie się, oko w oko z koniecznością bliższego rozpatrzenia sprawy zwarcia w swych sieciach. W krajach, gdzie moce

instalowane w wielu centralach sięgają rzędu już nie dziesiątek, lecz setek tysięcy kilowatów, metody obliczania prądów zwarcia zostały już wielostronnie opracowane. Korzystanie, w celu praktycznego przeprowadzenia obliczeń, z istniejącej na ten temat literatury, nie należy do rzeczy łatwych wobec zawitości zagadnienia i zależności jego od wielu czynników.

Celem pracy niniejszej jest możliwie przystępne i proste przedstawienie przebiegu obliczenia prądów zwarcia dla najmniej złożonego wypadku sieci, zasilanej z jednego punktu (przez jeden lub kilka generatorów, pracujących równolegle na wspólne szyny). Oczywiście jest rzeczą, że w tak szczupłych ramach nie może być mowy o wyczerpaniu tematu, sądzę jednak, że poniższe rozważania, uzupełnione podaniem obszernej literatury, okażą się znacznym ułatwieniem dla pragnących zapoznać się bliżej z tem zagadnieniem.

I.

Przedewszystkiem zapoznamy się na konkretnym przykładzie z przebiegiem obliczenia prądu zwarcia w najprostszym przypadku pojedynczego generatora, zasilającego odbiorniki kilkoma promieniowo rozchodzącymi się liniami przesyłowymi. Punktem wyjścia będą zawsze dane charakterystyczne badanego generatora; zawiera je dla naszego przykładu tablica I.

Tablica 1

wytwórca i rok wykonania		SACM 1926	
moc nominalna	N =	20 600	kVA
moc nominalna	L =	15 000	kW
dla	$\cos \varphi =$	0,73	
prąd nominalny	$I_n =$	2 260	A
napięcie nominalne	U =	5 250	V
obroty na minutę	n =	3 000	
bieguny		pełne	
połączenie uzwojenia stojana		gwiazda	
wzbudzenie: prąd	i =	660	A
napięcie	e =	125	V
moc	l =	82,5	kW
nominalne napięcie sieci	$E_n =$	5 000	V

W dalszym ciągu konieczna jest znajomość charakterystyki biegu luzem generatora oraz procentowej wielkości napięcia rozproszenia jego uzwojenia:

$$\varepsilon_s = \frac{E_s}{U} \cdot 100 = \frac{I_n \cdot X_s}{U} \cdot \sqrt{3} \cdot 100\% \quad \dots (1)$$

W braku danych powyższych (zdarza się to często w praktyce), otrzymamy je w wyniku prostych pomiarów badanego generatora. W tym celu musimy wyznaczyć:

- 1) charakterystykę biegu luzem $E_0 = f(I_\mu)$,
- 2) charakterystykę trzybiegunowego zwarcia na zaciskach $I_k = f(I_\mu)$,
- 3) jeden punkt charakterystyki obciążenia $E = f(I_\mu)$ dla $I = \text{const} = I_1$ oraz $\cos \varphi = 0$ (czyli $E = E_1$ oraz $I_\mu = I_{\mu 1}$ dla $I = I_1$ i $\cos \varphi = 0$).

Wykonanie tych pomiarów nie nastręczy nam żadnych trudności. Nie koliduje ono z normalnym ruchem siłowni, gdyż badany generator możemy załączyć na rezerwowy system szyn zbiorczych. Dla zdjęcia charakterystyki zwarcia należy sporządzić szynę, zwierającą trzy fazy, o odpowiednim przekroju; zmontujemy ją bądź za wyłącznikiem generatora, którym niewzbudzony generator załączamy na to zwarcie, bądź za zapasowym wyłącznikiem, którym zwarcie będziemy załączali na szyny zbiorcze.

Przy pomiarach wystarczy naogół dokładność przyrządów tablicowych, jedynie przy odczycie napięcia pożądana jest większa precyzja; używałem w tym celu przyrządu „Multavi” Hartman-Brauna, przyłączonego do transformatora 6000/110 V; zastąpienie amperomierza wzbudzenia przyrządem dokładniejszym byłoby połączone z większymi trudnościami. W czasie pomiarów regulator napięcia generatora musi być unieruchomiony.

Trzeci punkt pomiarów, t. j. obciążenie generatora prądem czysto indukcyjnym, wykonamy przy pracy równoległej badanej maszyny z innymi prądnicami. Odpowiednia regulacja wzbudzeń oraz dopływów pary pozwoli spełnić wymagane warunki. Wobec zupełnej niedokładności wskaźników współczynnika mocy oraz małej dokładności miernika kilowatów w okolicy 0 — ustalimy moment $\cos \varphi = 0$ drogą obserwacji licznika energii oddawanej (zatrzymanie się tarczy i zmiana kierunku obrotów przy przejściu wartości $\cos \varphi$ przez 0).

Wyniki powyższych pomiarów, przedstawione na rys. 1, pozwolą wyznaczyć dwie ważne wielkości charakterystyczne:

Metodą Potier wyznaczmy wielkość ε_s w %. Dla prądu $I_1 = 2000$ A (dla którego znamy punkt charakterystyki obciążenia przy $\cos \varphi = 0$) znajdziemy z charakterystyki zwarcia punkt B', przedstawiający odpowiednią wielkość prądu wzbudzenia. Ze znanego nam punktu A odmierzymy poziomo w lewo odcinek $AC = B'O$ (ze względu na duży magnetyzm szczątkowy badanego generatora przyjmujemy punkt 0 nie w początku współrzędnych, lecz w punkcie, gdzie na osi odciętych przecinają się przedłużenia obu charakterystyk: zwarcia i biegu luzem).

Prosta CD, równoległa do prostolinowego początku charakterystyki biegu luzem, da w przecięciu z krzywą $E_0 = f(I_\mu)$ punkt D, wyznaczający wielkość ED napięcia, faktycznie indukowanego w uzwojeniu stojana generatora przy $I = 2000$ A i $I_\mu = 560$ A. Indukcyjny spadek napięcia wewnątrz uzwojenia stojana będzie $E_s' = DF = G'H' = 1525$ V (oporność omową uzwojenia stojana możemy pominać, stanowi bowiem ona dla dużych jednostek wielkość rzędu 0,1 — 0,3% oporności indukcyjnej).

$AF = B'H'$ przedstawia wielkość roz magnesowującego oddziaływania twornika dla $I_1 = 2000$ amp., $\cos \varphi = 0$, wyrażoną w jednostkach wzbudzenia.

Wyżej zastosowana konstrukcja Potier'a opiera się, jak widzimy, na fakcie, iż wielkości oddziaływania twornika oraz wewnętrznego indukcyjnego spadku napięcia są identyczne przy określonym prądzie w wypadku zwarcia na zaciskach oraz w wypadku obciążenia czysto indukcyjnego.

Boki trójkąta AFD, równego trójkątowi B'H'G' („trójkąt Potier"), są proporcjonalne do prądu I_1 . Więc dla prądu $I = I_n = 2260$ A będzie:

$$E_s = DF \cdot \frac{2260}{2000} = 1525 \cdot \frac{2260}{2000} = 1723 \text{ V}$$

oraz:

$$\varepsilon_s = \frac{E_s}{U} \cdot 100 = \frac{1723}{5250} \cdot 100 = 32,8\%$$

zaś w odniesieniu do napięcia sieci zamiast nominalnego napięcia generatora:

$$\varepsilon'_s = \frac{1723}{5000} \cdot 100 = 34,5\%$$

Wyznamy stosunek prądu zwarcia na zaciskach $I_{ko} = 945$ A, przy wzbudzeniu biegu luzem $I_{\mu 0} = 144$ A, odpowiadającym napięciu nominalnemu sieci na zaciskach generatora nieobciążonego $E_0 = 5000$ V — do prądu nominalnego $I_n = 2260$ A:

$$\frac{I_{ko}}{I_n} = \frac{945}{2260} = 0,418 \quad \dots \quad (1a)$$

Z wyznaczonej wielkości ε_s wyliczymy z łatwością wielkość reaktancji rozproszenia generatora (dla jednej fazy uzwojenia):

$$X_s = \frac{E_s}{I_n \cdot \sqrt{3}} = \frac{\varepsilon_s \cdot U}{100 I_n \cdot \sqrt{3}} = \frac{32,8 \cdot 5250}{100 \cdot 2260 \cdot \sqrt{3}} = 0,44 \text{ oma} \quad (2)$$

Rozporządzamy obecnie wszystkimi danymi, potrzebni do dalszego obliczenia. Zastosujemy w niem metodę wykreślną Rüdenberga [1], w założeniu swem zupełnie dokładną i zaleconą przez przepisy niemieckie [11]. Równolegle przedstawimy metodę analityczną, opracowaną przez Ollendorfa [4], która opiera się na tejże metodzie wykreślniej, lecz, stosując współczynniki empiryczne, pozwala obejść się bez właściwej charakterystyki biegu luzem badanej maszyny, przez co prowadzi prędzej do ostatecznego wyniku.

A. Wyznaczenie ustalonego prądu zwarcia.

1) Zwarcie na zaciskach generatora.

Wielkość prądu zwarcia będzie zależała od stopnia wzbudzenia maszyny w chwili zwarcia, czyli od stopnia jej obciążenia.

Siła elektromotoryczna, indukowana w rzeczywistości w uzwojeniu stojana, pokrywa jedynie spadek napięcia, wywołany przez prąd zwarcia na samoindukcji uzwojenia:

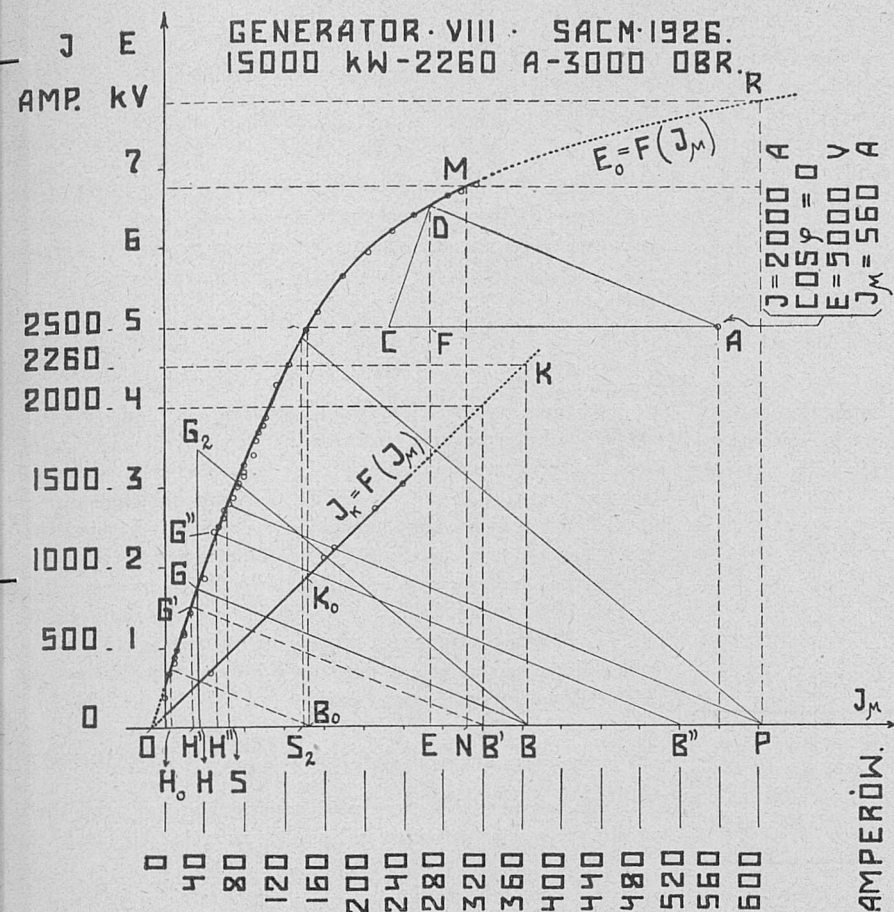
$$E = E_s = I_{ko} \cdot X_s \cdot \sqrt{3}$$

Równocześnie prąd zwarcia I_{ko} , jako prąd bezwzględny (stałe pomijamy bardzo małą oporność rzeczywistą uzwojenia stojana) działa roz magnesowująco na pole główne generatora. Jeżeli dla dowolnego stanu wzbudzenia generatora, przedstawionego np. odcinkiem OB'' (rys. 1), poprowadzimy równoległą do przeciwprostokątnej trójkąta Potier: $B''G'' \parallel BG$ i z G'' spuścimy prostą do przecięcia z osią odciętych w H'' , to otrzymamy trójkąt $B''G''H''$, podobny do trójkąta BGH . Napięcie reaktancji będzie $E_s = G''H''$, zaś $B''H''$ przedstawi reakcję twornika dla prądu zwarcia przy wzbudzeniu OB'' .

Ponieważ przy prądzie normalnym $I_n = 2260$ A reakcja twornika równa się BH , więc prąd zwarcia dla wzbudzenia $I_\mu = 520$ A (punkt B'') będzie:

$$I_{ko} = H''B'' \cdot \frac{2260}{HB} = H''B'' \cdot \frac{2260}{330} = H''B'' \cdot 6,85 = 468 \cdot 6,85 = 3200 \text{ A.}$$

Liczba 6,85 jest dla danego wykresu „skalą” prądów zwarcia (np. dla wzbudzenia biegu luzem $I_{\mu 0} = 144$ A, $I_{ko} = 6,85 \cdot H_0B_0 = 6,85 \cdot 138 = 940$ A; z charakterystyki zwarcia mamy 945 A).



Rys. 1.

Zauważmy jeszcze, iż wobec tego, że charakterystyka zwarcia jest linią prostą (zwłaszcza przy małych nasyceniach żelaza, więc dla małych prądów wzbudzących), trójkąt OBK jest podobny do trójkąta OB_0K_0 , zatem:

$$\frac{OB}{OB_0} = \frac{BK}{B_0 K_0}$$

$$OB = OB_0 \cdot \frac{BK}{B_0 K_0} = I_{\mu_0} \cdot \frac{1}{\left(\frac{I_{k_0}}{I_n}\right)} \quad (3)$$

gdzie I_{μ_0} jest wzbudzeniem biegu luzem. Bierzymy tu stałe pod uwagę punkt 0, odsunięty w naszym przykładzie o 14 A na lewo od początku współrzędnych. (Przy nieznacznym magnetyzmie szczątkowym punkt ten można utożsamić z początkiem układu). W naszym przykładzie:

$$OB = (144 + 14) \cdot \frac{1}{0,418} = 378$$

czemu odpowiada wzbudzenie $378 - 14 = 364$ A. Powyższe umożliwia wykreślenie trójkąta Potier (dla I_n) wprost ze znanych wielkości ε_s i $\frac{I_{k_0}}{I_n}$.

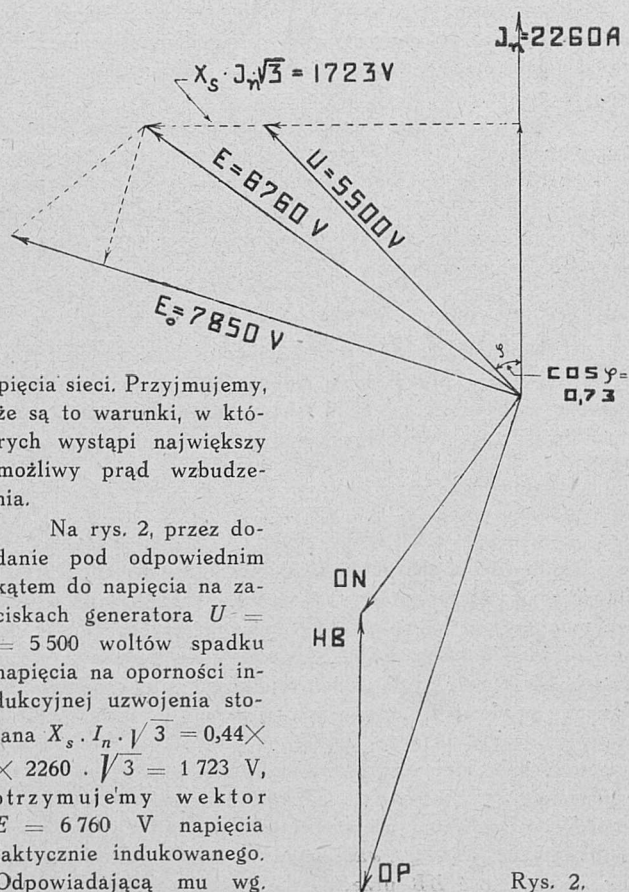
Dotychczas była mowa o prądzie zwarcia trzybiegunowego: wielkość reakcji twornika wyznaczaliśmy z wartości $\frac{I_{k_0}}{I_n}$, gdzie I_{k_0} braliśmy z charakterystyki trzybiegunowego zwarcia generatora.

Przy zwarcu dwubiegunowym, lub jednobiegunowym (między fazą i przewodem zerowym, o ile takowy istnieje) reakcja twornika jest mniejsza, więc prąd zwarcia odpowiednio większy. Pomińmy dokładne wyliczenie tych prądów zwarcia, które musi uwzględniać wielkość reakcji twornika, oraz faktyczne rozproszenia w stojanie w tych wypad-

kach niesymetrycznego obciążenia generatora. Poprzestaniemy na wskazaniu sposobu postępowania dla otrzymania metodą wykreślną wartości dwubiegunowego prądu zwarcia: należy podwoić przyprostokątną trójkąta Potier, przedstawiającą napięcia rozproszenia, i do tak otrzymanej przeciwprostokątnej o większym nachyleniu prowadzi się przez punkt wzbudzenia równoległą, aż do przecięcia z charakterystyką biegu luzem. Rzut tej „charakterystyki zwarcia” na oś odciętych przedstawia szukaną wielkość prądu zwarcia dwubiegunowego, podzieloną przez $\sqrt{3}$. Zwarcie jednobiegunowe wogóle pominie my milczeniem, gdyż w praktyce stosunkowo rzadko istnieje możliwość jego powstawania.

Aby zakończyć rozpatrywanie zwarcia na zaciskach generatora, trzeba wskazać sposób ustalenia wielkości wzbudzenia, w zależności od każdorazowego stanu obciążenia.

Powyższe możemy wykonać z dość dużą dokładnością, sporządzając wykres wektorowy pracy generatora. Dla naszego przykładu wykonamy to dla $I_n = 2260$ A, $\cos \varphi = 0,73$ i $U = 5500$ V, czyli dla nominalnego obciążenia i dla napięcia na zaciskach wyższego o 10% od nominalnego na-



Rys. 2.

pięcia sieci. Przyjmujemy, że są to warunki, w których wystąpi największy możliwy prąd wzbudzenia.

Na rys. 2, przez dodanie pod odpowiednim kątem do napięcia na zaciskach generatora $U = 5500$ woltów spadku napięcia na oporności indukcyjnej uzwojenia stojana $X_s \cdot I_n \cdot \sqrt{3} = 0,44 \times 2260 \cdot \sqrt{3} = 1723$ V, otrzymujemy wektor $E = 6760$ V napięcia faktycznie indukowanego. Odpowiadającą mu wg. rys. 1 wartość wzbudze-

nia ON przedstawia wektor, wyprzedzający E o 90° . Odejmując od niego geometrycznie (z zachowaniem kierunku prądu I_n) wielkość reakcji twornika, odpowiadającą prądowi nominalnemu, czyli odcinek HB z trójkąta Potier, otrzymujemy wektor rzeczywistego wzbudzenia OP , któremu (wg. rys. 1) odpowiada prąd wzbudzenia $I = 604$ A.

Maksymalny ustalony prąd zwarcia trzybiegunowego na zaciskach generatora będzie:

$$I_{ko}^{(3)} = 6,85 \cdot SP = 6,85 \cdot 542 = 3712 \text{ A.}$$

Dla zwarcia dwubiegunowego otrzymamy odpowiednio:

$$I_{ko}^{(2)} = 6,85 \cdot S_2 P \cdot \sqrt{3} = 6,85 \cdot 466 \cdot \sqrt{3} = 5530 \text{ A.}$$

Dla omińnięcia każdorazowej konstrukcji wykresu wektorowego, możemy oprzeć się na wzorze empirycznym, podanym przez przepisy niemieckie, przedstawiającym maksymalne wzbudzenie dla nominalnego obciążenia i dla napięcia podwyższonego o 10%:

$$\frac{I_n}{I_{\mu_0}} = 1,08 + (4,45 \varepsilon_s + \frac{1}{\left(\frac{I_{ko}}{I_n}\right)} - 0,43) \cdot F(\cos \varphi) \quad (4)$$

gdzie wartość $F(\cos \varphi)$ podaje tablica II:

Tablica II.

$\cos \varphi$	0,0	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$F(\cos \varphi)$	1,00	0,91	0,86	0,80	0,72	0,60	0,30

Dla obliczenia minimalnego prądu zwarcia, który ma znaczenie dla pracy przekładników, bierze się pod uwagę wzbudzenie biegu luzem przy napięciu nominalnym sieci.

2) Zwarcie w sieci.

Obwód zwarcia zawiera w sobie oprócz reaktancji rozproszenia uzwojeń generatora X_s , impedancję przewodów, transformatorów i ewentualnie części odbiorników, aż do miejsca zwarcia: $Z_k = R_k + j\omega L_k$.

W pierwszym przybliżeniu pominiemy wpływ składowej omowej R_k (jest to słuszne zwłaszcza dla linii napowietrznych). Siła elektromotoryczna, indukowana w stojanie, musi pokryć w chwili zwarcia dwa, będące ze sobą w fazie, spadki napięcia: na indukcyjności uzwojenia generatora i w obwodzie zewnętrznym:

$$E_k = E_s + E_L = I_k \cdot (X_s + j\omega L_k) \cdot \sqrt{3} \quad (5)$$

Wobec tego, że X_s i ωL_k są wartościami stałymi, równanie powyższe przedstawia zależność funkcjonalną prądu zwarcia w obwodzie od SEM faktycznie indukowanej, w postaci linii prostej, nachylonej pod kątem β do osi prądowej, gdzie:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{E_k}{I_k} = (X_s + \omega L_k) \cdot \sqrt{3} \quad (6)$$

Na wykresie charakterystyki biegu luzem rzędne przedstawia siły elektromotoryczne indukowane. Aby na wykres ten nanieść naszą prostą, trzeba jeszcze przeliczyć odpowiednio wielkość prądu zwarcia I_k na jednostki wzbudzenia. Zależność tych dwóch wielkości polega na tym, że danemu prądowi I_k odpowiada pewna wielkość reakcji twornika, czyli pozorne zmniejszenie wielkości wzbudzenia o pewną ilość amperów — zmniejszenie, zależne od danych konstrukcyjnych maszyny i od kąta fazowego prądu I_k .

W rozważanym obecnie wypadku prąd I_k jest czysto indukcyjnym prądem zwarcia, zaś z trójkąta Potier'a wiemy, że wielkość HB przedstawia wartość reakcji twornika (w jednostkach wzbudzenia), odpowiadającą prądowi nor-

malnemu $I_n = 2260$ A i $\cos \varphi = 0$. A zatem, zmieniając I_k w stosunku $\frac{HB}{I_n}$, otrzymamy wartość przeliczoną:

$$I_{kp} = I_k \cdot \frac{HB}{I_n}$$

wskazującą nam wielkość reakcji twornika przy prądzie I_k .

Poprowadźmy z punktu P na osi odciętych, odpowiadającego wielkości wzbudzenia generatora w chwili zwarcia prostą pod kątem α , aż do przecięcia z charakterystyką biegu luzem (rys. 3). Przytem niech będzie:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{E_k}{I_{kp}} = \frac{E_k}{I_k} \cdot \frac{I_n}{HB} = (X_s + j\omega L_k) \cdot \frac{I_n}{HB} \cdot \sqrt{3} \quad (7)$$

Różnym wartościom prądu zwarcia I_k odpowiadają różne wielkości reakcji twornika PU , różne wielkości czynnego faktycznie wzbudzenia $O'U$ i różne wielkości siły elektromotorycznej UT , potrzebnej do wytworzenia danego prądu I_k . Za każdym razem jednak z charakterystyki biegu luzem otrzymujemy wielkość siły elektromotorycznej UV , wzbudzonej rzeczywiście przy danej wielkości czynnego faktycznie wzbudzenia $O'U$. Jasne jest, iż stan ustalony możliwy jest jedynie w punkcie przecięcia prostej z charakterystyką biegu luzem, t. j. w punkcie Z , gdzie zejdą się punkty T i V . Prąd zwarcia wyniesie:

$$I_k = I_{kp} \cdot \frac{I_n}{HB} = PX \cdot \frac{I_n}{HB} = 496 \cdot \frac{2260}{330} = 495 \cdot 6,85 = 3395 \text{ A}$$

W sposób powyższy posługujemy się tą samą skalą prądów zwarcia, co przy obliczaniu zwarcia na zaciskach:

$$\rho = \frac{I_n}{HB} = \frac{2260}{330} = 6,85$$

Praktycznie najwygodniej będzie postępować w sposób następujący: przedłużamy bok $HG = E_s$ trójkąta Potier do punktu W tak, że $HW = a \cdot HG = a \cdot E_s$, gdzie:

$$a = \frac{X_s + j\omega L_k}{X_s} \quad (8)$$

Z punktu P (odpowiadającego wielkości wzbudzenia w chwili zwarcia) prowadzimy prostą $PZ \parallel BW$. Rzeczywiście kąty HBW równa się α , bo:

$$\operatorname{tg} < HBW = \frac{HW}{BH} = \frac{a \cdot HG}{BH} =$$

$$\frac{(X_s + j\omega L_k) \cdot X_s \cdot I_n \cdot \sqrt{3}}{X_s \cdot \left(\frac{I_n}{\rho}\right)} = (X_s + j\omega L_k) \rho \sqrt{3}$$

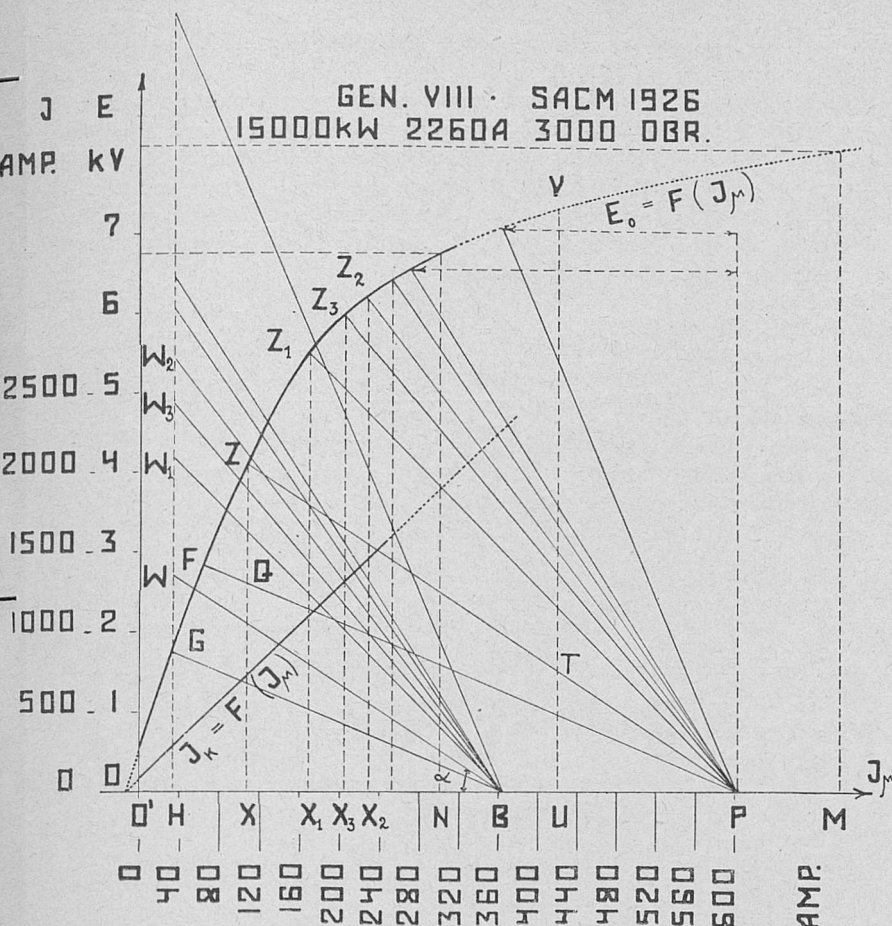
a — jest „spółczynnikiem odległości miejsca zwarcia od zacisków generatora“ (dla $a = 1$ zwarcie na zaciskach, dla $a > 1$ zwarcie w sieci).

Z podobieństwa trójkątów: $\Delta PZX \sim \Delta BWH$ i $\Delta PQX \sim \Delta BGH$ wynika, iż siła elektromotoryczna XZ , wzbudzona w generatorze przy zwarcu, składa się z dwóch części: QX odpowiada spadkowi napięcia na reaktancji rozproszenia generatora, zaś ZQ — spadkowi napięcia na indukcyjności zewnętrznego obwodu zwarcia, a więc napięciu na zaciskach generatora w czasie zwarcia.

Dla różnych wielkości ωL_k punkt Z , wyznaczający nam wielkość prądu zwarcia oraz napięcia na zaciskach przy zwarcu, przesuwają się po charakterystyce biegu luzem: od punktu F (dla $\omega L_k = 0$) w prawo; zastosowana metoda obliczenia uwzględnia więc nie tylko wpływ reakcji twornika, ale i wpływ nasycenia żelaza generatora na wielkość prądu zwarcia.

Wielkość prądu zwarcia, obliczona na rys. 3:

$$I_k^{(3)} = XP \cdot \rho = 6,85 \cdot 496 = 3395 \text{ A.}$$



Rys. 3.

odpowiada zwarcia na rozdzielni, bezpośrednio za dławikiem szeregowym o indukcyjności 0,8 mH, włączonym przed kablem zasilającym dla ograniczenia prądów zwarcia.

Dla zwarcia dwubiegunowego będzie odpowiednio:

$$I_k^{(2)} = 6,85 \cdot 374 \cdot \sqrt{3} = 4430 \text{ A.}$$

3) Ponieważ w rozpatrywanych przykładach mamy do czynienia z siecią kablową, więc musimy uwzględnić obecność w obwodzie zwarcia oporności omowej.

Rys. 4 przedstawia dokładny wykres wektorowy generatora synchronicznego w czasie zwarcia na obwód, zawierający obok reakcji ωL_k oporność rzeczywistą R_k .

Rozkład prądu na składową watawą i bezwatawą dokonywa się tu z uwzględnieniem kierunku siły elektromotorycznej E , wzbudzonej przez strumień główny. Okazuje się, że w danym wypadku będziemy mogli znaleźć zależność analogiczną do wzoru (5) między prądem zwarcia, a siłą elektromotoryczną, wzbudzaną w obwodzie, a więc i możliwość nadania obliczeniu prądu zwarcia tej samej postaci, co w wypadku zwarcia czysto indukcyjnego. Weźmy więc pod uwagę, że obecnie działa rozmagnesowująco na pole główne nie cały prąd I , lecz jedynie bezwatawa składowa jego:

$$I_b = I \cdot \sin \psi \quad (9)$$

Jeżeli uwzględnimy pozorne zmniejszenie wzbudzenia, określone

odpowiednio wielkością prądu I_b , to siła elektromotoryczna, wzniesiona w uzwojeniu stojana przez pozostałą resztę wzbudzenia, będzie musiała pokryć spadki napięć na opornościach wewnętrznych i zewnętrznych oraz spadek napięcia, spowodowany przez składową poprzeczną reakcji twornika — czyli $I_w \cdot X_q \cdot \sqrt{3}$, gdzie X_q będzie reaktancją pola poprzecznego.

Jeżeli więc na rys. 4 prosta AB przedstawia funkcjonalną zależność $E_p = f(I_b)$, to o przecięciu jej w punkcie B z charakterystyką biegu luzem generatora możemy powiedzieć, że odpowiadająca mu wartość siły elektromotorycznej, wzbudzonej w uzwojeniu stojana, jest wzbudzona przez pole główne (czyli wzbudzenie OA), zmniejszone o wartość przeciwnego pola reakcji twornika (czyli AC).

Zależność $E_p = f(I_b)$ przedstawia rzeczywiście linię prostą, jak wynika to z następujących stosunków geometrycznych:

$$E_p \cdot \cos \psi = I =$$

$$= (R_k - X_q \cdot \cos \psi \cdot \sin \psi) \cdot \sqrt{3}$$

$$E_p \cdot \cos \psi \cdot \sin \psi = I \cdot \sin \psi \times$$

$$\times (R_k - X_q \cdot \cos \psi \cdot \sin \psi) \cdot \sqrt{3} =$$

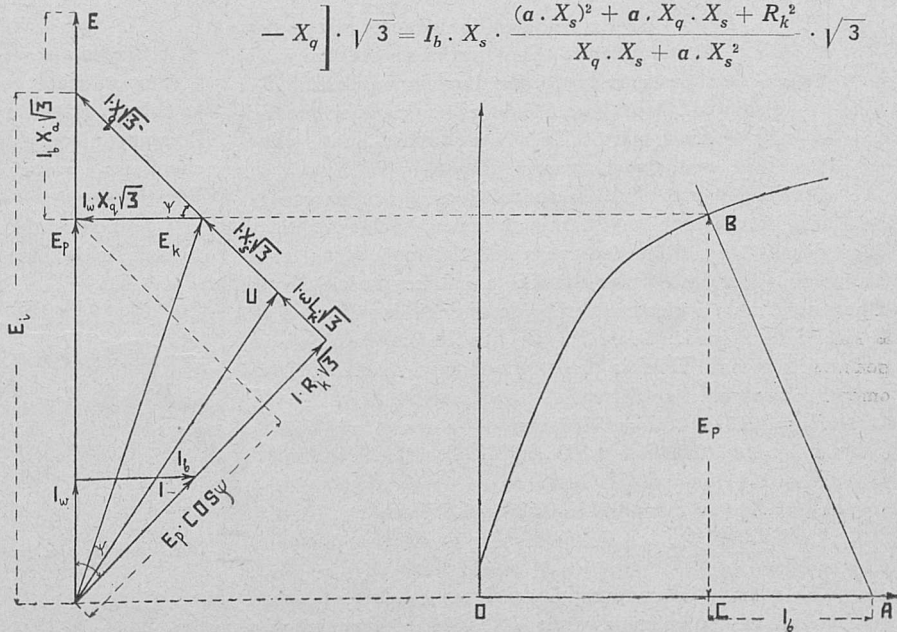
$$= I_b \cdot (R_k - X_q \cdot \cos \psi \cdot \sin \psi) \cdot \sqrt{3}$$

$$\sin \psi = \frac{X_q + X_s + \omega L_k}{\sqrt{(X_q + X_s + \omega L_k)^2 + R_k^2}} = \frac{X_q + a \cdot X_s}{\sqrt{(X_q + a \cdot X_s)^2 + R_k^2}}$$

$$\cos \psi = \frac{R_k}{\sqrt{(X_q + X_s + \omega L_k)^2 + R_k^2}} = \frac{R_k}{\sqrt{(X_q + a \cdot X_s)^2 + R_k^2}}$$

$$E_p = I_b \cdot \left(\frac{R_k}{\cos \psi \cdot \sin \psi} - X_q \right) \cdot \sqrt{3} = I_b \cdot \left[\frac{R_k[(X_q + a \cdot X_s)^2 + R_k^2]}{R_k \cdot (X_q + a \cdot X_s)} - \right.$$

$$\left. - X_q \right] \cdot \sqrt{3} = I_b \cdot X_s \cdot \frac{(a \cdot X_s)^2 + a \cdot X_q \cdot X_s + R_k^2}{X_q \cdot X_s + a \cdot X_s^2} \cdot \sqrt{3}$$



Rys. 4.

$$E_p = I_b \cdot (a_w \cdot X_s) \cdot \sqrt{3} \quad (10)$$

gdzie

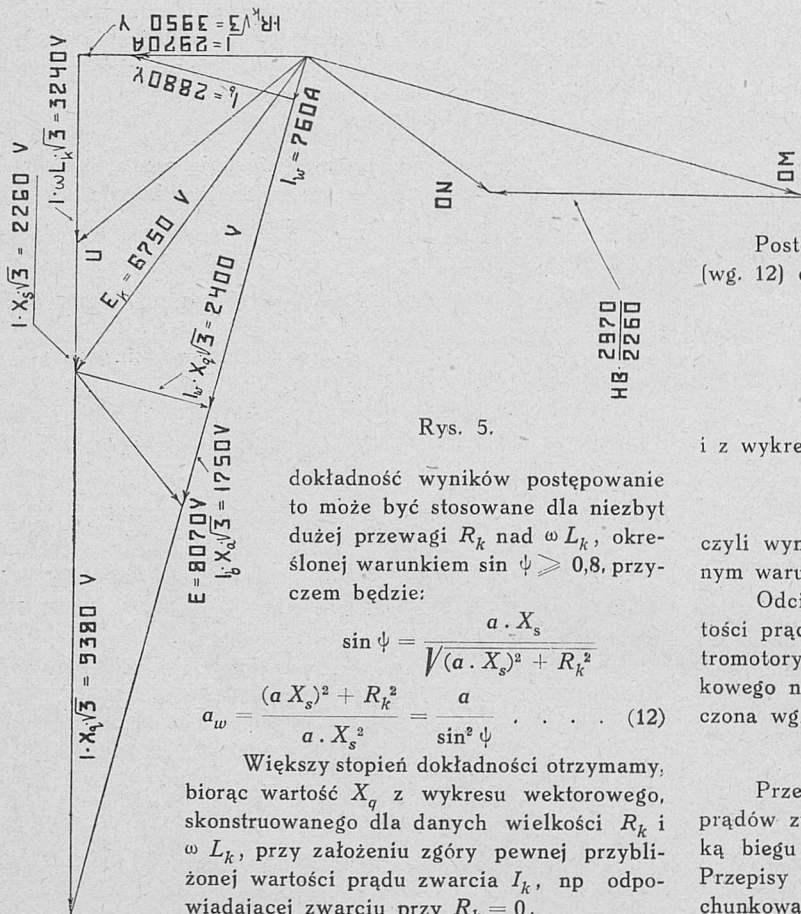
$$a_w = \frac{(a \cdot X_s)^2 + a \cdot X_q \cdot X_s + R_k}{X_q \cdot X_s + a \cdot X_s^2} \quad (11)$$

Otrzymaliśmy identyczne równanie, jak (5), które można napisać wg. (8):

$$E_k = a \cdot X_s \cdot I_k \cdot \sqrt{3} \quad (11a)$$

Wyznaczając więc metodą wykreślną prąd zwarcia w wypadku $R_k \neq 0$, postąpimy identycznie, jak przy zwarcu czysto indukcyjnym, stosując wartość współczynnika odległości wg. (11) i otrzymując z wykresu składową bezwątową prądu zwarcia.

Główną trudność stanowi fakt, że reaktancja pola poprzecznego X_q jest wielkością zależną od nasycenia żelaza generatora. Przepisy niemieckie [11] zalecają postępowanie metodą przybliżoną z założeniem $X_q = 0$. Ze względu na



Rys. 5.

dokładność wyników postępowanie to może być stosowane dla niezbyt dużej przewagi R_k nad ωL_k , określonej warunkiem $\sin \psi \geq 0,8$, przy czym będzie:

$$\sin \psi = \frac{a \cdot X_s}{\sqrt{(a \cdot X_s)^2 + R_k^2}} \quad (12)$$

$$a_w = \frac{(a \cdot X_s)^2 + R_k^2}{a \cdot X_s^2} = \frac{a}{\sin^2 \psi}$$

Większy stopień dokładności otrzymamy, biorąc wartość X_q z wykresu wektorowego, skonstruowanego dla danych wielkości R_k i ωL_k , przy założeniu z góry pewnej przybliżonej wartości prądu zwarcia I_k , np. odpowiadającej zwarcu przy $R_k = 0$.

Przeliczmy przykład dla rozpatrywanego przez nas generatora, pracującego na zwarcie w końcu kabla zasilającego o długości 4,102 km i przekroju $3 \times 95 \text{ mm}^2$. Kabel założony do generatora przez dławiki o indukcyjności 0,8 mH. Oporność kabla (w odniesieniu do jednej fazy) $r = 0,187 \Omega/\text{km}$, indukcyjność: $l = 0,293 \text{ mH/km}$. Zatem składowe impedancji obwodu zwarcia będą (pomijamy nadal oporność omową uzwojenia generatora):

$$R_k = 4,102 \cdot 0,187 = 0,767 \text{ omów}$$

$$\omega L_k = 314 \cdot (0,0008 + 4,102 \cdot 0,000293) = 0,629 \text{ omów}$$

$$X_s = 0,44 \text{ omów}$$

$$a X_s = X_s + \omega L_k = 0,44 + 0,629 = 1,069 \text{ omów}$$

$$a = \frac{1,069}{0,44} = 2,43$$

Zakładamy, jak poprzednio, pełne wzbudzenie generatora przed nastąpieniem zwarcia $I_{\mu} = 604 \text{ A}$. Postępując w znany już nam sposób, otrzymamy na rys. 3 dla zwarcia

przy $R_k = 0$ i $a = 2,43$ prąd $I_{k1} = P X_1 \cdot \rho = 434 \cdot 6,85 = 2970 \text{ A}$.

Na rys. 5 konstruujemy wykres wektorowy w założeniu, że prąd zwarcia $I_k = 2970 \text{ A}$ płynie w obwodzie, w którym $R_k = 0,767$ i $X_s + \omega L_k = 1,069$ omów. Otrzymujemy stąd wartość:

$$X_q = \frac{9380}{3 \cdot 2970} = 1,82 \left(= \frac{2400}{3 \cdot 760} \right)$$

Teraz obliczymy wg. (11):

$$a_w = \frac{(a \cdot X_s)^2 + a + X_q X_s + R_k^2}{X_q X_s + a \cdot X_s^2} = \frac{1,069^2 + 2,43 \cdot 1,82 \cdot 0,44 + 0,767^2}{1,82 \cdot 0,44 + 2,43 \cdot 0,44^2} = 2,84$$

Dla wartości $a_w = 2,84$ otrzymamy na rys. 3:

$$(I_k)_b = P X_3 \cdot \rho = 6,85 \cdot 398 = 2726 \text{ A}$$

zaś wg. (10a):

$$\sin \psi = \frac{X_q + a X_s}{\sqrt{(X_q + a X_s)^2 + R_k^2}} = \frac{1,82 + 1,069}{\sqrt{(1,82 + 1,069)^2 + 0,767^2}} = 0,967$$

$$I_k = \frac{(I_k)_b}{\sin \psi} = \frac{2726}{0,967} = 2820 \text{ A}$$

Postępując sposobem przybliżonym w założeniu $X_q = 0$ (wg. 12) otrzymalibyśmy:

$$\sin \psi = \frac{1,069}{\sqrt{1,069^2 + 0,767^2}} = 0,829 > 0,8$$

$$a_w = \frac{a}{\sin^2 \psi} = \frac{2,43}{0,829^2} = 3,53$$

i z wykresu na rys. 3:

$$I_k = \frac{350 \cdot 6,85}{0,829} = 2900 \text{ A}$$

czyli wynik zbliżony do poprzedniego, zgodnie ze spełnionym warunkiem $\sin \psi = 0,829 > 0,8$.

Odcinki ZX na rys. 3 przedstawiają dla różnych wartości prądów zwarcia odpowiadające im wielkości sił elektromotorycznych E_p (rys. 4). Każdorazowa wartość szczytowego napięcia na zaciskach generatora może być wyznaczona wg. wykresu wektorowego (rys. 4):

$$U = \sqrt{(I_k \cdot R_k)^2 + (I_k \cdot \omega L_k)^2} \quad (13)$$

Przedstawiona dotychczas metoda wykreślna obliczania prądów zwarcia, posługująca się rzeczywistą charakterystyką biegu luzem generatora, jest dokładna, ale uciążliwa. Przepisy niemieckie zalecają równolegle z nią metodę rachunkową, wyprowadzoną z wykreślniej przez Ollendorfa [11, 4].

Odpowiednie wzory na prąd dwu- i trzyczłonowy zwarcia mają postać następującą:

$$I_k^{(3)} = \frac{1,05 \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot (X_a + a X_s)} \cdot K(a_3) \quad (14)$$

$$I_k^{(2)} = \frac{1,05 \cdot U_n}{X_a + 2 \cdot a X_s} \cdot K(a_2) \quad (15)$$

gdzie:

$$X_s = \epsilon_s \cdot \frac{U}{I_n \cdot \sqrt{3}}$$

jest reaktancją rozproszenia generatora (na jedną fazę)

$$X_a = \left(\frac{1}{\left(\frac{I_{ko}}{I_n} \right)} - \epsilon_s \right) \frac{U}{I_n \cdot \sqrt{3}}$$

jest reaktancją podłużnej składowej oddziaływania twornika.

U_n jest napięciem nominalnem sieci (skojarzonem).

Wzory są wyprowadzone w założeniu prostolinjowej charakterystyki biegu luzem generatora i wzbudzenia, jak przy biegu luzem, a dopiero współczynniki $K(a_3)$ i $K(a_2)$ uwzględniają wpływ nasycenia i zwiększonego wzbudzenia. Wielkość tych współczynników zależy od wzbudzenia i od współczynnika odległości zwarcia $a = \frac{X_s + X_n}{X_s}$; i podana jest w tablicy III.

Spółczynniki zostały wyliczone przez porównanie wyników, otrzymanych drogą wykreślną z charakterystyki prostolinjowej i normalnej. Za „normalną” charakterystykę biegu luzem generatora przyjęto przeciętną, dla szeregu typowych jednostek.

Tablica III. ($K(a_3)$; $K(a_2)$)

$a_3 =$	1	2	4	8	16	32	∞
$a_2 =$	—	1	2	4	8	16	∞
$v = \frac{I_\mu}{I_{\mu_0}} = 1$	1,03	1,06	1,08	1,07	1,06	1,03	1,00
1,5	1,55	1,58	1,57	1,52	1,42	1,31	1,21
2	2,07	2,08	2,04	1,83	1,61	1,47	1,33
2,5	2,58	2,55	2,38	1,98	1,73	1,57	1,41
3	3,09	3,02	2,63	2,15	1,82	1,64	1,46
3,5	3,50	3,49	2,94	2,35	1,94	1,73	1,51

W wypadku zwarcia dla $R_k \neq 0$ stosuje się zamiast a — wartość a_w z wzoru (11) i w wyniku otrzymuje się składową bezwątową prądu zwarcia.

W tym ostatnim wypadku można przyjąć dla turbo-generatorów:

$$X_q = X_a \left(\frac{1}{\left(\frac{I_{ko}}{I_n} \right) - \varepsilon_s} \right) \frac{U}{I_n \sqrt{3}} \quad \dots (16)$$

Stosując metodę uproszczoną ($X_q = 0$), otrzymamy:

$$I_k^{(3)} = \frac{1,05 \cdot U_n}{\sqrt{3(X_a + a' \cdot X_s)}} \frac{K(a_3')}{\sin \psi}$$

$$I_k^{(2)} = \frac{1,05 \cdot U_n}{X_a + 2 \cdot a' \cdot X_s} \frac{K(a_2')}{\sin \psi}$$

gdzie:

$$a' = \frac{a}{\sin^2 \psi} \quad \text{i} \quad \sin \psi = \frac{a \cdot X_s}{\sqrt{(aX_s)^2 + R_k^2}}$$

W tablicy IV podaję porównanie wyników metody wykreślnej i uproszczonej obrachunkowej dla przykładu przeliczanego uprzednio:

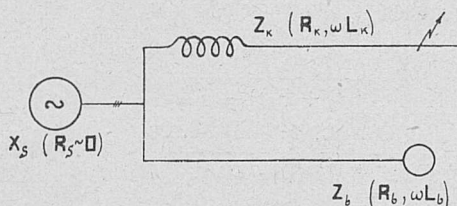
Tablica IV.

	met. wykreślna		met. rachunkowa	
	3-faz.	2-faz.	3-faz.	2-faz.
Zwarcie na zaciskach, wzbudzenie biegu luzem. . . — A	940	1 410	998	1 530
Zwarcie na zaciskach, wzbudzenie pełnego obciążenia — A	3 712	5 530	3 850	5 980
Zwarcie za dfawikiem, wzbudzenie pełnego obciążenia — A	3 395	4 430	3 650	4 710
Zwarcie na końcu kabla zasilaj., wzbudzenie pełnego obciążenia. — A	2 820	2 940	2 980	3 050

Jak widzimy, różnice wyników, otrzymanych temi dwiema różnymi metodami, w żadnym wypadku nie przekraczają 10%.

4) Aby rozpatrzyć całokształt zagadnienia, należy jeszcze uwzględnić wpływ obciążenia użytkowego na wielkość prądu zwarcia generatora.

Częściowo już uwzględniliśmy ten wpływ, przyjmując wielkość prądu wzbudzenia, odpowiadającą obciążeniu generatora przed zwarcie. Jeśli jednak zwarcie ma miejsce nie na zaciskach generatora, lecz dalej w sieci, to, jak widzieliśmy, na zaciskach pozostanie pewne napięcie szczytkowe, które ze swej strony spowoduje pewien (mniejszy od normalnego) prąd w odbiornikach, zasilanych przez generator równolegle z miejscem zwarcia. Oczywiście odbiorniki, odcięte przez zwarcie od źródła prądu, będą pozbawione napięcia. Prąd, płynący w generatorze, będzie sumą prądu zwarcia (płynącego przez miejsce zwarcia) i szczytkowego prądu obciążenia, przyczem wielkość jego ustali się odpowiednio do wypadkowej impedancji, na jaką generator pracuje w chwili zwarcia (rys. 6).



Rys. 6.

Jasne jest, że z jednej strony obciążenie równoległe zwiększa prąd w generatorze, z drugiej jednak strony prąd w miejscu zwarcia ulega zmniejszeniu wskutek dodatkowego powiększenia reakcji twornika.

Obliczenie sprowadzi się w danym wypadku do wprowadzenia impedancji zastępczej obwodu zewnętrznego Z , dla której wg. wskazanych poprzednio sposobów wyznacza się prąd zwarcia. Przytem:

$$\hat{Z} = \frac{\hat{Z}_k \cdot \hat{Z}_b}{\hat{Z}_k + \hat{Z}_b} = R + j \cdot X \quad \dots (17)$$

gdzie:

$$R = \frac{R_b \cdot Z_k^2 + R_k \cdot Z_b^2}{(R_b + R_k)^2 + (\omega L_b + \omega L_k)^2} \quad \dots (17a)$$

$$X = \frac{\omega L_b \cdot Z_k^2 + \omega L_k \cdot Z_b^2}{(R_b + R_k)^2 + (\omega L_b + \omega L_k)^2} \quad \dots (17b)$$

Znacznym utrudnieniem rachunku jest fakt, że impedancja odbiorników energii zmienia się wraz ze zmianą napięcia, przyczem dla światła oporność odbiorników maleje wolniej od spadku napięcia, dla siły zaś impedancja spada z kwadratem napięcia; pozatem wchodzą w grę rodzaje zabezpieczeń (zanikowe, maksymalne), no i oczywiście stosunek ilościowy obciążenia światłem do obciążenia siłą w danym całkowitem obciążeniu. Ponieważ nie znamy zgóry wielkości szczytkowego napięcia na generatorze, więc obliczenie musi mieć charakter szeregu prób, w których można się zbliżyć do dostatecznego stopnia dokładności.

Odsyłając do szczegółów w bibliografii [10], ograniczę się w przykładzie rozpatrywanym do przyjęcia przy zwarcie, w porównaniu ze stanem normalnym, połowy wartości impedancji obciążenia. Rozpatrzmy, jak poprzednio, zwarcie w końcu kabla zasilającego, czyli dla $R_k = 0,767$ omów i $\omega L_k = 0,629$ omów. Przed zwarcie generator jest obciążony w 100% ($U = 5 500$ V, $I = 2 260$ A, $\cos \varphi = 0,73$), tak, że wzbudzenie, jak to wyżej wyliczono, wynosi $I_\mu = 604$ A. Przypuśćmy, że część obciążenia, nie odłączona od generatora przez zwarcie, wynosi 12 000 kW, przy $\cos \varphi = 0,8$. Wówczas odpowiednia impedancja będzie:

$$Z = \frac{U^2}{N} \cdot \cos \varphi = \frac{5\,500^2 \cdot 0,8}{12\,000\,000} = 2,02 \text{ omów (na jedną fazę)}$$

W myśl założenia zmniejszenia impedancji przy zwarciu do połowy wartości będzie:

$$Z_b = \frac{1}{2} \cdot Z = 1,01 \, \Omega$$

$$R_b = 1,01 \cdot 0,8 = 0,808 \, \Omega$$

$$\omega L_b = \sqrt{1,01^2 - 0,808^2} = 0,61 \, \Omega$$

Pozatem:

$$Z_k = \sqrt{R_k^2 + \omega L_k^2} = \sqrt{0,767^2 + 0,629^2} = 0,993 \, \Omega$$

a więc:

$$R = \frac{R_b \cdot Z_k^2 + R_k \cdot Z_b^2}{(R_b + R_k)^2 + (\omega L_b + \omega L_k)^2} = \frac{0,808 \cdot 0,993^2 + 0,767 \cdot 1,01^2}{(0,808 + 0,767)^2 + (0,61 + 0,629)^2} = 0,394 \, \Omega$$

$$X = \frac{\omega L_b \cdot Z_k^2 + \omega L_k \cdot Z_b^2}{(R_b + R_k)^2 + (\omega L_b + \omega L_k)^2} = \frac{0,61 \cdot 0,993^2 + 0,628 \cdot 1,01^2}{(0,808 + 0,767)^2 + (0,61 + 0,629)^2} = 0,31 \, \Omega$$

Zastosujemy w obliczeniu metodę obrachunkową:

$$a = \frac{X + X_s}{X_s} = \frac{0,31 + 0,44}{0,44} = 1,7$$

$$X_q = X_a = \left(\frac{1}{\left(\frac{J_{ko}}{J_n} \right)} - \varepsilon_s \right) \cdot \frac{U}{J_n \cdot \sqrt{3}} = \left(\frac{1}{0,418} - 0,328 \right) \cdot \frac{5\,250}{2\,260 \cdot \sqrt{3}} = 2,76 \, \Omega$$

$$a_w = \frac{(a \cdot X_s)^2 + a \cdot X_q \cdot X_s + R_k^2}{X_q \cdot X_s + a \cdot X_s^2} = \frac{0,75^2 + 0,75 \cdot 2,76 + 0,394^2}{2,76 \cdot 0,44 + 1,7 \cdot 0,44^2} = 1,81$$

dla

$$v = \frac{J_{\mu}}{J_{\mu o}} = \frac{604}{144} = 4,2 \text{ i } a_w = 1,81$$

otrzymamy przez ekstrapolację:

$$K(a_3) = \left[3,49 + \frac{(3,49 - 3,02) \cdot (4,2 - 3,5)}{(3,5 - 3)} \right] - \frac{(2 - 1,81)}{(2 - 1)} \cdot \left\{ \left[3,49 + \frac{(3,49 - 3,02) \cdot (4,2 - 3,5)}{(3,5 - 3)} \right] - \left[3,50 + \frac{(3,50 - 3,09) \cdot (4,2 - 3,5)}{(3,5 - 3)} \right] \right\} = 4,13$$

i ostatecznie:

$$J_k^3 = \frac{1,05 \cdot 5\,000}{\sqrt{3} \cdot (2,76 + 1,81 \cdot 0,44)} \cdot 4,13 = 3\,520 \text{ A.}$$

Napięcie na zaciskach generatora będzie:

$$U = 3\,520 \cdot \sqrt{0,394^2 + 0,31^2} \cdot \sqrt{3} = 3\,050 \text{ V.}$$

Prąd w miejscu zwarcia:

$$J = \frac{3\,050}{0,993 \cdot \sqrt{3}} = 1\,772 \text{ A.}$$

Prąd w odbiornikach:

$$J = \frac{3\,050}{1,01 \cdot \sqrt{3}} = 1\,742 \text{ A.}$$

Z porównania obu wypadków zwarcia w końcu kabla zasilającego: przy uwzględnieniu obciążenia i bez jego

uwzględniania, widzimy, że przez uwzględnienie obciążenia impedancja zewnętrzna, na którą przy zwarciu generator pracuje, zmalała z 0,993 omów na 0,5 oma; skutkiem tego prąd zwarcia w generatorze wzrósł z 2 980 A na 3 520 A, napięcie na zaciskach zmalało z 5 130 V do 3 050 V, a więc i prąd zwarcia w miejscu zwarcia spadł w tymże stosunku z 2 980 A do 1 772 A.

B. Wyznaczenie uderzeniowego prądu zwarcia.

Ścisłe wyliczenie wielkości i przebiegu uderzeniowego prądu zwarcia napotyka na wielkie trudności, gdyż mamy tu, jak wiadomo, do czynienia ze stanem nieustalonym.

Prąd początkowy zwarcia zawiera w sobie oprócz składowej prądu ustalonego zwarcia dwie składowe zanikające: prądu wyrównawczego zmiennego i stałego. Do powyższych dodaje się jeszcze geometrycznie prąd obciążenia, jaki płynął przez generator przed zwarciem.

Praktycznie interesuje nas znajomość maksymalnej amplitudy prądu uderzeniowego, oraz przebieg zaniku jego składowych wyrównawczych. Ograniczymy się do przypomnienia znanych wzorów empirycznych.

Przy zwarciu na zaciskach generatora stosunek maksymalnej amplitudy prądu uderzeniowego do normalnego prądu wynosi:

$$\frac{I_s}{I_n \cdot \sqrt{2}} = 1,8 \cdot \frac{1,05}{\varepsilon_s} \dots \dots \dots (18)$$

Zakładamy tu wzbudzenie w chwili zwarcia, odpowiadające napięciu o 5% wyższemu od nominalnego napięcia generatora. ε_s powinno dla turbogeneratorów (z gładkim wirnikiem) odpowiadać stosunkowemu napięciu rozproszenia samego stojana; w braku odpowiednich danych musimy się zadowolić użyciem wartości całkowitego rozproszenia generatora.

Przy zwarciu w sieci [11] będzie:

$$\frac{I_s}{I_n \cdot \sqrt{2}} = 1,8 \cdot \frac{1,05}{\sqrt{(a \cdot \varepsilon_s)^2 + \varepsilon_r^2 (a - a_r)^2}} \dots \dots (19)$$

gdzie:

$$a = \frac{X_s + \omega L_k}{X_s}$$

$$a_r = \frac{r_s + R_k}{r_s}$$

$$\varepsilon_r = \frac{I_n \cdot r_s \cdot \sqrt{3}}{U}$$

r_s — opór omowy jednej fazy uzwojenia stojana.

R_k — opór omowy zewnętrznego obwodu zwarcia (na jedną fazę).

Dla bardzo małych wartości r_s (dla generatorów dużej mocy) będzie:

$$\varepsilon_r^2 (a - a_r)^2 = (\varepsilon_r \cdot a - \varepsilon_r \cdot a_r)^2 = \left(\varepsilon_r \cdot a - \frac{I_n \cdot r_s \cdot \sqrt{3}}{U} \cdot \frac{(r_s + R_k)}{r_s} \right)^2 \cong \frac{3 \cdot I_n^2 \cdot R_k^2}{U^2}$$

tak iż:

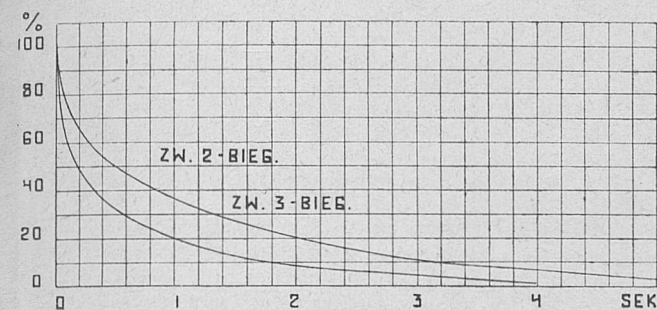
$$\frac{I_s}{I_n \cdot \sqrt{2}} = 1,8 \cdot \frac{1,05}{\sqrt{(a \cdot \varepsilon_s)^2 + \left(\frac{3 \cdot I_n \cdot R_k}{U} \right)^2}} \dots \dots (20)$$

Wielkości prądu zwarcia uderzeniowego są jednakowe przy zwarciu trzy- i dwufazowym.

Rys. 7 przedstawia zmianę w czasie amplitudy składowej zmiennej prądu uderzeniowego dla przeciętnych turbogeneratorów i zwarcia na zaciskach (wg. REH/1929).

Składowa stała zanika szybciej tak, że po 0,25 sek. — praktycznie nie gra już żadnej roli.

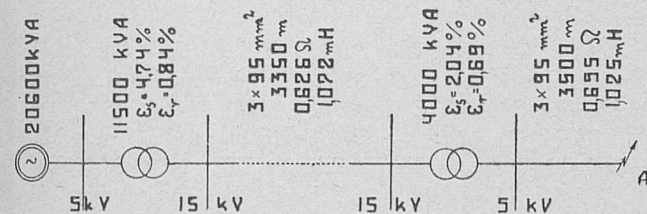
Wielkość współczynników a i a_r powoduje zmniejszenie początkowych wartości składowych wyrównawczych prądu uderzeniowego w większym jeszcze stopniu, niż zmniejszenie ustalonego prądu zwarcia, oraz równocześnie zmiany stałych czasowych zanikania obu tych składowych.



Rys. 7.

Przykład.

Celem przedstawienia przebiegu obliczenia w wypadku, gdy skład obwodu zwarcia jest bardziej złożony, przeliczymy przykład wg. rys. 8 w założeniu zwarcia w punkcie A (dla dotychczas rozpatrywanego generatora).



Rys. 8.

Wielkości reaktancji i oporności poszczególnych elementów obwodu zwarcia przeliczamy na napięcie generatora.

Prąd nominalny transformatora 11 500 kVA:

$$I_{nt_1} = \frac{11500 \cdot 1000}{5250 \cdot \sqrt{3}} = 1262 \text{ A}$$

Rozproszenie transformatora: $x_{st_1} = \frac{0,0474 \cdot 5250}{1262 \cdot \sqrt{3}} = 0,114 \Omega$

analogicznie: $r_{t_1} = \frac{0,0084 \cdot 5250}{1262 \cdot \sqrt{3}} = 0,020 \Omega$

Składowe impedancje kabla 15 kV, przeliczone na 5 kV:

$$x_{l_1} = 314 \cdot 1,072 \cdot 10^{-3} \left(\frac{5}{15}\right)^2 = 0,038 \Omega$$

$$r_{l_1} = 0,626 \cdot \left(\frac{5}{15}\right)^2 = 0,07 \Omega$$

Dla transformatora 4 000 kVA:

$$I_{nt_2} = \frac{4000 \cdot 1000}{525 \cdot \sqrt{3}} = 440 \text{ A}$$

$$x_{st_2} = \frac{0,0204 \cdot 5250}{440 \cdot \sqrt{3}} = 0,14 \Omega$$

$$r_{t_2} = \frac{0,0069 \cdot 5250}{440 \cdot \sqrt{3}} = 0,048 \Omega$$

Dla kabla 5 kV:

$$x_{l_2} = 314 \cdot 10^{-3} \cdot 1,025 = 0,322 \Omega$$

$$r_{l_2} = 0,655 \Omega$$

Całkowite oporności zewnętrznego obwodu zwarcia będą:

$$X_k = x_{st_1} + x_{l_1} + x_{st_2} + x_{l_2} = 0,114 + 0,038 + 0,14 + 0,322 = 0,60 \Omega$$

$$R_k = r_{t_1} + r_{l_1} + r_{t_2} + r_{l_2} = 0,020 + 0,07 + 0,048 + 0,655 = 0,793 \Omega$$

$$a = \frac{X_s + X_k}{X_s} = \frac{0,44 + 0,60}{0,44} = 2,36$$

$$\sin \psi = \frac{a \cdot X_s}{\sqrt{a^2 \cdot X_s^2 + R_k^2}} = \frac{1,04}{\sqrt{1,04^2 + 0,793^2}} = 0,795 \cong 0,8$$

$$a_w = \frac{a}{\sin^2 \psi} = \frac{2,36}{0,795^2} = 3,7$$

$$I_{k(b)}^{(3)} = \frac{1,05 \cdot U_n}{\sqrt{3 \cdot (X_a + a_w \cdot X_s)}} \cdot K(a_s) =$$

$$= \frac{5250 \cdot 3,48}{\sqrt{3 \cdot (2,76 + 3,7 \cdot 0,44)}} = 2400 \text{ A}$$

$$I_k^{(3)} = \frac{2400}{0,795} = 3010 \text{ A}$$

to jest prąd zwarcia na 5 kV, więc w generatorze i w miejscu zwarcia; równocześnie w kablu 15 kV będzie prąd:

$$3010 \cdot \left(\frac{5}{15}\right) = 1003 \text{ A}$$

Początkowy uderzeniowy prąd zwarcia będzie:

$$I_s = I_n \cdot \sqrt{2 \cdot 1,8} \cdot \frac{1,05}{\sqrt{(a \cdot \varepsilon_s)^2 + \left(\frac{I_n \cdot R_k \cdot \sqrt{3}}{U}\right)^2}} =$$

$$= \frac{2260 \cdot \sqrt{2 \cdot 1,8} \cdot 1,05}{\sqrt{(2,36 \cdot 0,328)^2 + \left(\frac{2260 \cdot 0,793 \cdot \sqrt{3}}{5250}\right)^2}} = 6200 \text{ A}$$

(w kablu 15 kV: $6200 \cdot \left(\frac{5}{15}\right) = 2067 \text{ A}$),

podczas gdy dla zwarcia na zaciskach:

$$I_{so} = \frac{I_n \cdot \sqrt{2 \cdot 1,8} \cdot 1,5}{\varepsilon_s} = \frac{2260 \cdot \sqrt{2 \cdot 1,8} \cdot 1,05}{0,328} = 18400 \text{ A}$$

II.

Dla łatwiejszego przedstawienia zjawisk zachodzących oraz dla wyjaśnienia metod, stosowanych przy obliczaniu prądu zwarcia, rozpatrzyliśmy wypadek zwarcia w różnych punktach sieci, zasilanej przez pojedynczy generator. W rzeczywistości rzadko mamy do czynienia z jedną jednostką prądotwórczą, obsługującą całą sieć.

Rozróżnimy dwie ewentualności: sieć może być zasilana przez kilka generatorów za pośrednictwem wspólnych szyn zbiorczych jednej elektrowni, albo też przez kilka elektrowni niezależnych, pracujących równolegle na wspólnej sieci. Wypadek, gdy szyny zbiorcze danej elektrowni przez wstawienie w nie dławików, mających ograniczać prądy zwarcia, są podzielone na kilka części — musi być ze względu na sposób obliczania prądów zwarcia, traktowane, jak zasilanie sieci z kilku niezależnych elektrowni.

Ograniczymy się tylko do omówienia prostszego wypadku zasilania sieci z szyn zbiorczych jednej elektrowni, odsyłając, w odniesieniu do sieci zasilanych wielokrotnie, do literatury [11, 12].

Kilka generatorów, załączonych na wspólne szyny zbiorcze, zastępujemy w obliczeniu jednym generatorem „zastępczym”, który będzie miał następujące właściwości: [11]

1) moc w kilowoltoamperach:

$$N = N_1 + N_2 + N_3 + \dots \quad (21)$$

gdzie $N_1, N_2, N_3 \dots$ są mocami poszczególnych generatorów;

2) napięcie nominalne U , odpowiadające napięciu szyn zbiorczych;

3) prąd nominalny:

$$I_n = \frac{N}{\sqrt{3} \cdot U} \quad (22)$$

4) stosunek prądu zwarcia przy wzbudzeniu biegu luzem, do prądu nominalnego:

$$\frac{I_k}{I_n} = g_1 \cdot \left(\frac{I_k}{I_n} \right)_1 + g_2 \cdot \left(\frac{I_k}{I_n} \right)_2 + \dots \quad (23)$$

gdzie $\left(\frac{I_k}{I_n} \right)_1$, $\left(\frac{I_k}{I_n} \right)_2$ — odpowiadają poszczególnym generatorom, oraz:

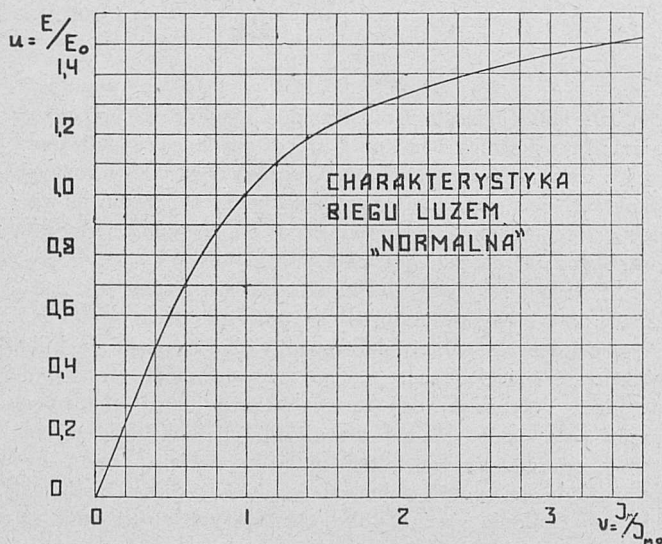
$$g_1 = \frac{N_1}{N_1 + N_2 + N_3 + \dots}$$

$$g_2 = \frac{N_2}{N_1 + N_2 + N_3 + \dots} \text{ i t. d. } \quad (23a)$$

5) napięcie rozproszenia wg. wzoru:

$$\left(\frac{1}{\varepsilon_s} \right) = g_1 \cdot \frac{1}{\varepsilon_{s_1}} + g_2 \cdot \frac{1}{\varepsilon_{s_2}} + \dots \quad (24)$$

Według powyższych danych można już przedstawione poprzednio sposobami obliczyć prąd zwarcia uderzeniowy i ustalony dla dowolnego miejsca zwarcia w sieci. Można stosować albo metodę rachunkową albo wykreslną. W tym ostatnim wypadku będziemy się posilkowali bądź przeciętną charakterystyką biegu luzem, wypośrodkowaną ze znanych charakterystyk danych generatorów, bądź też, z dostateczną dokładnością, „charakterystyką normalną”, podaną w przepisach niemieckich (rys. 9), a wyliczoną z danych znacznej liczby typowych współczesnych generatorów.



Rys. 9.

Z wyliczonych wielkości całkowitego prądu zwarcia uderzeniowego I_s i ustalonego I_k , otrzymamy udział w nim poszczególnego generatora wg. wzorów:

$$(I_s)_m = I_s \cdot g_m \cdot \frac{\left(\frac{1}{\varepsilon_s} \right)_m}{\left(\frac{1}{\varepsilon_s} \right)}$$

$$(I_d)_m = I_d \cdot g_m \cdot \frac{\left(\frac{I_k}{I_n} \right)_m}{\left(\frac{I_k}{I_n} \right)} \quad (25)$$

LITERATURA.

- [1] R. Rüdenberg — Kurzschlussströme beim Betrieb von Grosskraftwerken (1925, Berlin, Springer).
- [2] R. Rüdenberg — Elektrische Schaltvorgänge (1933, Berlin, Springer).
- [3] R. Rüdenberg — Ueber die Vorausbestimmung der Kurzschlussströme in elektrischen Starkstromnetzen (ETZ. 1930, S. 193).
- [4] F. Ollendorff — „Praktische Methode zur Berechnung des Dauerkurzschlussstromes einfach gespeister Netze“ (ETZ. 1930, S. 196, 238, 269).
- [5] F. Ollendorff — „Praktische Berechnung von Kurzschlussströmen in mehrfach gespeisten Netzen“ (ETZ. 1931, S. 1487).
- [6] P. Jacottet u. F. Ollendorff — „Praktische Berechnungsmethoden für den Stosskurzschlussstrom von Drehfeldmaschinen“ (ETZ. 1930, S. 926).
- [7] M. Tunkel — „Die Bestimmung der Kurzschlussleistung an Netzpunkten“ (ETZ. 1930, S. 999).
- [8] W. Megede — „Schnelle Bestimmung von Anlaufleistung und Dauerkurzschlussstrom“ (ETZ. 1930, S. 1708).
- [9] J. Biermanns — „Ueberströme in Hochspannungsanlagen“ (1926, Berlin, Springer).
- [10] — „Kurzschlussberechnungen mit Berücksichtigung der dem Kurzschluss vorangegangenen Belastung“ (Elektrotechnik, 1933, S. 280).
- [11] V. D. E. (0670 — R. E. H.) 1929, Anhang „Verfahren zur Berechnung von Kurzschlussströmen und Schalterleistungen“.
- [12] H. Grünwald — „Die Berechnung dreipoliger Dauerkurzschlüsse in verbundgespeisten Netzen bei Berücksichtigung der Vorbelastungen“ (ETZ. 1935, S. 33).
- [13] Fridlender — „Obliczanie prądów zwarcia w sieciach trójfazowych“ (P. El., 1933, Nr. 21, 23).
- [14] G. Courvoisier — „Der Kurzschlussstrom in Wechselstromnetzen“ (Bull. A. S. E. 1933, Nr. 18, 19, 23).
- [15] W. Megede, H. Reinshagen — „Vereinfachtes Verfahren zur Bestimmung der Kurzschlussströme in Drehstrom-Niederspannungsanlagen“ (Siemens Zt. 1930, S. 29, 311).

PRZEWÓD ODGROMOWY JAKO OCHRONA LINII WYSOKIEGO NAPIĘCIA PRZED BEZPOŚREDNIEM UDERZENIEM PIORUNA

Inż. J. Fridlender

Streszczenie. Przewód odgromowy, pojęty jako ochrona linii napowietrznych przed bezpośrednim uderzeniem pioruna, wtedy tylko spełnia całkowicie swe zadanie, gdy odległość jego od przewodów czynnych jest tak obliczona, że uniemożliwia zarówno trafienie pioruna w linię, jak i przeskok między przewodami w środku przęsła, oraz gdy opór uziemienia słupów jest mały. Odpowiednie metody obliczania, oparte na wzorach amerykańskich są treścią niniejszej pracy.

„...Najcięższe zaburzenia i szkody w liniach napowietrznych powstają oczywiście przy bezpośrednich uderzeniach pioruna w linię. Wydarzenia takie zaliczamy do poważnych wypadków żywiołowych, przy których wszystkie znane urządzenia ochronne zawodzą i wobec których obecna technika jest dotychczas bezsilna...”

W ten sposób pisano u nas w r. 1930 o przepięciach atmosferycznych. Dziś jest to już anachronizmem. Dziś budowa linii wysokiego napięcia, całkowicie odpornej na uderzenie pioruna, nie przedstawia z technicznego punktu widzenia żadnej trudności. Wprawdzie strona ekonomiczna zagadnienia uodpornienia linii, opłacalność inwestycji, trudność znalezienia kapitałów, może być poddana dyskusji, ale jednak w tych wypadkach, gdy chodzi o zabezpieczenie ciągłości ruchu i nieprzerywanie dostawy energii, należyte uodpornienie linii narzuca się samo przez się, bez względu na koszt, jakie za sobą pociąga.

Istnieją dwie zasadniczo różne metody uodpornienia linii, dwa sposoby podejścia do rozwiązania tego zagadnienia: jeden, tolerując uderzenia pioruna w linię, poprzestaje jedynie na należytem jej „zdrenowaniu”, gwarantującym szybki i całkowity spływ fal przepięciowych do ziemi, drugi — umieszcza linię w pewnego rodzaju puszcze Faraday'a, w strefie bezpiecznej, gdzie uderzenie pioruna nie może już jej osiągnąć.

Metodę pierwszą realizuje się przez umieszczenie wzdłuż linii odgromników, drugą — przez obudowanie linii przewodami odgromowymi. W pracy niniejszej rozpatrywać będziemy tylko ten drugi sposób ochrony — jedyny zresztą, którego skuteczność nie przedstawia obecnie żadnych wątpliwości.

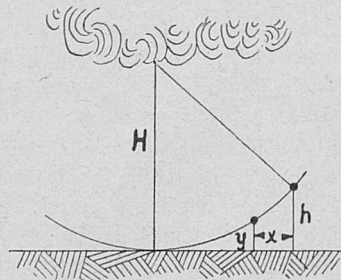
Przewód odgromowy znany jest już oddawna: już w r. 1910 Petersen [1] dał teorię przewodu odgromowego, pojętego jako ochrona przed przepięciami indukowanymi. Teoria ta dawała dwie wytyczne, charakteryzujące przewód odgromowy: pierwsza — to t. zw. współczynnik bezpieczeństwa (< 1), będący stosunkiem wielkości przepięcia, indukowanego na linii zabezpieczonej, do przepięcia, indukowanego na linii niezabezpieczonej, druga — to odległość między przewodami czynnymi a odgromowym, która powinna być jaknajmniejsza, ze względu na proporcjonalność przepięcia do odległości przewodów czynnych od ziemi (reprezentowanej właśnie przez przewód odgromowy). Teoria Petersena ograniczała się jedynie do rozważania stanu statycznego przed wyładowaniem chmury indukującej. Dopiero w ostatnich latach badacze amerykańscy dali pełny obraz zjawisk, zachodzących podczas i po wyładowaniu chmury [2, 3, 4]. O ile chodzi o bezpośrednie uderzenie pioruna, to teoria Petersena nie przedstawia żadnej

wartości. Zjawiska, wywołane uderzeniem pioruna, mają charakter całkowicie dynamiczny, i mogą być rozważane jedynie z punktu widzenia teorii o rozchodzeniu się fal wędrownych.

Prawdopodobieństwo bezpośredniego uderzenia pioruna w linię określone jest współczynnikiem r , którego wartość w funkcji stosunku wysokości chmury do wysokości linii podaje poniższa tablica:

Wysokość chmury H wysokość linii h	50	40	30	20	10
współczynnik uderzenia bezpośredniego r	10	9	7,5	6	4

Pas szerokości $2rh$, w środku którego przebiega linia, jest właśnie strefą niebezpieczną: jeżeli rzut środka chmury burzowej leży w tym pasie, wtedy istnieje możliwość bezpośredniego uderzenia pioruna w linię. Należy zaznaczyć, iż współczynnik ten zależy od biegunowości chmury. Wartości, podane w tablicy, odnoszą się do chmury ujemnej; dla chmury dodatniej wartości r są mniejsze, co można wytłumaczyć wpływem zjawiska korony. Jeżeli przewód odgromowy umieszczony jest na wysokości 20 m nad ziemią, a wysokość chmury 300 m, to z tablicy $r = 5$. Innymi słowy, słup lub przewód mogą być trafione, jeżeli rzut środka chmury leży w odległości mniejszej od 100 m od linii. Ponadto autorzy amerykańscy są zdania, iż drzewa, wyniosłości gruntu, i t. p., znajdujące się w pobliżu linii, zmniejszają stopień prawdopodobieństwa bezpośredniego uderzenia, co jednak nie wydaje się być usprawiedliwionem.



Rys. 1.

Przewody odgromowe powinny być zawieszone w takiej odległości od przewodów czynnych, aby wykluczały możliwość uszkodzenia linii. Na podstawie rys. 1 wyprowadzić można łatwo wzór następujący:

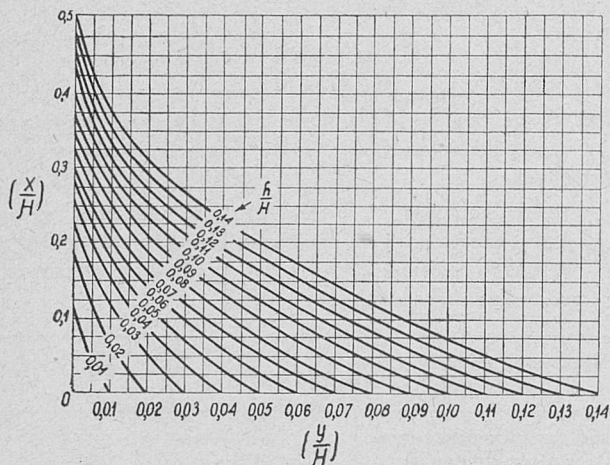
$$\frac{x}{H} = \sqrt{2 \left(\frac{h}{H} \right) - \left(\frac{h}{H} \right)^2} - \sqrt{2 \left(\frac{y}{H} \right) - \left(\frac{y}{H} \right)^2}$$

gdzie:

- y — wysokość zawieszenia przewodów czynnych,
- h — „ „ „ odgromowych,
- x — odległość pozioma między przewodami: odgromowym i czynnym,
- H — wysokość chmury.

Wzór ten przedstawić można w formie odpowiedniego wykresu (rys. 2), pozwalającego na podstawie danych x i y obliczyć od razu h . **Przykład obliczenia.** Linia trójfazowa o poziomym rozmieszczeniu przewodów, jeden przewód odgromowy, umieszczony pośrodku. Odległość między

przewodami $x = 8$ m wysokość zawieszenia $y = 20$ m, wysokość chmury $H = 300$ m, $x/H = 0,027$, $y/H = 0,066$, z wykresu znajdujemy $h/H = 0,077$. Stąd $h = 23,1$ m. Przewód odgromowy należy zawiesić w odległości minimum 3,1 m od przewodów czynnych (odległość w kierunku pionowym).



Rys. 2.

Bezpośrednim efektem uderzenia pioruna w linię (słup, lub przewód odgromowy) są fale o stromym czole i b. wysokiej amplitudzie, rozchodzące się z szybkością równą w przybliżeniu szybkości światła. Potencjały, występujące w poszczególnych punktach linii, otrzymuje się przez sumowanie fali nadchodzącej i fal odbitych w najbliższych paru punktach styknięcia różnych impedancji falowych, a mianowicie: impedancji kanału wyładowania pioruna w punkcie trafienia w linię, równej ok. 400 omów, impedancji linii, ewentualnie przewodu odgromowego, impedancji słupów i impedancji uziemienia słupów. Sumowanie to odbywać się może bądź drogą analityczną, bądź metodą wykresną i jest dość żmudne. Dla celów projektowania linii wystarczą wzory przybliżone.

Gdy linia jest niezabezpieczona, piorun uderza w przewody czynne, izolacja nie wytrzyma tak wysokiego napięcia i następuje przeskok, będący źródłem nowych fal ściętych, o amplitudzie wprawdzie niższej, lecz wystarczającej, by uszkodzić urządzenia stacyjne, znajdujące się w pobliżu. W wypadku zabezpieczenia linii przewodami odgromowymi, napięcie, naprężające izolację, jest funkcją liniową prądu, przepływającego przez słup.

Należy rozróżnić dwa wypadki uderzenia pioruna w linię: uderzenie w środek przęsła i w słup. Z punktu widzenia teorii rozchodzenia się fal, niema istotnej różnicy między temi wypadkami: istnieje tylko kwestja różnej ilości odbić i innych opóźnień czasowych. Dla praktyki natomiast, rozróżnienie to ma znaczenie zasadnicze, gdyż pozwala na ustalenie danych, charakteryzujących przewód odgromowy.

Przy uderzeniu pioruna w środek przęsła, wobec stosunkowo długiego czasu, jaki upływa od chwili uderzenia do chwili nadejścia fali, odbitej od uziemienia (dla przęsła 300 m — 1 μ sek), istnieje niebezpieczeństwo przeskoku między przewodem odgromowym i czynnym. Odległość więc między temi przewodami powinna być odpowiednio obliczona. Potencjał przewodu odgromowego do chwili nadejścia fali odbitej można przyjąć równy odpowiednio: 5, 10, 15, 20. 10^6 V (na podstawie dedukcji z otrzymywanych oscylogramów). Potencjał ten indukuje na przewodzie czynnym pewien potencjał mniejszy, którego wartość określić moż-

na jako: potencjał indukujący $\times$ współczynnik sprzężenia k . Współczynnik ten oblicza się ze wzorów:

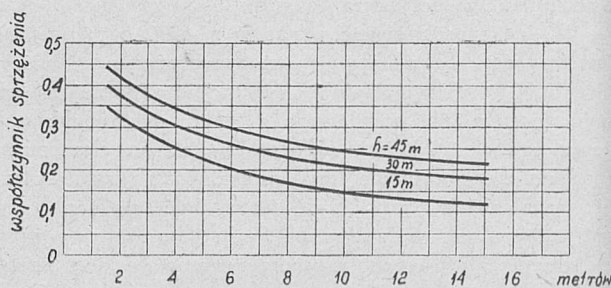
$$\text{dla pojedynczego przewodu odgromowego } k = \frac{\log \left(\frac{2h}{s} + 1 \right)}{\log \frac{2(h+s)}{r}}$$

$$\text{dla dwóch przewodów odgromowych } k = \frac{\log \left(\frac{2h}{s} + 1 \right)}{\log \frac{2(h+s)}{\sqrt{r \cdot d}}}$$

gdzie:

- h — odległość przewodu czynnego od poziomu potencjału zerowego,
- s — odległość między przewodem czynnym i odgromowym,
- r — promień przewodu odgromowego (uwzględniając zjawisko korony),
- d — odległość między przewodami odgromowymi.

Krzywe na wykresie rys. 3 przedstawiają współczynnik sprzężenia k w funkcji odległości s , dla pojedynczego przewodu odgromowego, dla różnych wartości h .

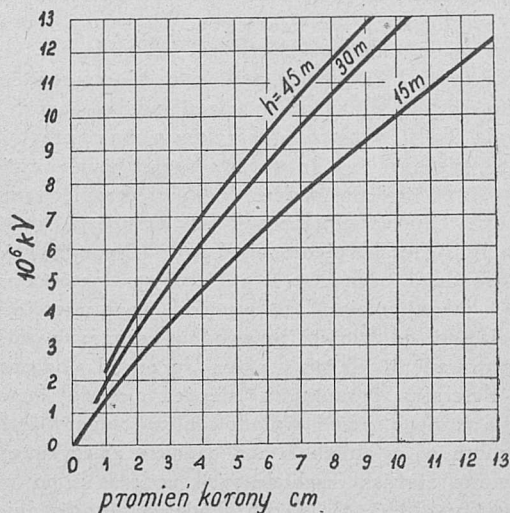


Rys. 3.

Promień R korony, otaczającej przewód, przenoszący falę, obliczyć można opierając się na założeniu napięcia krytycznego na powierzchni walca o promieniu R , równego 30 kV/cm. Mamy więc: napięcie krytyczne

$$g = \frac{2Q}{R} = \frac{2CE}{R} = \frac{E}{R \log 2H/R} = 30,$$

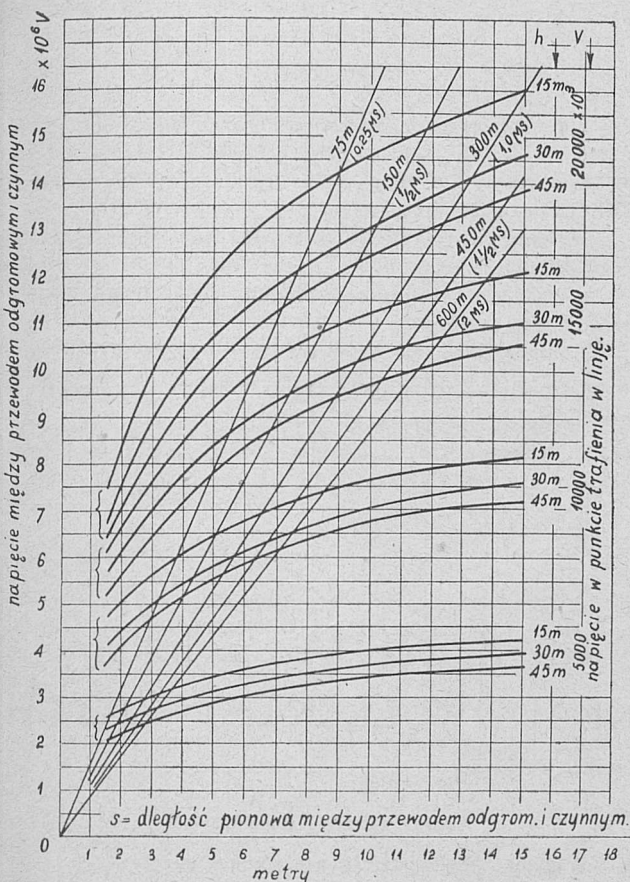
stąd $E = 30 R \log (2H/R)$; H i R wyrażone w cm, E — w kV, H — wysokość przewodu nad ziemią. Równanie to przedstawione jest na wykresie rys. 4 dla trzech charakterystycznych wartości H (w naszych obliczeniach $H = h$).



Rys. 4.

gdyż przyjmujemy poziom potencjału zerowego na powierzchni ziemi).

Obliczenia odległości między przewodem odgromowym i czynnym w środku przęsła dokonywa się w sposób następujący: wykreśla się (rys. 5) dla danego potencjału fali



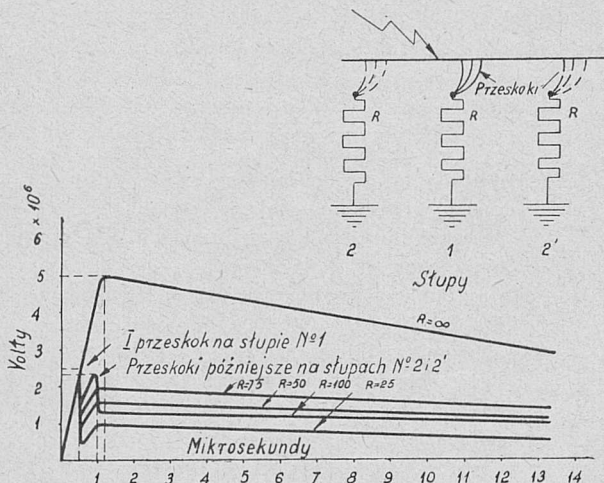
Rys. 5.

pierwotnej krzywe napięcia $V = E(1 - k)$ między przewodem czynnym i odgromowym w funkcji odległości między temi przewodami dla różnych wartości h (w naszym przypadku — trzech). Na krzywe te nakreśla się charakterystyki iskiernika ostrzowego, o opóźnieniu czasowym, odpowiadającym długości przęsła 75, 150, 300, 450, 600 m, a więc równym $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, 1, $1\frac{1}{2}$, 2 μ sek. Punkt przecięcia charakterystyki z odpowiednią krzywą napięcia wyznacza odrazu odległość i napięcie V między przewodami.

Przykład: długość przęsła 300 m, wysokość linii 15 m. Przyjmując $E = 10000$ kV, odczytujemy z wykresu odległość $s = 6,5$ m.

Gdy piorun trafia w słup, potencjał u wierzchołka słupa przyjąć można równy spadkowi napięcia na uziemieniu słupa RI , gdzie I — prąd, przepływający przez słup. Opór uziemienia R nie jest wielkością stałą i zależy od amplitudy fali nadchodzącej; wobec nieustalenia jednak prawa zmienności, można przyjąć jako opór uziemienia wielkość, zmierzona metodą niskiego napięcia, zwłaszcza, iż według doświadczeń amerykańskich daje ona zupełnie dobre wyniki. Jasną jest rzeczą, iż niska wartość oporu uziemienia słupów ma znaczenie zasadnicze: w pierwszym rzędzie zmniejsza ona naprężenie izolacji linii, ponadto wpływa na ograniczenie strefy zaburzeń i skrócenie czasu trwania ich. Rys. 6 i 7 ilustrują wpływ oporu uziemienia na przebieg zjawisk przepięciowych w liniach niezabezpieczonych i zaopatrzonych w przewód odgromowy.

Czas, jaki upływa od chwili powstania fali wędrownej u wierzchołka słupa, do chwili nadejścia fali, odbitej od najbliższych słupów, wynosi: $\frac{2 \times \text{rozpiętość przęsła w m}}{300}$ μ sek. Napięcie przeskoku izolacji, odpowiadające temu cza-



Rys. 6.

Fale wędrowne na linii niezabezpieczonej. Długość przęsła 305 m. Czas trwania wyładowania — 30 μ sek.

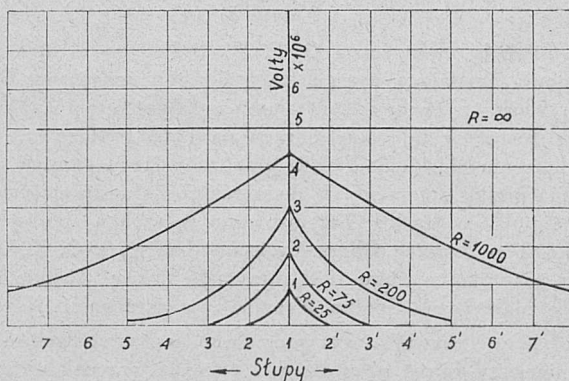
sowi, jest ściśle określone charakterystyką przeskoku (time lag characteristic). Opierając się na tej wartości, ustalić można dopuszczalne maksimum oporu uziemienia z wzoru:

$$R = \frac{\text{dopuszczalne naprężenie izolacji}}{I \cdot (1 - k)}$$

k — współczynnik sprzężenia.

Przyjmując średnią wartość $k = -0,25$, oraz I maximum = 200000 A, otrzymujemy wzór: $R = \frac{1}{150}$ dopuszczalne naprężenie izolacji w kV, co daje wartości na R w granicach: 5—15 omów.

Tam, gdzie z tych czy innych względów nie można zainstalować przewodu odgromowego na całej długości linii, korzystną jest ochrona stacji przez założenie przewodu odgromowego na pewnym odcinku linii dochodzącej. W tym wypadku poza zagadnieniami już poruszonymi wysuwa się



Rys. 7.

Strefa zaburzeń i napięcie przewodu odgromowego w funkcji oporu uziemienia słupów.

kwestja długości odcinka chroniącego, pozostająca zresztą w ścisłej zależności od poziomów skoordynowanej izolacji linii i urządzeń stacyjnych.

Fale, wkraczające w strefę chronioną, mają amplitudę niższą od napięcia przeskoku izolacji, odpowiadającego dłu-

gości czoła fali w μ sek i w przeważnej większości są falami wtórnymi, wywołanymi przeskakiem gdzieś na niezabezpieczonym odcinku linii. Fale te podczas przebiegu w strefie ochronnej muszą ulec takiemu tłumieniu, by nie uszkodziły urządzeń stacyjnych nawet po odbiciu się. Opierając się na formułę tłumienia Fousty: $e = \frac{E}{kEx}$, i biorąc pod uwagę współczynnik odbicia a , otrzymuje się wzór na długość odcinka chronionego:

$$x = \frac{a(E/e) - 1}{kE}, \text{ gdzie:}$$

- E — amplituda fali wchodzącej w strefę chronioną,
 e — napięcie przeskoku izolacji stacji, ew. napięcie przeskoku iskierników ochronnych, dla opóźnienia czasowego 2 do 3 μ sek,
 k — stała tłumienia, wynosząca dla fal ściętych 0,0003, dla fal krótkich 0,0006,
 a — współczynnik odbicia, zależny od pojemności urządzeń stacyjnych i kształtu fali. Na podstawie danych doświadczalnych ustalono tabelę następującą:

C	0,2	0,5	1	2	3	5 μ F
a	1,95	1,8	1,5	1,15	0,9	1,6

Obszerna statystyka przepięć, prowadzona w St. Zjednoczonych od szeregu lat, wykazała niezbitie korzyść stosowania przewodów odgromowych. Należy tylko jeszcze raz podkreślić, iż przewod odgromowy wtedy tylko spełnia swe zadanie, gdy prócz zachowania odpowiednich odległości, opór uziemienia słupów utrzymany jest na odpowiednio niskim poziomie.

Bibliografia.

1. Petersen: Der Schutzwert von Blitzseilen, ETZ r. 1914, str. 1.
2. Bewley: Traveling waves on transmission systems, AIEE Trans. t. 51, styczeń.
3. Bewley: Traveling waves due to lightning, AIEE Trans. t. 48, str. 1050.
4. Bewley: Critique of ground wire theory, AIEE Trans. t. 50, wrzesień.
5. Peek: La foudre, Congrès CIE, r. 1932, t. VI, str. 465.
6. Jordan: Lightning computations for transmission lines, Gen. El. Rev. t. 37, str. 130.
7. Bewley: How to design ground wires for direct stroke protection, El. World, t. 103, str. 397.

HISTORIA I ROZWÓJ TARYF NA SPRZEDAŻ ENERGII ELEKTRYCZNEJ ŚLĄSKICH ZAKŁADÓW ELEKTRYCZNYCH

Inż. W. J. Przybyłowski, Katowice

Streszczenie. Poniższy artykuł omawia rozwój taryf elektrycznych Śląskich Zakładów Elektrycznych (Oberschlesische Elektrizitätswerke O. E. W.) od roku 1998, t. j. od czasu założenia tej elektrowni okręgowej przez Emila Rathenau'a, do dnia dzisiejszego. W artykule opisano stopniowy rozwój wszystkich taryf od pierwszej taryfy kilowatogodzinowej z rabatami, zależnymi od użytkowania mocy przyłączonej, i pierwszej taryfy ryczałtowej aż do dzisiejszych taryf, które opisano bardzo dokładnie.

Wstęp.

Zakłady elektryczne O. E. W. były i są elektrownią okręgową, zasilającą energią cały okręg przemysłowy Górnego Śląska z dwiema centralami w Chorzowie i Zaborzu, które zostały zbudowane od razu na prąd trójfazowy. Po przyłączeniu Śląska do Polski przeprowadzona granica rozdzieliła przedsiębiorstwo na dwie części. Zakłady elektryczne na polskim Śląsku zorganizowano w osobną spółkę początkowo o nazwie „Oberschlesische Kraftwerk O. K. W.”, która następnie w roku 1933 otrzymała nazwę „Śląskie Zakłady Elektryczne Spółka Akcyjna”, w skróceniu „Ślazel”.

Historię rozwoju taryf podzielono na następujące okresy: pierwszy okres początków i rozwoju przedsiębiorstwa od roku 1898 do roku 1918, drugi okres od 1918 do 1924 r., który był okresem zmian walutowych, politycznych i organizacyjnych, i trzeci okres od roku 1924 do dnia dzisiejszego, okres pracy przedsiębiorstwa na terenie polskiego Śląska.

Pierwszym dyrektorem zakładów O. E. W. był Karol Agthe, który był twórcą zakładów, ich podstaw gospodarczych i pierwszych taryf, które w trochę zmienionej formie przetrwały do dzisiejszego dnia.

Okres od 1898 do 1918 r.

W tym okresie istniały następujące taryfy:

I) dla małych odbiorców.

1. taryfa „50 + 2” od roku 1898 do 1915, przy której spoczątku obliczano opłaty na podstawie mocy przyłączonej, a od roku 1907 — na podstawie mocy szczytowej, wykazywanej przez wskaźnik obciążenia,

2. taryfa „40 + 4”, wprowadzona w roku 1907 z chwilą zastosowania licznika ze wskaźnikiem mocy, która stopniowo zastąpiła taryfę 50 + 2,

3. taryfa ryczałtowa, zwana „240 + 6”, przy której opłaty były płacone ryczałtowo w zależności od ilości żarówek, względnie mocy przyłączonej. Po wprowadzeniu w roku 1906 ograniczników opłaty przy tej taryfie zostały uzależnione od mocy, nastawionej na ograniczniku,

4. taryfa z licznikiem szczytowym „300 + 40” została wprowadzona w roku 1913.

II) dla siły i wielkich odbiorców.

Taryfa „50 + 2”, a następnie „40 + 4”.

Poniżej opisano chronologiczny rozwój poszczególnych taryf.

Z chwilą rozpoczęcia pracy elektryfikacyjnej przez O. E. W. wprowadzono dwie specjalne taryfy. Jedną z tych taryf była taryfa kilowatogodzinowa z rabatami, zależnymi od czasu użytkowania mocy, a drugą była taryfa ryczałtowa. Autorem taryf był ówczesny dyrektor zakładów O.E.W., Agthe, który jako jeden z pierwszych w Niemczech wprowadził i propagował taryfę, przy której opłaty za energię elektryczną zostały uzależnione od czasu używania mocy przyłączonej. Agthe był przeciwnikiem jednolitej taryfy kilowatogodzinowej, uważając ją za niesprawiedliwą dla odbiorców, ponieważ nie dostosowywała automatycznie

opłat za zużytą energię do rzeczywistych kosztów. Staral się on opracować taryfę, która byłaby uniwersalna i która by umożliwiała sprzedaż energii po sprawiedliwych, niewysokich cenach rolnikowi czy robotnikowi na wsi, kupcowi w jego sklepie lub mieszkaniu, właścicielowi restauracji lub kawiarni i która by była także odpowiednią dla kopalni i przemysłu. W tym celu opracowano t. zw. taryfę „50 + 2”, opartą na kalkulacji rzeczywistych kosztów eksploatacyjnych elektrowni. Taryfę tę opisał Agthe w swoim artykule, umieszczonym w zeszycie 3 „Mitteilungen der Vereinigung der Elektrizitätswerke” z roku 1904, skąd przytaczamy wykresy kosztów produkcji i wykres taryfy „50 + 2”, wykonane na podstawie rzeczywistych kosztów eksploatacyjnych z roku 1902 (rys. 1). Górna krzywa przedstawia całkowite koszty, przypadające na 1 kWh w zależności od ilości godzin użytkowania, obliczone dla mocy szczytowej elektrowni, która w roku 1902 wynosiła 5740 kW. Dolna krzywa podaje koszty produkcji, obliczone dla całkowitej mocy przyłączonej u odbiorców, wynoszącej w tym samym roku 8022 kW. Pośrednia krzywa kreskowana przedstawia taryfę 50 +

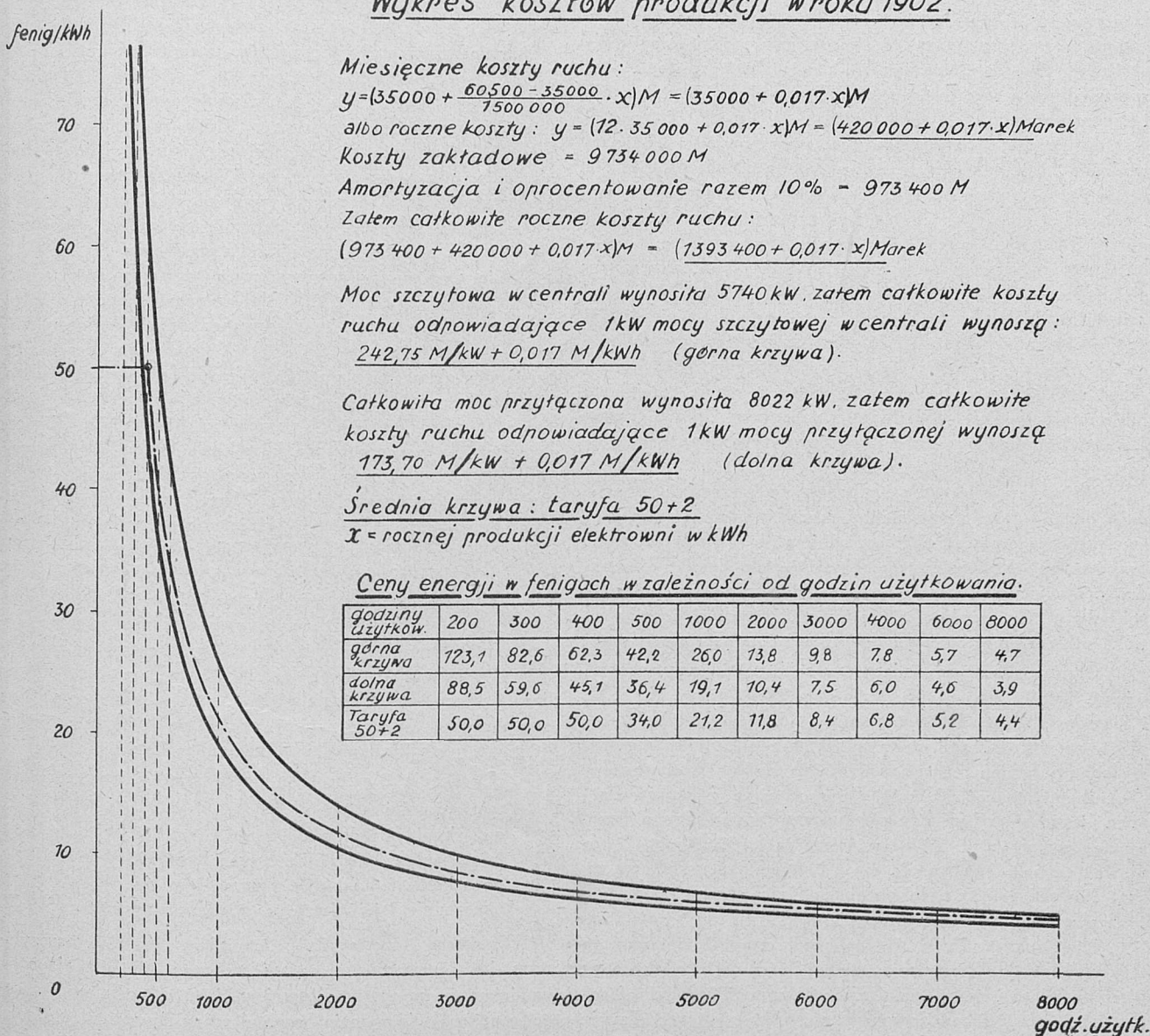
+ 2, którą stosowano dla wszelkiego rodzaju odbiorców przy użyciu licznika kilowatogodzin.

Taryfy licznikowe „50 + 2” i „40 + 4” oraz taryfa ryczałtowa „240 + 6”.

Opłaty za energię obliczano przy taryfie „50 + 2” w sposób następujący: moc przyłączoną u odbiorcy mnożono przez 400 godzin, z czego otrzymywano pewną ilość kWh, liczonych po 50 fenigów. Resztę zużycia rocznego liczono po 2 fenigi. Taryfa ta wymagała ciągłej kontroli mocy przyłączonej oraz dawała odbiorcy nierównomierny rozkład kosztów energii na cały rok, bo przez kilka pierwszych miesięcy roku kalendarzowego odbiorca płacił po 50 fen. za 1 kWh aż do wyczerpania kontyngentu po 50 fen., a następnie przez resztę miesięcy za dalsze zużycie już tylko po 2 fen. Opłata po 50 fen. za część kWh była opłatą za udział w mocy szczytowej elektrowni i pokrywała koszty stałe elektrowni. Po zapłaceniu tych kosztów odbiorca miał możliwość zużywania dowolnej ilości energii po 2 fen. za 1 kWh, która to cena była zbliżona do kosztów zmiennych produkcji, wynoszą-

Górnośląskie Zakłady Elektryczne (OEW).

Wykres kosztów produkcji w roku 1902.



Rys. 1.

cych w roku 1902 1,7 fen za kWh. Koszty zmienne innych elektrowni parowych w tym czasie wynosiły od 4 do 6 fenigów. Wyjątkowo niski na owe czasy koszt 1,7 fen. był spowodowany wprowadzeniem, w Europie poraz pierwszy, przez O. E. W. w elektrowni chorzowskiej rusztów łańcuchowych do spalania taniego mialu. Poza opłatami po 50 fen. + 2 fen. pobierano jeszcze opłaty licznikowe, które wynosiły u odbiorcy, mającego do 25 żarówek 16 świecowych, 13,50 M rocznie, do 50 żarówek — 18 M i t. d.

Zakłady O. E. W. były jednymi z pierwszych w Europie, które wprowadziły taryfę, ściśle zależną od czasu użytkowania mocy. Konstrukcja taryfy 50 + 2 wykazuje, że w tym czasie jasno zdawano sobie już sprawę z podstaw kalkulacyjnych kosztu energii elektrycznej. W wymienionym wyżej artykule Aghte wyraźnie podkreśla, że elektrownie nie powinny stosować cen jednolitych (jak np. gazownie) i że należy rozróżniać odbiorców gorszej i lepszej jakości, którzy pobierają prąd w sposób mniej lub więcej korzystny dla elektrowni. Dyr. Aghte dowodzi słuszności pobierania od odbiorców pewnej podstawowej opłaty, zależnej np. od ilości żarówek, za trzymanie do dyspozycji odbiorców pogotowia pewnej mocy w elektrowni, oraz pewnej małej opłaty za każdą kilowatogodzinę na pokrycie kosztów ruchu. Poza tym podkreśla, że, podobnie jak czysta taryfa kilowatogodzina, czysta taryfa ryczałtowa jest niesłuszną i niesprawiedliwą, i uważa, że racjonalna taryfa powinna być kompromisem pomiędzy taryfą kilowatogodzinową i ryczałtową. Jednakże zdaniem Aghte taryfa ryczałtowa jest sprawiedliwszą i korzystniejszą zarówno dla elektrowni, jak i konsumenta.

Równocześnie z wprowadzeniem taryfy „50 + 2” wprowadzono także taryfę ryczałtową, zwaną „240 + 6”. Była to taryfa ryczałtowych opłat za światło, przy której opłata zależała od wielkości mocy żarówek zainstalowanych, obliczonej z ilości świec żarówek lub w większych urządzeniach — od mocy, zmierzonej watomierzem. Opłata roczna za energię, pobieraną ryczałtowo, wynosiła 240 M za 1 kW mocy zainstalowanej, plus 6 M rocznie opłaty obliczeniowej od każdego urządzenia czyli odbiorcy. Opłaty te były obliczone na podstawie taryfy „50 + 2” w założeniu 1500 godzin czasu użytkowania. Za świecenie lamp w czasie całej nocy lub całej doby doliczano dodatkowe opłaty. Opłaty ryczałtowe pobierano kwartalnie. Powyższą taryfę ryczałtową stosowano do najwyższej mocy 2,4 kW.

Opłaty za energię przy powyższych taryfach zależne były od wielkości maksymalnej mocy, używanej równocześnie, która u przeważnej ilości odbiorców równała się mocy przyłączonej. Prowadziło to oczywiście do dużej ilości nadużyć i wymagało ciągłej kontroli. Pod wpływem potrzeby zakłady O. E. W. dążyły do skonstruowania licznika ze wskaźnikiem mocy maksymalnej oraz ogranicznika prądu.

Ograniczniki wprowadzono w roku 1906 przy pozostawieniu taryfy „240 + 6”. W latach 1906/7 firmy A. E. G. i Siemens rozpoczęły na życzenie O. E. W. produkcję liczników ze wskaźnikami mocy maksymalnej. Liczniki te wprowadzono zaraz na terenie zasilania O. E. W. i nazywano je „licznikami górnośląskimi”. Równocześnie z wprowadzeniem liczników ze wskaźnikiem mocy, wprowadzono nową taryfę, zwaną „40 + 4”, która miała zastąpić „50 + 2”, ponieważ cena 2 fen. okazała się z biegiem czasu ceną za niską. Powodem tego było podrożenie cen mialu węglowego oraz wzrost innych kosztów zmiennych.

Konstrukcja taryfy „40 + 4” była zupełnie podobna do taryfy „50 + 2”. Po zużyciu pewnej ilości kWh, odpowiadającej iloczynowi mocy maksymalnej przez 500 godzin, konsument mógł pobierać dowolną ilość kWh po 1 fen. Taryfę „40 + 4” wprowadzono stopniowo na miejsce taryfy „50 +

+2”, która jednakże utrzymała się w niektórych gminach aż do roku 1915, ponieważ była zawarta w warunkach koniecznych wszystkich gmin. W roku 1913 jeszcze 13 gmin posiadało taryfę „50 + 2”, a w tej liczbie Katowice i Gliwice. Przez stosowanie różnych ułatwień i udogodnień dla posiadaczy taryfy „40 + 4”, szybko wyrugowano taryfę „50 + 2”. Przy taryfie „40 + 4” wprowadzono już inne opłaty licznikowe, zależne od mocy licznika. Opłaty te wynosiły przy liczniki do 1,2 kW — 12 M rocznie, do 2,5 kW — 18 M, do 5 kW — 27 M i t. d.

Należy zanotować ciekawe zjawisko taryfowe, dotyczące ograniczników, których działanie zależy od natężenia prądu. W roku 1909 wprowadzono dodatkowe 5% opłaty dla odbiorców ogranicznikowych, którzy z racji znajdowania się w pobliżu stacyj transformatorowych mieli napięcie na żarówkach wyższe, niż dalsi odbiorcy, i zużywali przez to więcej energii. Zdaje się, że powyższe dopłaty nie utrzymały się długo.

Liczniki szczytowe i taryfa „300 + 40”.

Ograniczniki nie pozwalały na używanie aparatów elektrycznych, jak: żelazka, garnuszki elektryczne, których moc przekraczała moc, nastawioną na ograniczniku. Poza tym odbiorcy dość często w czasie świąt, względnie uroczystości rodzinnych, potrzebowali znacznie większej mocy. Taryfa „50 + 2”, lub taryfa „40 + 4” przeciwdziałała również używaniu aparatów elektrycznych, bo, zwiększając moc szczytową, zwiększała ilość drogich kWh po 50 lub 40 fenigów. Względny te spowodowały konstrukcję taryfy szczytowej i licznika ryczałtowo-szczytowego, który zaczynał się obracać dopiero powyżej pewnej nastawionej mocy i liczył energię, zużywaną powyżej tej mocy, t. j. energię szczytową lub ponadryczałtową. Od mocy równej zero do mocy, powyżej której licznik zaczynał się obracać, można było pobierać energię bez ograniczeń za opłatą ryczałtową.

Pierwsze próby wprowadzenia liczników szczytowych datują się z roku 1910. Oficjalnie wprowadzono taryfę ryczałtową z licznikiem szczytowym od dnia 1 kwietnia 1913 r. i nazwano ją taryfą „300 + 40”. Opłaty za energię przy tej taryfie składały się z 2 części: opłata licznikowa wynosiła 40 M rocznie, opłata za energię, pobieraną w granicach ryczałtu, wynosiła 300 M rocznie za każdy kilowat mocy ryczałtowej, nastawionej na liczniku, a każdą kWh zużycia szczytowego czyli ponadryczałtowego obliczano po 40 fen. Opłaty przy tej taryfie uiszczano kwartalnie. Opłaty ryczałtowe taryfy „300 + 40” były obliczone na podstawie taryfy „40 + 4” przy przyjęciu 2 500 godzin rocznego użytkowania mocy ryczałtowej. To był jeden z powodów, dla czego taryfa szczytowa była droższa, niż taryfa „240 + 6”. Drugim powodem była możliwość używania większej mocy, niż moc ryczałtowa, co przedstawiało dużą zaletę w stosunku do ogranicznika. Wreszcie opłata licznikowa, wynosząca 40 M za licznik szczytowy, musiała być wyższa od opłaty za ogranicznik. Wielkość mocy ryczałtowej, nastawionej na liczniku, uzależniono od wielkości mieszkania.

Mieszkanie 3 pokojowe mogło mieć licznik z ryczałtem najmniej 120 W,

mieszkanie 4 pokojowe z ryczałtem 200 W,

mieszkanie 5 pokojowe z ryczałtem 300 W

mieszkanie 6 pokojowe z ryczałtem 420 W,

mieszkanie 7 pokojowe lub większe z ryczałtem 500 W.

Zarówno przy taryfie z licznikiem ryczałtowo-szczytowym, jak i przy taryfie ogranicznikowej, nie pozwalano na zmniejszanie mocy ryczałtowej w ciągu roku kalendarzowego, a szczególnie w lecie, wychodząc ze słusznego założenia, że odbiorca przez cały rok powinien płacić pewną opłatę

stałą, zależną od rocznej mocy szczytowej lub mocy do niej zbliżonej, ponieważ ta opłata jest udziałem odbiorcy w kosztach stałych.

Równocześnie z wprowadzeniem taryfy ryczałtowej z licznikiem szczytowym, czyli w skróceniu taryfy ryczałtowo-szczytowej, wprowadzono jeszcze jedną specjalną taryfę szczytową z tak zwanym licznikiem taryfowo-szczytowym. Licznik ten ma dwa liczydła: jedno liczy wszystkie kWh całkowitego zużycia, jak liczydło zwykłego licznika, drugie liczy tylko kWh zużycia szczytowego, które zostały pobrane powyżej pewnej mocy zasadniczej nastawionej w liczniku. Spoczątku stosowano liczniki taryfowo-szczytowe tylko z mocą zasadniczą 500 W. Później moc zasadniczą tego licznika uzależniono od wielkości mieszkania według tej samej tabeli, co dla mocy ryczałtowej licznika ryczałtowo-szczytowego dla odbiorców mieszkaniowych, a dla innych odbiorców (sklepy, składy, restauracje i t. d.) dobierano moc zasadniczą, zbliżoną do obciążenia szczytowego. Poza opłatą licznikową opłaty za energię składały się z opłaty za zużycie całkowite, obliczane według taryfy podstawowej t. j. taryfy „40 + 4”, przyjmując do obrachunku moc zasadniczą, oraz z opłaty za każdą kWh zużycia szczytowego po 40 fen. Taryfę tę otrzymywali odbiorcy, którzy przekraczali 2 500 godzin rocznego użytkowania mocy zasadniczej.

Jedną z głównych cech wszystkich dotychczasowych taryf była ich tendencja do zmniejszania szczytu elektrowni i szczytów obciążenia w sieci. Tę właściwość posiadały taryfa „50 + 2”, dalej taryfa „40 + 4” i taryfa ogranicznikowa. We własnym interesie, celem obniżenia opłat za energię, odbiorcy starali się utrzymać roczną moc maksymalną jak najniższą i przyczyniali się w ten sposób do zwiększenia wykorzystania elektrowni.

Tę samą właściwość posiadała także taryfa szczytowa, ponieważ skłaniała odbiorców do nieprzekraczania mocy ryczałtowej, powyżej której kilowatogodzina kosztowała stosunkowo dość drogo, bo 40 fen. Oczywiście jest, że ta cena nie przyczyniła się do rozpowszechnienia używania aparatów elektrycznych.

Bardzo jest ciekawe, że już w roku 1912, lub nawet może wcześniej, zakłady O. E. W. zajmowały się propagandą używania aparatów elektrycznych. Specjalnie zajmowano się pośrednio sprzedażą gotówkową i ratalną żelazek, a nawet wynajmowaniem żelazek. Żelazek i innych aparatów o podobnej mocy mogli używać odbiorcy, mający liczniki lub ograniczniki o mocy przynajmniej 500 W. Jednakże system wynajmowania żelazek stwarzał cały szereg kłopotów dla elektrowni głównie z powodu ciągłych napraw i został wskutek tego z dniem 1 stycznia 1913 r. wstrzymany. Wtedy to wszystkie żelazka w ilości około 1 000 sztuk, które były wynajęte odbiorcom, zostały im подарowane.

Taryfy dla siły.

Opłatę za energię, pobieraną do silników, obliczano początkowo na podstawie taryfy „50 + 2” i mocy zainstalowanej. Po wprowadzeniu „liczników górnośląskich” obliczano opłaty według taryfy „40 + 4” i rocznej mocy szczytowej. Taryfy powyższe stosowano tylko do odbiorców, którzy „wchodzili” na tanie kWh po 2 względnie 4 fenigów, przy czym roczna cena przeciętna 1 kWh nie mogła przekraczać 20 fenigów. Następnie zmieniono sposób opłaty w ten sposób, że pobierano za energię, odpowiadającą czasowi użytkowania 1 000 godzin, po 20 fen. zamiast po 50 fen. za energię, odpowiadającą 400 godzinom, lub po 40 fen. za energię, odpowiadającą 500 godz. Odbiorcy prądu dla siły, którzy używali małych silników i mieli krótki czas użytkowania, otrzymywali jednolitą taryfę po 20 fen. za 1 kWh. Taryfa

ta obowiązywała już od roku ok. 1900. Ci sami odbiorcy, znajdujący się na końcu przewodów, zdala od transformatora, gdzie było napięcie niższe, otrzymywali specjalną taryfę jednolitą 15 fen., jednakże pod warunkiem, że nie wolno im było używać silników w „godzinach zamkniętych”, t. j. w godzinach, odpowiadających największemu obciążeniu świetlnemu.

Dla dużych odbiorców siły i światła stosowano początkowo taryfę „40 + 4”. Następnie stosowano różne taryfy specjalne, zbliżone do taryfy „40 + 4”. Jedną z takich taryf, często stosowaną, była taryfa o charakterze „40 + 4”, przy której do obliczenia opłaty za kWh po 40 fenigów brano w rachubę nie pierwszą, ale trzecią największą moc z 12 mocy miesięcznych. Pozatem drogie kWh, płacone naprzód po 40 fen., kosztowały następnie coraz mniej, zależnie od mocy szczytowej. Podobnie cena początkowa tanich kWh po 4 fen. stopniowo malała ze wzrostem zużycia. Drugą z takich taryf była taryfa z licznikiem dwuczasiowym i wskaźnikiem mocy, przy której opłaty za zużyty energię składały się z dwóch części: z opłaty za moc, zależnej od trzeciej mocy szczytowej rocznej, oraz z opłaty za zużyte kWh w czasie „zamkniętym” i poza tym czasem. „Czas zamknięty” był czasem największego obciążenia oświetleniowego. Jedne i drugie opłaty były degresyjnie stopniowane w zależności od wielkości mocy i zużycia. Spółczynnika mocy do roku 1924 nie uwzględniano.

Liczniki dwuczasiowe, czyli dwutaryfowe, dla taryfy wyższej i niższej wprowadzono w roku 1910. Liczniki trójfazowe wprowadzono dopiero w roku 1904. Poprzednio do pomiaru energii prądu trójfazowego, pobieranego przez dużych odbiorców lub przez silniki, używano dwóch liczników jednofazowych.

Energię, zużytyą przez oświetlenie publiczne (do oświetlania ulic), obliczano z mocy lamp i czasu świecenia według kalendarza oświetleniowego.

Powyżej opisane systemy taryfowe wypełniają okres od roku 1898 do roku 1918 względnie nawet do roku 1924. Okres ten opisano osobno, jako okres zmieniających się warunków gospodarczych i walutowych, który nie dawał możliwości i warunków normalnej pracy elektryfikacyjnej.

Okres pierwszych 20 lat (1898—1918) był okresem ogromnego rozwoju zakładów O. E. W. Rys. 2 ilustruje rozwój zbytu energii elektrycznej w tych latach. Tak duży rozwój zawdzięczają zakłady O. E. W., poza pomyślnym położeniem w centrum przemysłu górnośląskiego, przede wszystkim mądrej gospodarce elektryfikacyjnej i racjonalnym, stosunkowo niskim taryfom, które zachęcały odbiorców do dużego zużycia. Należy specjalnie podkreślić fakt, że zakłady O. E. W. nie posiadały zupełnie jednolitej taryfy kilowatogodzinowej i odwrotnie — popierały dla małych odbiorców taryfę ogranicznikową, którą posiadała większa część odbiorców, uważając tę taryfę za celowszą i sprawliwszą od taryfy jednolitej.

Polityka elektryfikacyjna szła w kierunku zdobycia jaknajwiększej ilości odbiorców. W tym celu pobierano małe opłaty za przyłączenie do sieci i nawet wykonywano instalacje elektryczne w mieszkaniach na spłaty ratalne oraz sprzedawano na raty lampy elektryczne i silniki. Szczególnie w czasie wojny światowej ilość odbiorców bardzo się zwiększyła i zbyt energii do celów oświetleniowych bardzo znacznie się powiększył. W tym czasie wskutek braku ropy do oświetlenia bardzo wiele domów, nieposiadających oświetlenia elektrycznego, przyłączyło się do sieci elektrowni, która zachęcała do elektryfikacji wszelkimi udogodnieniami, jak: kredytowaniem instalacji, dwuletnim gratisowym prądem i t. p.

Opłata za badanie instalacji i zainstalowanie licznika wynosiła 5 M., za instalację ogranicznika opłat nie pobierano. Od właścicieli kin i cyrków pobierano kaucję w kwocie 200 M, a od właścicieli karuzel — 15 M. Mali odbiorcy byli zwolnieni do składania kaucji.

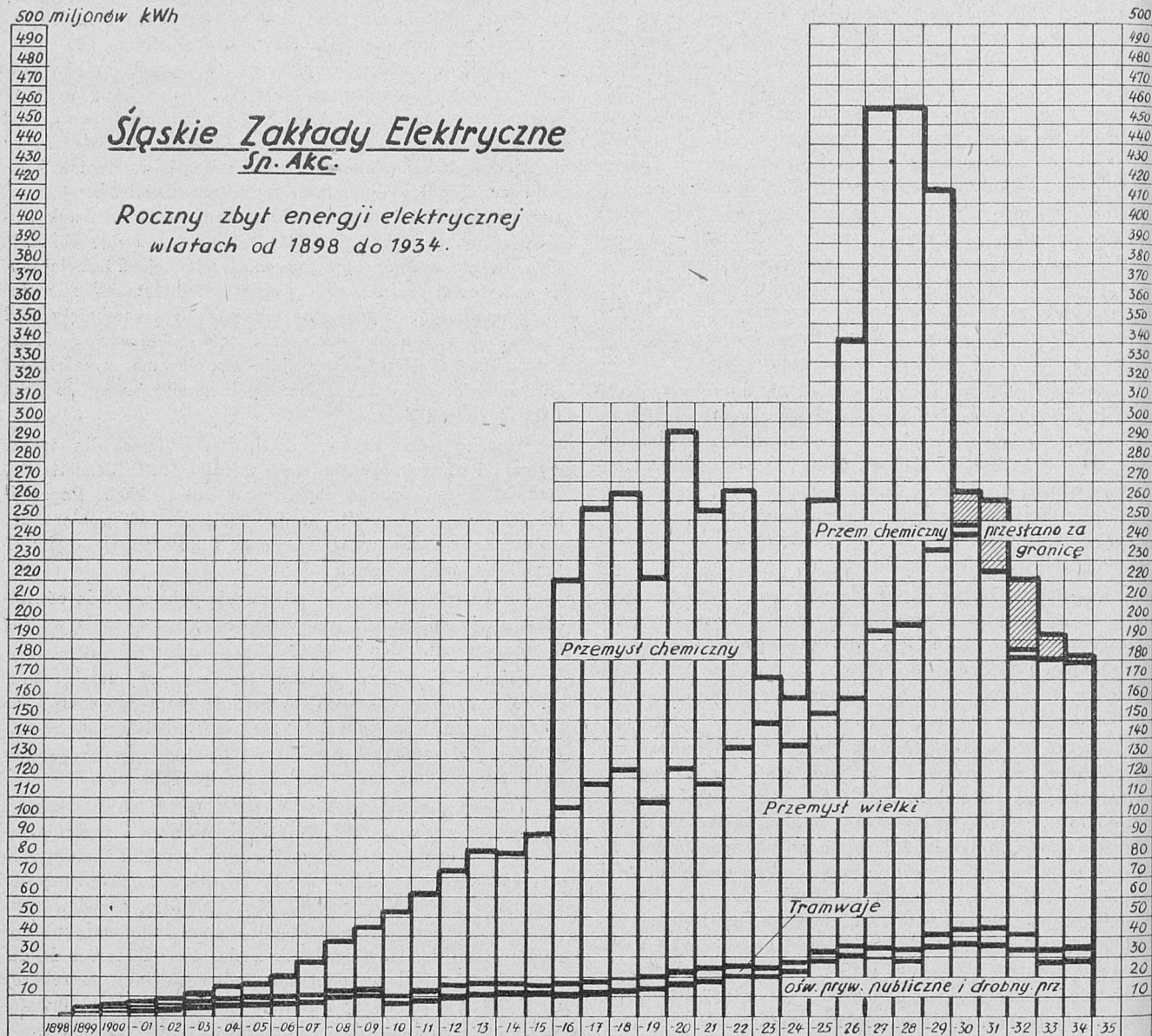
Dla informacji można wreszcie podać, że cena mialu węglowego wynosiła w latach 1909 — 1914 przeciętnie 5 M za t, a cena węgla grubego 13,50 M/t.

nie 17,95 M, z początkiem 1919 — 34,14 M, a w lipcu roku 1920 już 170 M za t. Spoczątku zakłady O. E. W. ratowały swoje wpływy przez stosowanie za zgodą władz stopniowych procentowych dopłat do poprzednich cen. Dopiero rozporządzenie rządu niemieckiego z 1 lutego 1919 r. załatwiło prawnie sposób podwyższania cen przez zaprowadzenie specjalnych sądów polubownych, które rozpatrywały sprawy ciągłych podwyżek cen energii elektrycznej, gazu i wody.

500 milionów kWh

Śląskie Zakłady Elektryczne Sp. Akc.

Roczny zbyt energii elektrycznej
w latach od 1898 do 1934.



Rys. 2.

Okres od 1918 do 1924 r.

Okres ten był okresem wielkich zmian gospodarczych, walutowych i politycznych. W tym czasie nie przeprowadzono żadnych zmian taryfowych, tak, że taryfy, opisane w poprzednim rozdziale, nie zmieniły swojej formy. W dalszym ciągu istniała taryfa „40 + 4”, taryfa ryczałtowa z ogranicznikiem i obie taryfy szczytowe. Zmieniały się tylko ceny, począwszy od drugiej połowy roku 1917, kiedy to ciągle podwyżki ceny węgla z końcem wojny światowej oraz podwyżki płac personalnych zaczęły mieć znaczniejszy wpływ na koszt produkcji. Ceny mialu, które przed wojną światową wynosiły 3 M za t do 5,42 M loco elektrownia w roku 1914, stopniowo wzrastały, tak że w roku 1918 wyniosły przecięt-

nie 17,95 M, z początkiem 1919 — 34,14 M, a w lipcu roku 1920 już 170 M za t. Spoczątku zakłady O. E. W. ratowały swoje wpływy przez stosowanie za zgodą władz stopniowych procentowych dopłat do poprzednich cen. Dopiero rozporządzenie rządu niemieckiego z 1 lutego 1919 r. załatwiło prawnie sposób podwyższania cen przez zaprowadzenie specjalnych sądów polubownych, które rozpatrywały sprawy ciągłych podwyżek cen energii elektrycznej, gazu i wody.

W roku 1920 ta klauzula wyglądała w ten sposób, że przy podwyższeniu się ceny węgla o 2 M na t cena 1 kWh podnosiła się o 1 fenig, przy założeniu zasadniczej ceny mialu węglowego 50 M za t. Przy tej cenie taryfa (50 fen. + 4 fen.) przyjęła formę (100 fen. + 20 fen.). Z końcem roku 1920 wymienione ostatnio ceny podniosły się do wysokości przeszło czterokrotnej.

Po przejściu Śląska przez Polskę ceny energii obliczano w markach polskich. Dla przykładu możemy podać, że opłata licznikowa za licznik do 1,2 kW w grudniu 1922 r.

wynosiła 5 000 m. p. rocznie. Taryfa „40 + 4” miała wtedy formę „750 m. p. + 200 m. p.” ze stopniowaniem wódł w zależności od ilości kW szczytowych i zużycia w kWh. W tym czasie taryfa ogranicznikowa, przy założeniu rocznego czasu użytkowania 1 600 godzin, wynosiła za ½ kW mocy i rok kalendarzowy 297 500 m. p. plus 500 m. p. opłaty obliczeniowej. Taryfa z licznikiem szczytowym miała opłaty, wynoszące przy użytkowaniu mocy ryczałtowej przez 2 500 godzin w roku 775 000 m. p. za 1 kW rocznie. Kilowatogodzina szczytowa kosztowała wtedy 750 m. p. Tymczasem zmieniono poprzednie uzależnienie minimalnej mocy liczników szczytowych od wielkości mieszkania na uzależnienie mniejsze, tak że mieszkanie 3 pokojowe mogło mieć licznik z mocą ryczałtową lub zasadniczą 120 W, 4 pokojowe — 160 W, a 5 pokojowe lub większe — 200 W.

Okres wojenny spowodował ogromne zwiększenie produkcji energii, szczególnie elektrowni chorzowskiej, która dostarczała energię do sąsiednich zakładów azotowych w Chorzowie. Wykresy rocznej produkcji (rys. 2) ilustrują ówczesny zbył elektrowni. Koniec wojny wpłynął na znaczne zmniejszenie się zbytu dla przemysłu wojennego. Dopiero rozwój koniunkturalny ciężkiego przemysłu śląskiego, kopalnictwa oraz przemysłu azotowego w ramach życia gospodarczego Polski przyczynił się do bardzo znacznego zwiększenia produkcji elektrowni, aż do 460 milionów kWh w roku 1928.

Okres od 1924 do 1935 r.

Częste zmiany walutowe i zmiany cen węgla zmuszały elektrownię do ciągłych wystąpień do władz i komisji rozejmowej o podwyższanie cen energii, które to podwyżki nie nadążały za wzrostem kosztów produkcji. Celem uniknięcia tych trudności, Śląskie Zakłady Elektryczne, za zgodą władz wojewódzkich i w porozumieniu ze Związkiem gmin, wprowadziły z dniem 1 kwietnia 1924 r. cennik taryf, wyrażony w kg węgla, umieszczony w „Warunkach dostarczania prądu na obszarze Województwa Śląskiego”. W dalszym ciągu podstawą obliczania taryf była taryfa „40 + 4”, którą przekształcono na taryfę „40 kg węgla + 4 kg węgla”. Do obliczania opłat za energię przyjęto przeciętną cenę za mial i węgiel gruby według cennika węgla „Polskich Kopalń Skarbowych na Górnym Śląsku”. W ten sposób w roku 1924 uzależniono w 100% ceny energii elektrycznej od cen węgla. Ta 100% klauzula węglowa istniała do początku roku 1934, kiedy to zmieniono ją na klauzulę, według której ceny energii uzależniono w 25% od cen węgla i w 75% od cen złota, przy czym obecnie rozumie się pod ceną węgla średnią algebriczną cen węgla grubego I a ponad 40 mm i ceny mialu I od 0—10 mm (mieszana cena węgla), według cennika „Polskiej Konwencji Węglowej” z 5% rabatem.

Stuprocentowa klauzula węglowa okazała się bardzo praktyczną, bo ułatwia szybkie dostosowywanie cen energii do częstych podwyżek cen węgla, które nastąpiły po roku 1924. Poniższa tabeli ilustruje zmiany „mieszanej ceny węgla” oraz cen mialu i podaje daty podwyżek lub obniżek. Z drugiej strony przymusowa obniżka ceny węgla w marcu 1933 spowodowała prawie 20% obniżkę cen energii. Obniżka cen węgla w listopadzie 1934 r. dotknęła elektrownię w sposób znacznie mniejszy, bo w tym czasie obowiązywała już 25% klauzula.

„Warunki dostarczania prądu”, wydane 1 kwietnia 1924 r. zawierały taryfy następujące:

1. Taryfę „40 kg węgla + 4 kg węgla”, od której udzielano 15% rabatu przy rachunkach rocznych, przekraczających kwotę 100 t węgla.

Roczne opłaty za licznik ze wskaźnikiem mocy wynosiły:

do 1,2 kW	1,2 t węgla
„ 2,5 „	1,8 „ „
„ 5,— „	2,7 „ „
„ 10,— „	3,6 „ „

2. Taryfę ryczałtową z ogranicznikiem, przy której opłata roczna wynosiła 24 t węgla rocznie za 1 kW mocy przy czasie użytkowania 1 500 godzin. Opłata pomiarowa kosztowała 0,6 t rocznie.

3. Taryfy szczytowe. Uzależnienie mocy ryczałtowej lub mocy zasadniczej liczników szczytowych zmieniono na następujące:

mieszkanie 3 pokojowe najmniej 120 W,
mieszkanie 4 pokojowe najmniej 160 W,
mieszkanie 5 pokojowe lub większe 200 W.

Dla taryfy ryczałtowo-szczytowej roczna opłata ryczałtowa wynosiła przy czasie użytkowania 2 500 godzin rocznie 30 t węgla za 1 kW mocy ryczałtowej. Kilowatogodzina szczytowa kosztowała 40 kg węgla.

Opłatę za obciążenie zasadnicze przy licznikach taryfowo-szczytowych obliczono według taryfy „40 kg + 4 kg”.

4. Taryfą dla małej siły była nadal taryfa „40 kg + 4 kg”, przyczem ograniczono cenę maksymalną do 25 kg węgla. W roku 1926 obniżono tę cenę do 18 kg.

Średni i wielcy odbiorcy energii otrzymywali od 1.IV. 1924 specjalną taryfę, opartą na podstawowej taryfie „40 + 4” z uwzględnieniem współczynnika mocy. Poniżej podajemy najważniejsze właściwości tej taryfy:

Do pomiaru energii użyto przeważnie liczników dwuczasowych (dwutaryfowych) ze wskaźnikiem mocy maksymalnej. W razie potrzeby używa się jeszcze liczników kWh bezwatowych.

Za pobór prądu w czasie „zamkniętym”, t. j. w czasie dużego zużycia świetlnego, doliczano opłaty, podane niżej. Czasem „zamkniętym” lub „określonym” był normalnie czas: w styczniu i listopadzie od godz. 16.00 do 21.00, w lutym i październiku od godz. 17.00 do 21.00, w marcu i wrześniu od godz. 17.00 do 21.00, w grudniu od godz. 15.30 do 21.00.

Opłaty za energię obliczano w sposób następujący.

Trzecie najwyższe obciążenie miesięczne, z 12 miesięcznych obciążeń szczytowych (średnia 15 minutowa), mnożono przez 500 godzin i otrzymywano zużycie w kWh, które obliczano po 40 kg węgla. Resztę zużycia obliczano po 4 kg węgla. Dla drobnego przemysłu z silnikami od 10 do 50 kW używano mnożnika 400 godzin zamiast 500 godzin. Dla przemysłu wielkiego z silnikami powyżej 50 kW używano mnożnika niższego, nawet aż do 300 godzin.

Zużycie w czasie „określonym” uwzględniano w ten sposób, że, gdy to zużycie nie przekraczało 5% całkowitego zużycia, udzielano 5% rabatu od opłat, obliczonych w powyżej podany sposób. Gdy zużycie w czasie „określonym” przekraczało 10% całkowitego zużycia, doliczano do datków 5% do opłat za energię.

Zmiany cen węgla od r. 1925 do r. 1934 (w złotych)

R o k	1925	1 9 2 6				1927	1 9 2 8				1929	1933	1934
		1.II	1.V	1.VI	1.VII		16.IV	1.VI	16.IX	16.X.	1.VI	28.III	1.XI
Cena mialu	8,70	9,30	10,30	12,10	11,10	11,10	12,30	12,50	13,—	13,40	14,20	12,40	12,—
Mieszana cena węgla	17,55	18,65	20,30	23,90	21,85	21,85	24,03	24,15	25,50	25,20	26,35	21,28	19,24

Od obliczonych w ten sposób opłat za energię udzielano jeszcze specjalnych rabatów, uzależnionych od wielkości obliczonych opłat w węglu. Gdy roczne opłaty w węglu wynosiły

- od 100 do 1 000 t węgla udzielano 15% rabatu,
- od 1 000 do 3 000 t węgla udzielano 30% rabatu,
- od 3 000 do 10 000 t węgla udzielano 40% rabatu,
- ponad 10 000 t węgla udzielano 50% rabatu.

W ten sposób obliczano opłaty za energię, pobieraną przy niskim napięciu. Gdy pobór energii odbywał się przy napięciu 6 000 V, udzielano dalszego dodatkowego rabatu w wysokości 5%.

Spółczynnik mocy uwzględniano także w formie dopłat lub rabatów. Gdy ilość kWh bezwatowych przykraczała 75% ilości całego zużycia rzeczywistego, pobierano za każdą kWh bezwatową, przekraczającą powyższe 75%, specjalną dopłatę, wynoszącą 12% przeciętnej ceny 1 kWh, obliczonej w powyżej opisany sposób. Gdy zużycie bezwatowe nie osiągało 60% zużycia rzeczywistego, udzielano za każdą kWh bezwatową, brakującą do tych 60%, specjalnego rabatu w wysokości 6% przeciętnej ceny za 1 kWh.

Pozatem udzielano jeszcze specjalnego rabatu w formie premii rocznej, wynoszącej:

- 1,5% przy rachunku rocznym, wynoszącym przynajmniej 5 000 t węgla,
- 3% przy rachunku rocznym, wynoszącym przynajmniej 10 000 t węgla,
- 6% przy rachunku rocznym, wynoszącym przynajmniej 20 000 t węgla i t. d.

Maksymalna premia mogła wynosić 24%.

Od 1 stycznia 1930 r. wprowadzono trzy nowe taryfy i zmieniono trochę inne taryfy. Nowa taryfa, zwana „taryfą z opłatą zasadniczą”, została wprowadzona na życzenie odbiorców i miała zastąpić stopniowo dla małych odbiorców taryfę „40 + 4”, której warunki płatności były niedogodne, bo wymagały opłacania przez kilka miesięcy energii po 40 kg, poczem odbiorca dochodził do taniej ceny 4 kg. Opłaty za energię przy taryfie z opłatą zasadniczą składały się z opłaty za moc szczytową, t. j. z opłaty zasadniczej, oraz z opłaty za każdą kWh całkowitego zużycia. Opłata zasadnicza wynosiła 21 t węgla za każdą kWh rocznie do obciążenia 500 W, a za obciążenie, przewyższające 500 W, — 18,3 t węgla za każdy kilowat rocznie. Opłata za każdą kilowatogodzinę wynosiła 4 kg. Opłatę zasadniczą oblicza się na podstawie zeszłorocznego obciążenia szczytowego. Podwyższenie się obciążenia szczytowego lub pomniejszenie w ciągu roku uwzględnia się dopłatami względnie bonifikatą. Opłatę zasadniczą opłacają odbiorcy w ratach miesięcznych. W roku 1930 mieszana cena węgla wynosiła 26,35 zł. Przy tej cenie opłata kilowatogodzinowa równała się 10,5 gr. (4 kg).

Podobnie w konsekwencji zmieniono sposób obliczania opłat za energię, pobieraną zapomocą liczników taryfowo-szczytowych, gdzie dotychczas obliczano opłaty za energię, pobieraną w granicach mocy zasadniczej według taryfy „40 + 4”. Od dnia 1 stycznia 1930 r. opłaty za tę energię pobiera się według stawek opłaty zasadniczej „taryfy z opłatą zasadniczą” z małą roczną dopłatą 0,3 t węgla od każdego licznika, która przedstawia opłatę licznikową i tworzy z opłatą zasadniczą jedną całość. Dla liczników taryfowo-szczytowych usunięto jeszcze uzależnienie mocy zasadniczej od wielkości mieszkania i wprowadzono tylko jeden warunek, że moc zasadnicza może wynosić najmniej 300 W.

Pozatem obniżono cenę 1 kWh szczytowej dla liczników szczytowych z 40 kg (1,05 zł.) na 24 kg węgla (w roku 1930 — 64 gr.).

Drugą nową taryfą, którą wprowadzono w roku 1930

była specjalna taryfa po 4 kg węgla za 1 kWh dla urządzeń odbierających tylko prąd w nocy od godz. 22 do godz. 6 rano. Pozatem pobierano osobną opłatę zasadniczą, płatną miesięcznie, w wysokości rocznej 1 440 kg węgla od każdego urządzenia, jako opłatę za licznik i wyłącznik czasowy.

Następnie wprowadzono jeszcze taryfę ryczałtową dla werników elektrycznych (bulżerów), ogrzewanych nocą.

Pozatem istniały jeszcze specjalne taryfy dla dużego zużycia rolniczego, dla młynów i dużych zakładów rzeźniczych.

Od 1 kwietnia 1932 r. wprowadzono jednolitą taryfę kilowatogodzinową w wysokości 64 groszy za 1 kWh, jako cenę maksymalną do oświetlenia.

Obniżka cen węgla, która weszła w życie w dniu 28 marca 1933 r., spowodowała obniżenie cen energii elektr. o około 20%. Wobec tego wydano nowe „Warunki dostarczania energii elektrycznej”, w których podano już wszystkie ceny energii w złotych. W tych nowych warunkach wszystkie ceny energii uzależniono od klauzuli: 25% mieszanej ceny węgla i 75% złota. Równocześnie wprowadzono nową taryfę do gotowania po 15 groszy za 1 kWh i do ogrzewania po 10 groszy za 1 kWh. W tym samym czasie zmieniono nazwy liczników taryfowo-szczytowych na liczniki ogólnie-szczytowe, ponieważ jedno liczyło liczy zużycie całkowite, czyli ogólne, a drugie — zużycie szczytowe. Pozatem nazwa „licznik taryfowo-szczytowy” stała się nieaktualną, bo przestało obliczać opłatę zasadniczą według taryfy „40 + 4”.

Od 1 kwietnia 1933 r. maksymalna cena 1 kWh do oświetlania (taryfa jednolita) wynosiła 60 gr. Taryfę jednolitą i tę cenę posiadało w roku 1934 tylko około 0,7% wszystkich odbiorców. Reszta odbiorców świetlnych, używając innych taryf, miała przeciętne ceny energii znacznie niższe. Cena 1 kWh szczytowej wynosiła od 1.IV. 1934 r. 51 groszy, a cena maksymalna 1 kWh dla małej siły — 38 groszy. Taryfa „40 kg + 4 kg” miała ceny 85 gr. + 8,5 gr. W poniższej tabeli podajemy przeciętne ceny 1 kWh dla małych odbiorców, osiągnięte w roku 1934.

Statystyka małych odbiorców. Rok 1934.

Rodzaj taryfy	ilość odbiorców	przeciętna cena 1 kWh	U w a g i
1. 85 + 8,5	22	37,6	łącznie z opłatą licznik. Taryfa w likwidacji
2. z opłatą zasadniczą i wskaźn. obciążenia	623	24,0	łącznie z opłatą licznikową
3. ograniczniki	33 814	37,0 18,5	czas użytk. 1500 g. „ „ 3000 g.
4. ryczałt-szczyt.	7 622	27,3	łącznie z opłatą liczn., czas użytk. 2500 godz.
5. ogólnie-szczyt.	1 917	28,0	łącznie z opł. liczn.
6. mała siła	1 393	34,0	„ „ „
7. do gotowania i ogrzewania	50	14,2	„ „ „
8. jednolita maksymalna	332	69,8	„ „ „
	45 773	31,0 lub 21,9	

Zużycie energii przy taryfie ogranicznikowej oblicza się przy przyjęciu teoretycznego czasu użytkowania 1 500 godzin. W rzeczywistości czas ten jest znacznie większy i przekracza często, co sprawdzono badaniami, 3 000 godzin. Wobec tego cena przeciętna 37 gr. dla ograniczników jest ceną teoretyczną, która w rzeczywistości jest znacznie niż-

szą. To samo dotyczy taryfy ryczałtowo-szczytowej, gdzie praktyczny czas użytkowania przekracza 2 500 godzin.

W każdym razie przeciętna cena 1 kWh dla małych odbiorców nie przekracza ok. 25 groszy. Jest to cena stosunkowo bardzo niska, którą mogą posiadać Śląskie Zakłady Elektryczne, mające poza tym duży zbyt energii elektrycznej do celów przemysłowych.

Z początkiem roku 1934 Śląskie Zakłady Elektryczne rozpoczęły na dużą skalę propagandę większego zużycia elektryczności. Względny propagandowy wymagały pewnej reformy taryf i nadania im charakteru więcej zachęcającego. Głównie chodziło o taryfy dla gospodarstwa domowego. W tym celu opracowano poprawkę taryfy ryczałtowo-szczytowej i ogólnie-szczytowej w zastosowaniu do gospodarstwa domowego. Wymienione poprawione taryfy wprowadzono z dniem 1 września 1934 r.

Liczniki ryczałtowo-szczytowe posiadają moc ryczałtową od 120 do 300 W. Przy używaniu aparatów elektrycznych o mocy większej, niż moc ryczałtowa (żelazko 400 W, imbierek 750 W, kuchnia 800 W), przekracza się znacznie moc ryczałtową i licznik wykazuje znaczne zużycie szczytowe, które kosztowało 51 gr. za każdą kWh. Po odliczeniu mocy aparatu, wpadającej w ryczałt, koszt 1 kWh, zużytej przez aparat, wynosi około 30 do 40 gr. Jest to cena stosunkowo dość wysoka, która działała hamująco na używanie aparatów elektr. i większych mocy do oświetlenia. Celem usunięcia tej ze względów propagandowych ujemnej właściwości taryfy, wprowadzono dwa bloki obniżonej ceny zużycia szczytowego na 40, a potem 20 groszy. Odbiorca, który zużyje miesięcznie pewną ilość kWh szczytowych po 40 gr., ma prawo do zużywania dowolnej ilości kWh szczytowych po 20 groszy. Tę obniżkę otrzymują tylko odbiorcy, którzy posiadają aparaty elektryczne (najmniej żelazko). Wielkość I bloku po 40 groszy została uzależniona od wielkości mocy ryczałtowej licznika według następującej tabeli:

Moc ryczałtowa licznika	Miesięczne zużycie szczytowe	
	I blok po 40 gr.	II blok po 20 gr.
120 — 150	4	zużycie przekraczające zużycie I bloku
160 — 190	6	
200 — 240	8	
250 — 300	10	

Przeprowadzona statystyka wykazała bardzo znaczne zwiększenie zużycia szczytowego u odbiorców, którzy

otrzymali powyższą obniżkę. Cena 20 gr. za 1 kWh szczytową nie jest rzeczywistą ceną energii, zużywanej przez aparaty, bo część mocy aparatu wpada w moc ryczałtową licznika. Gdy przyjmiemy, że przeciętnie 25% mocy aparatów wpada w ryczałt, to wtedy cena energii, zużywanej w II bloku szczytowym, wynosi ok. 15 gr. za 1 kWh. Jest to cena, przy której gotowanie elektryczne opłaca się. W ten sposób przeprowadzona poprawka taryfy ryczałtowo-szczytowej upodobniła ją do taryfy blokowej do gospodarstwa domowego, bo opłata ryczałtowa odpowiada I blokowi taryfy blokowej, I blok szczytowy — II blokowi taryfy blokowej, a II blok szczytowy — III blokowi taryfy blokowej. Dla taryfy ryczałtowo-szczytowej wprowadzono jeszcze jedną innowację. Poprzednio opłaty za zużycie ryczałtowe płacili odbiorcy kwartalnie z góry, a opłaty za zużycie szczytowe — miesięcznie z dołu. Obecnie jedne i drugie opłaty płaci się równocześnie miesięcznie z dołu.

Zupełnie podobną poprawkę przeprowadzono dla taryfy ogólnie-szczytowej dla odbiorców, używających energii dla gospodarstwa domowego, przy której po zużyciu pewnej ilości kWh szczytowych po 40 gr. odbiorca może zużywać dowolną ilość kWh szczytowych po 20 gr.

Pozatem zajęto się taryfą ogranicznikową, którą dotychczas używano bez ograniczeń co do mocy w mieszkaniach prywatnych. Ze względów propagandowych wprowadzono ograniczenia w stosowaniu ograniczników (które nie pozwalają na używanie większych aparatów) w tej formie, że obecnie mogą posiadać ograniczniki mieszkania powyżej 2 pokojowe o mocy maksymalnej 100 W.

Poza przeprowadzeniem poprawki taryf szczytowych zachodziła potrzeba opracowania taryfy uniwersalnej dla gospodarstwa domowego, która posiadałaby wszystkie zalety dobrej taryfy i która przy użyciu zwykłego licznika kWh pozwalałaby na używanie po niskiej cenie dużej ilości kWh do wszelkich celów w gospodarstwie domowym, a przede wszystkim do światła, gotowania elektrycznego, werników elektrycznych, drobnych aparatów, chłodziarek elektrycznych i t. p. Jedną z głównych cech tej taryfy miała być zachęta do dużego zużycia.

W tym celu opracowano t. zw. *taryfę gospodarczą*, składającą się ze stałej miesięcznej opłaty zasadniczej, zależnej od ilości izb w mieszkaniu, i z opłaty za pewną ilość kWh, zależnej od wielkości mieszkania, po 15 gr., oraz z opłaty za dowolne dalsze zużycie po 10 gr. Liczby poniższej tabeli charakteryzują tę taryfę.

Ilość izb	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Za każdą dalszą izbę
Miesięczna opłata zas. zł.	1,50	2,50	4	5,50	7,50	9,50	11,50	13,50	15,50	2.00
Ilość kWh po po 15 gr. .	40	65	90	115	140	150	155	160	160	—

Opłata stała ma przedstawiać część opłat za zużycie świetlne i do małych aparatów i odpowiada I i II blokowi taryf blokowych. Opłata stała zawiera również małą opłatę pomiarowo-licznikową. Blok kWh po 15 gr. przedstawia resztę opłat za zużycie świetlne i do małych aparatów, oraz za przyjęte małe zużycie energii do gotowania dla rodziny ok. 4-osobowej. Cena 10 gr. za dowolną resztę zużycia została przeznaczona do dalszego zużycia do gotowania, do werników elektrycznych, do światła, różnych aparatów, do grzewania w zimie, chłodziarek w lecie i t. d. Nie przewiduje się obecnie zupełnie stosowania nocnych wyłączników czasowych do werników elektrycznych o mocy poniżej 2 000 W,

wobec czego taryfa gospodarcza jest uniwersalna i służy przy pomocy zwykłego licznika do pomiaru całkowitej ilości energii, zużywanej w gospodarstwie domowym. Niestosowanie wyłączników czasowych do werników mieszkaniowych uważa się za konieczne, bo ten system ułatwia grzanie wody zarówno w dzień, jak i w nocy, i pozwala na pełne wyzyskanie wernika, co jest b. ważne ze względów na konkurencję piecyków gazowych.

Taryfę gospodarczą stosuje się obecnie tylko próbnie dla odbiorców, posiadających najmniej kuchnię dwupłytkową, piekarnik, całą kuchnię lub wernik.

Obniżka cen węgla, obowiązująca od 1 listopada 1934

r., spowodowała dalsze obniżenie cen energii elektrycznej o ok. 2,5%.

Od dnia 1 stycznia 1935 r. wprowadzono nową znacznie obniżoną taryfę dla „małej siły” o charakterze blokowym. Ceny 1 kWh przy tej taryfie wynoszą:

przy zużyciu mies. od 0 — 250 kWh — 30 gr./kWh,
przy zużyciu mies. od 250 — 500 kWh — 28 gr./kWh,
przy zużyciu mies. ponad 500 kWh — 26 gr./kWh.

Powyższe ceny są niezależne od obciążenia i czasu użytkowania. Są to ceny maksymalne dla siły.

Pozatem dla urządzeń o mocy zainstalowanej silników ponad 6 kW i zużyciu miesięcznym ponad 1 000 kWh wprowadzono taryfę opłat zasadniczych z opłatą 240 zł. za każdy kilowat mocy maksymalnej, wykazanej przez wskaźnik mocy w miesiącu, oraz z opłatą po 10 gr. za każdą zużytą kWh. Taryfa ta znajduje zastosowanie wtedy, gdy daje ceny niższe od cen maksymalnych, podanych poprzednio.

Dla dużych odbiorców stosowano i stosuje się taryfy indywidualne, zbliżone do opisanej taryfy „40 + 4”. Obecnie coraz częściej stosuje się taryfy prostsze z opłatą za moc szczytową i z opłatą za zużyte kWh.

Na tem kończy się historia rozwoju taryf Śląskich Zakładów Elektrycznych w okresie 37-letniej pracy elektryfikacyjnej od r. 1898 do r. 1935. Taryfy „Ślazel” posiadały od samego początku bardzo specjalny charakter, odróżniający je od taryf innych elektrowni. Nie istniała dawniej taryfa jednolita, którą wprowadzono niedawno i którą używa tylko 0,7% małych odbiorców. Taryfy „Ślazel” cechowały zawsze tendencje do ułatwienia odbiorcy zużycia dużej ilości energii po niskiej cenie według zasady: „duży obrót mały zysk”. Wykresy zbytu energii mówią o ogromnym rozwoju przedsiębiorstwa, które objęło obecnie cały centralny i północny obszar Śląska. Ostatnie lata dały duży rozwój elektryfikacji drobnych odbiorców, wstrzymany trochę istniejącym kryzysem gospodarczym. W roku 1931 było przyłączonych tylko 35 000 odbiorców małych, obecnie ilość tych odbiorców przekroczyła 45 000. Rozwój ten należy zawdzięczać korzystnym i niskim taryfom oraz przyłączeniu w ostatnich latach znacznym kosztem, mimo kryzysu, dużej ilości gmin rolniczych północnych powiatów Śląska.

Obecnie „Ślazel” zasila detalicznie:

miasto W. Katowice 18 600 odbiorców, 123 000 mieszkańców;

43 gminy, 27 584 odbiorców, 375 000 mieszkańców;

4 miasta: Chorzów I i II, Lubliniec, Mysłowice i Tarnowskie Góry i 5 małych gmin, z łączną ilością mieszkańców 141 000.

Na zakończenie podajemy spis wszystkich obecnych taryf dla małych odbiorców, zastosowanie ich i ceny obecne, przy mieszanej cenie węgla 19,24 zł/t.

1. *Taryfa 83 gr. + 8,3 gr. z mnożnikiem 500 godzin*, używana do światła przez nielicznych odbiorców, powodowanych dawnem przyzwyczajeniem. Przy tej taryfie stosuje się normalne opłaty pomiarowo-licznikowe dla liczników ze wskaźnikiem mocy, które wynoszą:

za licznik o mocy do 1,2 kW miesięcznie 2,05 zł.
za licznik o mocy do 2,5 kW miesięcznie 3,10 zł.,
za licznik o mocy do 5 kW miesięcznie 4,70 zł.,

za licznik o mocy do 10 kW miesięcznie 6,25 zł.,
za licznik o mocy do 50 kW miesięcznie 15,60 zł.

Rachunki płaci się miesięcznie.

2. *Taryfa z opłatą zasadniczą i licznikiem ze wskaźnikiem mocy* jest używana przez odbiorców, którzy mają stałe obciążenie, jak np. kawiarnie, restauracje i t. p. Przy tej taryfie odbiorca płaci opłatę zasadniczą, wynoszącą 436,17 zł. za moc 1 kW rocznie do obciążenia 500 W, a za część obciążenia powyżej 500 W — 380,09 zł. za każdy kW rocznie. Opłata za każdą kWh, wykazaną przez licznik, wynosi 8,3 gr. Do tego dochodzą normalne opłaty za licznik ze wskaźnikiem mocy. Rachunki płaci się miesięcznie.

3. *Taryfa ryczałtowa z ogranicznikiem*, stosowana dla bardzo małych odbiorców, którzy chcą mieć stałą opłatę, dalej — do oświetlenia klatek schodowych, sklepów i t. d. Wielkość mocy ogranicznika została ograniczona do 100 W w górę dla odbiorców mieszkaniowych. Opłaty przy tej taryfie wynoszą przy założeniu 1 500 godzin użytkowania 498,48 zł. za 1 kW i rok. Pozatem pobiera się dodatkową opłatę od każdego urządzenia, która wynosi 12,46 zł. rocznie. Za udowodnione używanie mocy ogranicznika w czasie dłuższym, niż 1 500 godzin rocznie, pobiera się dodatkowe małe opłaty. Ryczałt płaci się kwartalnie zgóry.

4. *Taryfa ryczałtowo-szczytowa* jest stosowana do mieszkań prywatnych, sklepów i t. p., które nie powinny przekraczać 2 500 godzin rocznego użytkowania mocy ryczałtowej. Opłata ryczałtowa wynosi 623,10 zł. za 1 kW i rok mocy ryczałtowej. Pozatem od każdego urządzenia pobiera się dodatkową opłatę pomiarową w kwocie 6,23 zł. rocznie. Cena 1 kWh szczytowej wynosi 49,8 grosza. Odbiorcy mieszkaniowi, używający aparatów elektrycznych, płacą cenę 40 i 20 gr. za 1 kWh zużycia szczytowego. Rachunki płaci się miesięcznie.

5. *Taryfa ogólnie-szczytowa* jest stosowana dla mieszkań prywatnych, sklepów, restauracji i t. p., które mają duży czas użytkowania. Opłaty przy tej taryfie składają się z 3 opłat: z opłat zasadniczych, jak przy taryfie pod 2), z dodatkiem 6,23 zł. rocznie od każdego urządzenia, z opłaty za zużycie ogólne po 8,3 gr. za każdą kWh oraz z opłaty po 49,8 groszy za kWh szczytowe. Odbiorcy, zużywający energię dla gospodarstwa domowego, płacą za pewną ilość kWh szczytowych po 40 gr., a za resztę — po 20 groszy. Opłaty pobiera się miesięcznie.

6. *Taryfa gospodarcza* (stosowana próbnie) tylko dla gospodarstw domowych. Opłaty składają się z opłaty zasadniczej i z opłat za każdą zużytą kWh po 15 i 10 groszy. Opłaty licznikowej nie pobiera się. Rachunki są płacone miesięcznie.

7. *Taryfa do gotowania po 15 gr. za 1 kWh i taryfa do ogrzewania wody po 10 gr. w czasie nocy*. Licznik zwykajny lub licznik dwuczasyowy. Opłaty miesięczne.

8. *Taryfa jednolita po 58 gr. za 1 kWh*, stosowana dla wyjątkowych odbiorców, którzy zużywają bardzo mało energii. Opłaty miesięczne.

9. *Taryfa dla małej siły, po 30, 28 i 26 gr. za 1 kWh*, względnie 240 zł. za 1 kW rocznie i 10 gr. za 1 kWh. Rachunki płatne miesięcznie. Opłaty za licznik ze wskaźnikiem mocy normalne, opłaty za licznik zwyczajny wynoszą połowę poprzednich.

S E K C J A P R Z E M Y S Ł O W A

PIĘĆDZIESIĄT LAT SPAWANIA ŁUKOWEGO

Inż. W. Kopczyński

Streszczenie. Spawanie łukowe jako wielkie odkrycie polskie, dokonane przez Stanisława Olszewskiego, na tle pięćdziesięciu lat rozwoju.

W roku 1885 w Wielkiej Brytanii dwóch cudzoziemców opatentowało po raz pierwszy spawanie łukiem elektrycznym. Byli to: Stanisław Olszewski i Mikołaj Benardos. Ciż sami w tymże roku opatentowali swój wynalazek w Niemczech za Nr. 38011.

Łuk wytwarzany był między elektrodą węglową i przedmiotem spawanym, do łuku wprowadzana była pałeczka metalowa, prąd stosowany — stały, napięcie biegu jałowego 90 V, natężenie prądu od 250 do 500 A. Prąd pobierany był z prądnicy, połączonej równolegle z baterią akumulatorów. Aby węgiel nie oddziaływał na spoinę, przedmiot był przyłączany do bieguna dodatniego, a elektroda do ujemnego. Stosowany więc był łuk długi dla wygody i możliwości wprowadzania pałeczki metalowej.

Zastrzeżenie obejmowało też elektrody metalowe, otoczone powłoką węglową, oraz przyrząd, zwany elektryczną lutownicą, z dwiema elektrodami węglowymi, pochylonemi ku sobie końcami, z magnesem, odchylającym łuk przy pracy, co stanowiło właściwie istotę zastrzeżenia patentowego w r. 1890, t. j. w pięć lat później, Dr. Zerennera w Berlinie^{*)}. Następne więc wynalazki, zwłaszcza elektrody otulonej, choć znacznie udoskonalonej przez Strohmengera, były już objęte pierwszym patentem Olszewskiego i Benardosa. Takich, którzy udoskonalają pewną ideę zasadniczą, jest zwykle bardzo wielu, lecz tych, którzy tworzą podwaliny nowego procesu — bardzo mało; stanowią oni rzadkie wyjątki i dlatego też nazwiska tych, którzy pierwsi coś odkrywają, pozostają długo w pamięci potomnych.

Początkowo omawiany tu wynalazek miał znaczenie raczej akademickie, gdyż znaczenie praktyczne było nikłe. Proces spawania łukowego wymagał drogiego na owe czasy urządzenia elektrycznego, zużywany zaś prąd był też bardzo drogi, wobec mało ekonomicznych urządzeń. Elektrotechnika stawiała wtedy pierwsze kroki: przed pięciu laty Edison wynalazł dopiero lampę żarową. Groźne dziś zjawisko łuku było również ujarzmiane wtedy do celów oświetlenia. Lecz gdy oświetlenie łukowe zdążyło się już rozwinąć, a następnie przeżyć, to spawanie łukiem jeszcze dziś stawia jak gdyby dopiero dziecięce kroki.

Spawanie elektryczne prowadziło przez długi czas żywot suchotniczy, miało ono wielu entuzjastów, spawających przeważnie wprost z sieci, lecz miało też wielu zdecydowanych przeciwników. Ilość tych ostatnich wzrosła szczególnie z chwilą silniejszego rozwoju spawania gazowego, które zupełnie przytłumiło rozwój łukowego. Hamując też oddziaływało okrywanie zastrzeżenia patentowego i wogóle tego procesu tajemnicą, przez co, jeśli już jedni otrzymywali wspaniałe wyniki, to inni nie wiedzieli nic o spawaniu łukowym.

Wspomnę tu dla przykładu, że ceniony powszechnie autor „Wykładów Technologii Metali”, prof. S. Anczyc, na str. 191 wspomina o procesie Benardosa, jako o spawaniu drogiem i pod wielu względami ustępującem spawaniu gazowemu. Powyższa książka wydana była w r. 1916, t. j. w czasie, gdy w Ameryce spawano już łukowo statki. Niedawno jeszcze, gdy w Niemczech przełamało lody nieufności do łukowego spawania spojenie pancernika „Deutschland”, — u nas jedna z największych elektrowni spawała acetylenem konstrukcje wielkich gmachów swej nowej maszynowni i rozdzielni, płacąc wielkie sumy za tlen i karbid, gdy mogła pobierać zapłatę za prąd, zużywany do własnej budowli.

Wspomnę tu o jeszcze jednej drobnej rzeczy. Wynalazek St. Olszewskiego i M. Benardosa nazywają niektórzy autorzy procesem Benardosa. Sądzę, że na takiej samej zasadzie, my, Polacy, możemy używać skrótów „proces Olszewskiego”. Prawdopodobnie tylko przez przeoczenie lub zgodnie z panującymi wówczas poglądami, bagatelizującymi to spawanie, prof. S. Anczyc nazwał je procesem Benardosa.

Właściwie dogodne warunki do rozpowszechnienia spawania łukowego powstały dopiero w obecnych czasach, przy wielkich mocach, będących do dyspozycji w rozległych sieciach zakładów elektrycznych. Do rozwoju spawania przyczyniły się wydatnie udoskonalenia spawarek, a szczególnie elektrod otulonych. Krokiem zaś decydującym dla powszechnego zastosowania spawania łukowego było racjonalne próbowanie jak spoin, tak i całych konstrukcji.

Ostatnie dziesięć lat zaznaczają się szczególnie silnym wzrostem spawania łukowego. Spawanie łukiem jest obecnie najwięcej uniwersalnym procesem metalurgicznym i jest też najwięcej rozpowszechnionym sposobem łączenia części maszyn. Spoina, ułożona w łuku, staje się nowym elementem maszyny, przy którym „stare” nity i śruby rażą już wielu niedogodnościami. Spoiną w łuku łączymy wielką skalę metalów, od żeliwa do wysokowartościowych nierdzewnych stali. Spawamy łukiem elektrycznym mosty, dźwigi, konstrukcje żelazne, kotły, zbiorniki, rury, okręty, samochody, samoloty, parowozy, wagony, obrabiarki, maszyny elektryczne i wiele najrozmaitszych maszyn i konstrukcji. Niemal cały przemysł przetwórczy metalowy spawa łukiem elektrycznym.

Tak wielkie i różnorodne rozpowszechnienie zawdzięcza spawanie łukowe: wysokim zaletom spoiny, możliwości łatwego dostosowania spoiny do potrzeb i ogromnej taniości tego sposobu. Spawanie łukowe przestało już dawno być modnym wybrykiem fanatyka elektryczności, a stało się procesem codziennego użytku. Początkowo spawanie łukowe zastępowało tylko spawanie acetylenowo-tlenowe, lecz dziś już zakres zastosowania jego znacznie się rozszerza i można przypuszczać, że sposób tańszy i lepszy będzie miał wielokrotnie większe zastosowanie, niż dawniejszy, droższy i gorszy.

Powyższy krótki zarys wskazuje, w co się przetworzyło mało znane odkrycie skromnego polskiego wynalazcy. Wiedzimy, że spawanie łukiem jest wielkim procesem, wypeł-

^{*)} E. A. Atkins. „Electric Arc and Oxy-Acet. Welding” str. 13.

niającym potężną pracę na całym świecie, a więc odkrycie Stanisława Olszewskiego zaliczyć trzeba do największych zdobyczy ducha ludzkiego. Ważne jest tu, że o znaczeniu tego tworu ducha odkrywczego polskiego dowiadujemy się w pięćdziesiąt lat później, i to z książek obcych, co potęguje jeszcze i utrwala jego powagę. Stanisław Olszewski potęgą ducha przerósł współczesnych Mu, a twór Jego ducha i w naszej generacji pozostaje ciągle młodzieńczym, szczególnie zaś młodzieńczym jest w Ojczyźnie wynalazcy. Mimo to pozostaje faktem, że z owoców ducha twórczego polskiego korzysta dziś cały świat uprzemysłowiony. Nie wiemy, czy Stanisław Olszewski miał świadomość wielkiej doniosłości swego odkrycia. Przypuszczać należy, że tak, wynalazcy zwykle uświadamiają sobie wielką wagę ich odkrycia, co podtrzymuje ducha i wzmacnia wytrwałość i odporność na przeciwności losu. Bywa często, że bardzo wielu

wynalazców, wkładających dużo w swe odkrycia, nie jest tak szczęśliwych, aby twór ich ducha tak silnie wpływał na życie ludzkie, jak to ma miejsce ze spawaniem łukowym.

Stanisław Olszewski był tym szczęśliwym. Czcząc pięćdziesięciolecie dokonania wielkiego odkrycia przez naszego rodaka, czcąc będziemy jednocześnie wysiłki wielu naszych rodaków, którym nie przypadł w udziale tak pomyślny los, jak Stanisławowi Olszewskiemu, lecz którzy pograżyli się w mroki niepamięci, a prace ich przechodziły do naszej wiadomości często pod obcymi nazwiskami. Odkrycie to zostało dokonane wspólnie przez Stanisława Olszewskiego i Mikołaja Benardosa. Wiemy, że Stanisław Olszewski był Polakiem; słuszne jest więc, abyśmy, jako Polacy, czcili szczególnie zasługi naszego wielkiego rodaka. Sądzimy, że Mikołaj Benardos w równym stopniu zostanie oceniony przez swych rodaków.

ELASTYCZNOŚĆ ŁUKU ELEKTRYCZNEGO PRZY SPAWANIU

Inż. Wł. Kopczyński

Streszczenie. Elastyczność łuku spawarek jest najczęściej oceniana przez dobrych spawaczy, co wprowadza jednakże niepożądane zawiłkowania. Poniżej podany jest sposób łatwego doświadczalnego określania elastyczności łuku spawalniczego; podane są też wyniki badań dla wyznaczenia czynników, wpływających na elastyczność w transformatorach do spawania.

Łuk spawalniczy jest dla spawacza przyrządem do układania spoiny. Łuk jest małą hutą, w której stapia się metal elektrody i przedmiotu spawanego. Proces hutniczy w łuku, własności metalurgiczne i mechaniczne spoiny zależą w wysokim stopniu od zjawisk elektrycznych.

Chociaż od opatentowania tego wielkiego odkrycia przez Stanisława Olszewskiego i Mikołaja Benardosa upłynęło 50 lat, wiele kwestyj, związanych ze spawaniem łukowym, nie ma jeszcze ostatecznego uzgodnienia. Do kwestyj różnorodnie ujmowanych należy między innymi „elastyczność łuku”. W wielu wypadkach polega się na ocenie tej własności przez spawacza, co jest wysoce niepożądane, gdyż wprowadza czynnik dowolności, który można jednakże zastąpić ściślemi pomiarami.

Łuk daje się rozciągać, jak ciało elastyczne. Np. 3000 V z trudem przebija iskrą warstwę powietrza 1 mm grubości, a łuk daje się w pewnych warunkach wyciągnąć do kilku metrów. Przy spawaniu używa się najczęściej napięcia od 60 do 120 V. Zapalenie łuku następuje przy zwarciu elektrody z przedmiotem spawanym. Odrywając elektrodę od przedmiotu, spawacz tworzy łuk. Spawa się tak krótkim łukiem, jak to jest wogóle możliwe (2–4 mm), przyczem niezależnie od prądu w łuku napięcie na końcach łuku wynosi od 18 do 30 V, zależnie od rodzaju elektrody. Przy wydłużeniu łuku napięcie podnosi się. W pewnych warunkach przy wydłużaniu łuku od 10 lub 15 mm łuk się przerywa, w innych możemy wydłużyć do 50 mm bez przerwy w łuku.

Są wypadki, że spawanie jest różne przy tychże elektrodach na różnych spawarkach, lub odwrotnie — różnymi elektrodami na jednej spawarce.

Łuk jest wogóle zjawiskiem niespokojnym: przez łuk przepływają kropelki roztopionego metalu elektrody, roztopionej otuliny oraz gazy z otuliny. Przepływ kropelek metalu tworzy zwarcia, przepływ natomiast szlaki z otuliny lub pokrycie szlaką spoiny tworzy zwiększenie oporno-

ści, a więc wahania w prądzie. Niekiedy otulina stapia się wolniej, tworząc głęboki lej. Lej ten ochrania ciepnie łuk, lecz przy zbyt wielkiej długości może powodować przerwy w łuku. Łuk, posiadający skłonności do przerw lub wogóle z trudem utrzymujący się, nazywamy „nieelastycznym”, — „elastycznym” zaś łuk, dający się wyciągać. Elastycznością łuku będziemy nazywali możliwość wydłużania łuku.

Elastyczność łuku będziemy mierzili długością, na jaką da się wydłużyć łuk do przerwania.

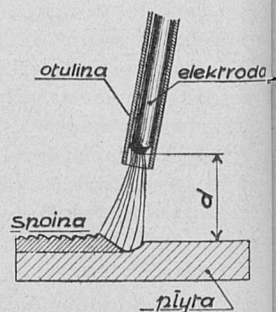
Odstęp „d” w milimetrach (rys. 1) między metalowym końcem elektrody i płytą, przy pionowym położeniu elektrody i samoczynnym wydłużaniu wskutek wytapiania do przerwania łuku, będzie miarą elastyczności. Do ściślejszego ujęcia pomiarów musiałby być ustalone: wielkość prądu w łuku w stosunku do średnicy elektrody, metal elektrody i przedmiotu spawanego.

Rozpatrzmy najpierw pobieżnie, jakie czynniki mogą mieć wpływ na zachowanie zjawiska łuku.

Łuk jest zjawiskiem, przy którym wydziela się wielka ilość ciepła przy wysokiej temperaturze i łuk utrzymuje się tylko przy wysokiej temperaturze. Wszelkie więc czynniki, wpływające na zmniejszenie się temperatury, mogą powodować przerwanie łuku, a więc: zmniejszenie prądu, przepływającego przez łuk, silna przewodność cieplna elektrody lub przedmiotu spawanego, rodzaj otuliny i t. p. Powyższe czynniki mogą być wytworzone przez źródło prądu — spawarkę lub też elektrodę i przedmiot spawany.

Na elastyczność łuku może mieć też wpływ wielkość prądu w stosunku do średnicy elektrody, przy której badamy elastyczność. Przy wydłużaniu łuku oporność łuku wzrasta i prąd maleje. Szybkość malenia prądu może zależeć od charakterystyki prądowo-napięciowej spawarki lub też od dodatkowych oporności, powstających w łuku przy wydłużaniu.

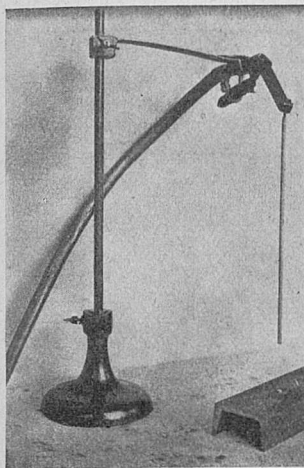
Poniższe badania warunków elastyczności były wykonywane prądem, otrzymywanym z transformatorów do spawania „Elektrobudowy”, S. A. w Łodzi.



Rys. 1.

Pomiary elastyczności.

Do pomiarów elastyczności łuku był stosowany przyrząd, przedstawiony na rys. 2, składający się ze stojaka z umocowanymi kleszczami z elektrodą. Zapłon łuku następował przez potarcie końcem elektrody o płytę. Po zapaleniu się łuku przyrząd był pozostawiany samemu sobie, t. j. spawacz nie dotykał już ręką kleszczy, by nie wpłynąć na odstęp „d” końca elektrody od płyty. Elektroda wytapiała się w ciągu 5 — 10-ciu sekund, zwiększając odstęp „d” do chwili przerwy w łuku.



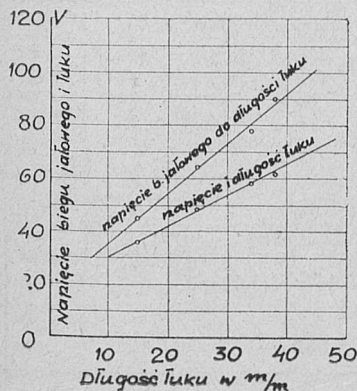
Rys. 2.

W czasie doświadczeń były notowane: prąd, napięcie w czasie przerwy, a następnie odstęp „d”. Notowanie prądu i napięcia w czasie przerwy ma raczej grubo orientacyjne znaczenie, gdyż wskutek szybkich zmian trudno o wartości ściśle. Do ściślejszych należą: notowane napięcia biegu jałowego, prąd zwarcia przy dotknięciu się elektrody do przedmiotu i odstęp „d”.

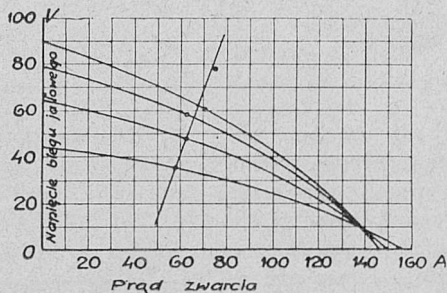
Doświadczenia.

Przy doświadczeniach były częstokroć wytwarzane warunki anormalne, t. j. zbyt wielki prąd w stosunku do średnicy elektrod, lub też zbyt wielkie lub zbyt małe napięcie biegu jałowego, a to w celu określenia wpływu tych warunków na elastyczność łuku.

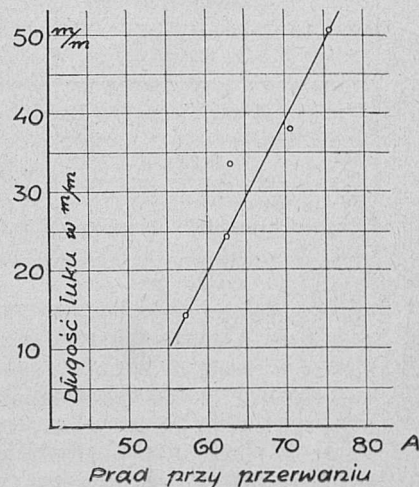
Początkowo był przeprowadzony szereg doświadczeń dla określenia wpływu napięcia biegu jałowego na elastyczność łuku przy równym lub zbliżonym napięciu zwarcia, przyczem napięcie biegu jałowego 123 V było brane wprost z sieci zapomocą dławika o wielkiej oporności urojonej przy małej oporności rzeczywistej. Pomimo dość znacznej przerwy powietrznej w obwodzie magnetycznym dławika



Rys. 3.



Rys. 4.



Rys. 5.

ka przy zmniejszeniu się napięcia dławionego oporność urojona dławika wzrastała nieco, co wpływało na przyspieszenie zmniejszania się prądu w łuku, a więc działało w ujemny sposób na elastyczność łuku.

W tablicy „A” podane są wyniki poszczególnych badań, w tablicy zaś „B” średnie wartości z dwunastu prób,

dokonanych z dwiema elektrodami. W obu wypadkach były używane elektrody tego samego typu i średnicy, wytwórni krajowej, którą oznaczmy literą „K”. Średnica metalowego drutu elektrody wynosiła 2 mm, a średnica wraz z otuliną — 3,25 mm.

Tablica „A”.

Doświadczenie I. Napięcie biegu jałowego 123 V, prąd zwarcia 145 A, elektroda 2/3,25 mm, wytwórni „K”.

Próba	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Średnia wartość
Napięcie łuku V	83	84	77	79	79	75	77	72	79	79	78,4
Prąd w łuku A	65	65	75	71	71	80	81	76	87	86	75,7
Odstęp d w mm	50	55	52	55	51	50	51	53	49	49	50,5

Tablica „B”.

Elektroda 2/3,25 mm, wytwórni „K”; wartość średnia z 12-stu prób.

Doświadczenie	2	3	4	5
Napięcie biegu jałowego V . .	90	78	64	45
Prąd zwarcia A	146	146	150	156
Napięcie w łuku V	61,2	58,2	48,5	35,7
Prąd w łuku przy przerwie A	70,8	63	62,5	57,2
Odstęp „d” w mm	37,8	33,5	24,7	14,8

Jak widać z danych tablicy „A” i „B”, elastyczność łuku, wytwarzanego prądem zmiennym, zależy w silnym stopniu od napięcia biegu jałowego: przy 123 V napięcia biegu jałowego łuk daje się rozciągać średnio do 50,5 mm, a przy napięciu biegu jałowego 45 V łuk daje się wyciągać średnio do 14,8 mm.

Rys. 3 i 4 są wykonane na zasadzie danych tablicy „A” i „B”. Rys. 3 wskazuje, że przy równym prądzie zwarcia elastyczność łuku jest niemal wprost proporcjonalna do napięcia biegu jałowego.

Rys. 4 przedstawia charakterystyki prądowo-napięciowe, wykonane p.g. prądów i napięć, notowanych przy przerwaniu łuku. Zauważymy tu, że charakterystyki te znacznie różnią się od charakterystyk, otrzymanych przy włączaniu zmiennej opor, ności rzeczywistej zamiast łuku. Rys. 4 wskazuje, że przerwanie łuku następuje przy tem

większym prądzie, im wyższe napięcie jest w łuku, t. j. im dłuższy jest łuk.

Rys. 5 wskazuje zależność między długością łuku przy przerwaniu i prądem w łuku w czasie przerwy. Należy jednakże pamiętać, że wszystkie powyższe doświadczenia były wykonywane w warunkach nienormalnych dla elek-

trody 2 mm. a mianowicie przy znacznie większych prądach, niż normalnie przy spawaniu takimi elektrodami.

Doświadczenie 7.

Elektroda 2/3,2 mm, wytwórni „K”, napięcie biegu jałowego 78 V, prąd zwarcia 94 A, napięcie w łuku średnio z 7-miu prób 51 V, prąd w łuku 53,2 A, wydłużenie łuku 26 mm.

W porównaniu z doświadczeniem 3-ciem, tablicy „B”, otrzymujemy przy równym napięciu biegu jałowego zmniejszenie elastyczności przy mniejszym prądzie zwarcia.

Doświadczenie 8.

Napięcie biegu jałowego 88,5 V, prąd zwarcia 120 A, elektroda 2/3,2 mm wytwórni „K”.

Tablica „C”.

	przy łuku			Oporem rzeczyw. drut. zamiast łuku			
Napięcie w łuku V	62	57	62	68	68	62	46
Prąd w łuku A . . .	67	75	66	67,5	68	78,5	99,5
VA	4 130	4 250	4 100	4 600	4 620	4 860	4 580
W	3 600	3 900	3 400	4 600	4 620	4 860	4 580
Wydłużenie „d” mm	39	37	34				
Spółczynnik mocy . .	0,87	0,92	0,85				

Doświadczenia tablicy „C” wskazywały, że przy tem samem napięciu skutecznem w łuku i przy oporze drutowym powstawały pewne różnice w prądzie, t. j. prąd w łuku był nieco mniejszy, niż prąd przy oporze i, jak potwierdzały to badania watomierzem, w łuku powstaje pewien współczynnik mocy prądu. Zauważymy tu, że napięcie w łuku nie jest sinusoidalne: krzywa napięcia jest spłaszczona i prosta symetrii nieco przesunięta względem środka, co przypuszczalnie powoduje wspomniany wyżej współczynnik mocy.

Równanie trzecie jest równaniem krzywych drugiego rzędu. Charakterystyki prądowo-napięciowe byłyby więc elipsami lub kołami.

Dane prób 4-5-6-7 tablicy „C” wskazują lekkie odkształcenie charakterystyki prądowo-napięciowej przy włączeniu oporów rzeczywistych od krzywych drugiego rzędu, a dane prób 1-2-3 przy łuku wskazują na dalsze odchylenie od tych krzywych w łuku. Nie baczając na to, wydłużenie „d” w doświadczeniach 8-em i 7-mem wskazują na znaczną elastyczność łuku.

Dalsze doświadczenia, wykonywane z elektrodami rozmaitych wytwórni, jak krajowych tak i zagranicznych, wykazują elastyczność łuku, większą i mniejszą, niż podane w poprzednich doświadczeniach.

Doświadczenie 9.

Doświadczenie 9 tablicy „D” wskazuje na różną elastyczność łuku przy stosowaniu rozmaitych elektrod. W próbach od 1-ej do 9-ej warunki spawarki były te same: napięcie biegu jałowego wynosiło 80 V, a prąd zwarcia ok. 300 A. Doświadczenia wskazują na wielki wpływ otuliny na elastyczność łuku. Elektrody wytwórni zagranicznej „B” wykazują nieco lepszą elastyczność w próbach 1-ej i 2-ej, niż krajowej „A” w próbie 6-ej, lecz zagraniczne w próbie 4-ej znacznie gorszą, niż krajowe. Elektrody słabo otulone wogóle wykazują mniejszą elastyczność łuku, niż mocno otulone, jak np. wytwórni „E” w próbach 8-ej i 9-ej, lecz zato w próbie 10-ej przy nieco większym napięciu biegu jałowego elektroda w otulinie grubości 0,15 mm wykazuje znaczną elastyczność. Otulina ta różni się w składzie od otuliny w próbach 8-ej i 9-ej. Próba 11-sta wskazuje na znaczną elastyczność łuku elektrody 4 mm przy małym prądzie w stosunku do średnicy elektrody. Prąd zwarcia przy próbie 11-ej wynosił 120 A.

Tablica „D”.

Próba	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Wytwórnia i rodzaj elektrody	Z a g r a n i c z n e				Krajowe			Elektrobudowa			Zagr.
	mocno otulone			śr. otul	mocno otulone			średnio otulone			m. ot.
	B ₁ niebies.	B ₂ czerw.	B ₃ szara	B ₄ żółta	C	A	D	E ₁	E ₁	E ₂	B ₂
Napięcie biegu jałowego V	4/5,6	4/5,5	80	80	80	80	80	80	80	94	94
Średnica elektrody w mm	4/5,6	4/5,5	4/5,8	4/4,6	4/5,2	4/5,8	4/5,7	4/4,3	4/4,5	2/2,3	4/5,5
Napięcie V przy przerwie	56,5	61	51	46	47	55	53	39	43	48	43
Prąd w łuku A przy przerwie	140	117	165	183	179	147	155	220	205	76	77
Wydłużenie średnie d . . .	31,3	29	20	16	14	27	19	12	16	25	22
Wydłużenie maks. i minim.	35/29	33/32	25/16	20/12	20/11	29/20	25/10	15/10	20/10	30/22	24/20

Zauważymy też, że transformatory do spawania posiadają wielką oporność urojoną i małą oporność rzeczywistą. Gdybyśmy przyjęli, że oporność urojona przy pewnym nastawieniu transformatora jest stała X , to przy stałym napięciu V_0 i zmiennej oporności rzeczywistej R , włączanej w obwód prądu, otrzymamy prąd I i napięcie na końcach oporności R , określane następującymi wzorami:

$$I = \frac{V_0}{\sqrt{X^2 + R^2}} \quad (1)$$

$$V = RI = \frac{R V_0}{\sqrt{X^2 + R^2}} \quad (2)$$

z czego łatwo wyprowadzić, że:

$$X^2 I^2 + V^2 = V_0^2 \quad (3)$$

Dla porównania wyników doświadczeń tablica „E” podaje prądy, zalecane przy spawaniu przez różne wytwórnie, w stosunku do średnicy elektrod.

Tablica „E”.

Średnica elektr. mm		1,6	2	2,5	3	3,25	4	5
Wytwórnia	„Arcos” — Belgia A		30 50	50 70		85 115	110 140	140 170
	„Murax” — Anglja A	28	45 50	80 90	100 115		125 140	
	„Böhler” — Niemcy A				80 140		110 190	140 220

Co się tyczy wpływu materiału spawanego na elastyczność łuku, to jest on również znaczny, np. spawanie na miedzi jest bardzo trudne. Łuk na miedzi jest bardzo nieelastyczny; pochodzi to prawdopodobnie z powodu wielkiej przewodności cieplnej miedzi. Jeśli przewodność cieplną srebra oznaczmy liczbą 100, to miedzi będzie — 82,8, a żelaza (stali Bessemera) ok. 8,7, zaś żelaza czystego — 14,7. Wskutek tak wielkiej przewodności cieplnej spawanie miedzi elektrodami miedzianymi otulonymi w zimnym stanie jest prawie niemożliwe, gdyż jeziorko roztopione pod elektrodą nie może się utworzyć i wskutek niskiej temperatury trudno utrzymać łuk, choć spawanie miedzianą elektrodą nad żelazem jest stosunkowo łatwe.

Wpływ rodzaju prądu na elastyczność łuku przy gołych elektrodach jest również znaczny. Prąd stały daje łuk znacznie elastyczniejszy, niż zmienny, czego dowodem jest choćby możliwość spawania na ścianie pionowej lub z dołu do góry elektrodami gołymi prądem stałym, podczas gdy zmiennym nawet spawanie z góry na dół jest utrudnione,

tak iż łuk daje się tu wyciągać najwyżej na 10 mm. Lecz wystarczy pokryć elektrodę gołą jakąś warstwą ochronną, by spawanie było już możliwe. Np. pokrycie rdzą elektrody gołej pozwala już na spawanie prądem zmiennym. Stosowanie elektrod otulonych pozwala na spawanie prądem zmiennym. Przy elastyczności łuku, określanej w sposób wyżej podany, ok. 15 mm, można już wygodnie spawać. Przykłady zaś wskazują, że elastyczność do 30 mm otrzymuje się w normalnych warunkach pracy. Elastyczność do 50 mm można otrzymać w pewnych warunkach.

Powyższe wywody miały na celu wykazanie, że określenie elastyczności łuku jest możliwe. Istnieje więc możliwość sprawdzenia, czy dwie spawarki będą posiadały równe czy też różne oddziaływanie na elastyczność łuku. Istnieje też możliwość dokładnego określenia elastyczności łuku tych czy innych elektrod. Zjawisko łuku jest jeszcze niezbadane, lecz wpływ tych czy innych czynników na elastyczność łuku możemy dość dokładnie ustalić.

BADANIA ŁUKU SPAWALNICZEGO

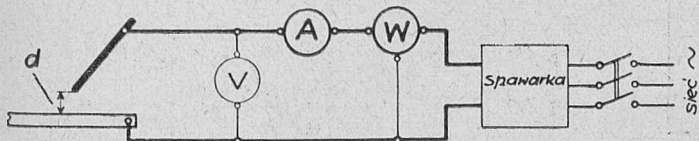
Inż. T. Żarnecki

Streszczenie. Opis doświadczeń, ustalających zależność pomiędzy długością łuku spawalniczego i napięciem, oraz mocą. Spółczynnik mocy. Sprzeczność wyników doświadczeń z wywodami innych autorów. Wnioski.

Doświadczenia.

Do doświadczeń użyto transformatora do spawania (spawarki) firmy „Elektrobudowa” S. A. w Łodzi.

Próby przeprowadzono w układzie rys. 1.



Rys. 1.
Układ połączeń przy badaniu łuku.

Tablica I.

Długość łuku „d” mm	7	9	10	11	12	13	15	16	17	20
Napięcie V	33	33	35	32	34	43	43	43	50	50
Natężenie A	40	40	40	41	40	38	8	37	33	34
Moc W	1 000	1 150	1 140	1 000	1 050	1 160	1 200	1 225	1 275	1 200

Pomiary mocy, prądu i napięcia wykonano przy pomocy przyrządów laboratoryjnych z lustrzaną skalą (prąd przy większym natężeniu — amperomierzem tablicowym). Odległość „d” w mm między końcem elektrody i metalem spawanym mierzono po odłączeniu spawarki od sieci.

Pierwsze pomiary orientacyjne dały wyniki następujące: Co do sposobu przeprowadzenia pomiarów, to na podstawie prób orientacyjnych stwierdzono, że wskazania przyrządów są trudne do bezspornego ustalenia, gdyż wskazówki są stale w ruchu. Odczyt wskazań przyrządów następował albo na sygnał jednej z osób odczytujących, przy czym jednocześnie wyłączano spawarkę, albo też notowano wskazania w chwili, gdy łuk się przerywał wskutek nadmiernego wydłużenia przy wypalaniu się elektrody, unieruchomionej w stojaku.

Ponieważ pomiar mocy watomierzem nie dawał wyników, które można byłoby uznać za zupełnie pewne, pomiaru mocy zaniechano, za wyjątkiem wypadku, gdy chodziło o ustalenie zależności pomiędzy charakterystykami statycznymi spawarki przy łuku i przy oporze praktycznie bezindukcyjnym (wodnym).

Wyniki pomiarów zgrupowano podług wzrastającej odległości „d”, przy czym w tablicach podano wartości średnie, zaznaczając jednocześnie, z ilu pomiarów obliczono średnie wartości.

Dane tablicy II przedstawiają wyniki pomiarów przy samodzielnym wygasaniu łuku. Różne długości otrzymano, zmieniając rodzaj i grubość otuliny przy stałej średnicy (4 mm) metalowego rdzenia elektrody i stałym napięciu biegu jałowego 79 V oraz stałym natężeniu prądu zwarcia 300 A.

Tablica II.

d mm	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	25	26	28	29	30	31	32	33	36	38
V	34	34	40	40	40	41	42	43	44	46	46	49	49	51	52	55	56	59	59	57	58	58	60	61	61	62
A	220	200	214	214	208	200	204	190	190	177	173	162	176	160	160	143	138	112	120	139	139	126	123	125	104	95
Ilość pomiarów	2	2	4	16	26	11	7	12	24	14	4	7	8	18	13	6	10	6	11	11	21	12	4	2	1	1

Tablica III.

Długość łuku „d” mm	14	22	27	31	35	38	40	50	53
V_0	45	65	65	79	79	90	90	123	123
V	36	46	50	57	60	63	65	75	80
A	55	70	56	65	60	71	64	83	70
Ilość pomiarów	16	5	5	7	7	8	6	5	5

Tablica III przedstawia wyniki doświadczeń przy użyciu elektrod o średnicy rdzenia 2 mm i grubości otuliny 0,6 mm. Prąd zwarcia = 150 A; napięcie biegu jałowego było zmienne i zostało uwidocznione w tablicy. Pomiary przy wypalonym łuku.

Tablica IV.

d mm	6	7	8	9	10	11	12	14	15	16	17	18	21	23	25	27
V	27	32	33	33	42	39	43	47	49	45	45	45	54	53	59	53
A	62	62	61	60	58	57	56	56	54	53	55	52	45	47	43	43
W	1 200	1 650	1 750	1 800	1 800	1 750	1 830	1 950	1 800	1 980	1 850	1 950	2 050	2 030	1 850	1 820
VA	1 670	1 980	2 010	2 000	2 440	2 230	2 400	2 630	2 650	2 390	2 400	2 340	2 450	2 490	2 540	2 280
Ilość pomiarów	2	9	10	3	6	8	4	8	16	3	5	5	7	7	5	7

Tablica IV zawiera wyniki pomiarów przy stałym napięciu biegu jałowego $V_0 = 87$ V i stałym prądzie zwarcia $I_z = 72,5$ A. Do 18 mm długości łuku wyniki otrzymano, przerywając łuk i odczytując przyrządy na sygnał osoby odczytującej amperomierz. Wyniki 21–27 mm otrzymano przy wypaleniu się łuku.

Tablica V.

V	—	14	23	42	47	50	60	74	80	86	87,5
A	72,5	70,5	68	60	57	55	47	33	23	7	—
W	—	980	1 565	2 500	2 680	2 750	2 820	2 440	1 840	780	—

Tablica V przedstawia charakterystykę statyczną spawarki przy oporze bezindukcyjnym i napięciu biegu jałowego oraz prądzie zwarcia takim, jak i w tablicy IV.

Tablica VI.

Zmiana napięć i prądów przy stałej długości łuku.

Napięcie	biegu jałowego łuku	V	85	66	76
			22	23	26,6
Prąd	zwarcia łuku	A	76	150	276
		A	70	135	253

W tablicy VI zestawione są wyniki pomiarów przy możliwie stałej długości łuku. Do doświadczenia użyto 4 mm elektrody firmy „Perun”, o grubości otuliny 1 mm. Po zapaleniu łuku elektrodę opierano silnie o płytę, pochylając ją jednocześnie pod kątem 30° względem płyty. Przy większym natężeniu długość łuku mogła być nieznacznie większa od długości przy małym natężeniu; wobec trudności jednak zmierzenia tej długości i przewidywania niewielkich różnic procentowych, dla uproszczenia można przyjąć, że niezmienną długość łuku była zachowana.

Wielkości, podane w tablicy VI, są wartościami średnimi z 15-stu pomiarów.

Długość i napięcie łuku.

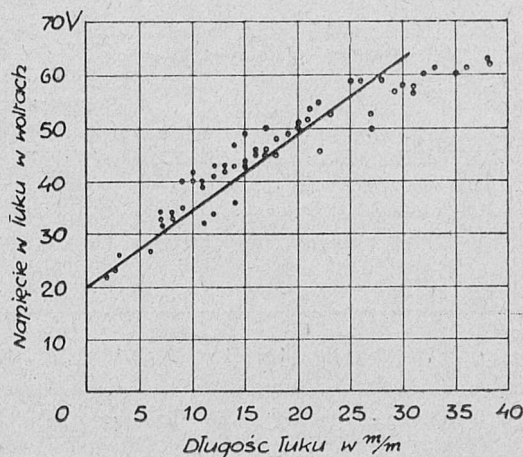
Na rys. 2 w układzie d — V przedstawione są wyniki pomiarów z tablic I — IV i VI. Napięcie wzrasta z wydłużającym się łukiem prawie niezależnie od prądu w łuku, przyczem zależność między napięciem i długością łuku przedstawia z pewnym przybliżeniem linię prostą, przechodzącą przy 1 mm odległości na wysokości 21 V.

Dla porównania z otrzymanymi wynikami na rys. 3 podana jest zależność napięcia i długości łuku prądu stałego podług K. Møllera „Lichtbogenschweissung”, str. 12.

Jak widać z porównania rys. 2 i 3, przebieg zmienności napięcia i długości łuku jest podobny przy prądzie stałym i zmiennym. Napięcie około 20 V, występujące przy długości łuku d = 0, zużyte jest na pokonanie oporu przejścia między

łukiem i końcem elektrody oraz łukiem i „jeziorkiem” roztopionego metalu. Napięcie to jest niezależne od wielkości prądu.

Nawiasem warto zaznaczyć, że zdolność wyciągania łuku prądu zmiennego przy użyciu otulonych elektrod jest znacznie większa od możliwości, jakie dają nam normalne (gołe) elektrody przy prądzie stałym.

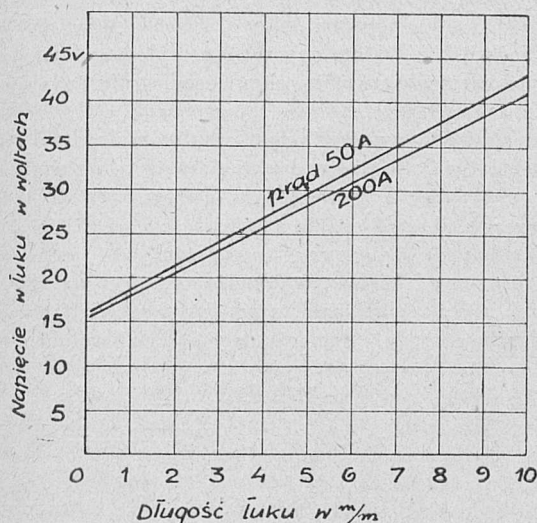


Rys. 2.
Zależność napięcia od długości łuku przy prądzie zmiennym.

Dr. Inż. A. Wacławik w „ETZ” z 1934 r. str. 71, stwierdza, że napięcie łuku maleje przy wzroście prądu, jeżeli długość łuku jest stała. Omawiając tę zależność, podaje rys. 4, przedstawiający hyperboliczny przebieg prądu i napięcia. Inż. I. Krymko powtarza ten rysunek w „Przeglądzie Elektrotechnicznym” z 1934 r. str. 238 i na nim opiera dyskusję nad elastycznością łuku. Z podanego przez K. Møllera rys. 3 można odczytać, że przy przejściu z 50 na 200 A, a więc przy czterokrotnym powiększeniu prądu, spadek napięcia dla 2 mm długości łuku wynosi tylko 3,7%, dla długo-

ści 10 mm tylko 5%. Opierając się na rys. 4, można by przypuszczać, że spadek napięcia będzie większy.

Dr. Inż. Wacławik nie podaje, czy omawiane krzywe są wynikiem doświadczeń, czy też rozważań teoretycznych. Brak skali na rys. 4 nie pozwala na stwierdzenie, w ja-



Rys. 3.

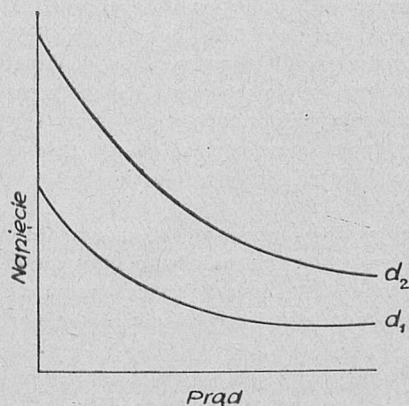
Zależność napięcia od długości łuku przy prądzie stałym.

kim stopniu krzywe te odpowiadają temu zakresowi zmienności, z którym mamy do czynienia w łuku spawalniczym.

Pomiar długości „d” przy normalnym krótkim łuku jest bardzo trudny przy spawaniu gołymi elektrodami. Przy spawaniu maszynowym można tę odległość ustalić w pewnych warunkach, lecz wielkie tańczące krople, zbierające się na końcu elektrody, nie pozwalają na ścisłe określenie tego odstepu. Przy użyciu elektrod otulonych koniec elektrody w czasie spawania otrzymuje kształt więcej ustalony.

Pomiar napięcia i prądu przy pomocy oscylografu dałby ścisłejsze wyniki, niż w opisanych wyżej doświadczeniach, brak jednak sposobu ścisłego pomiaru długości łuku przy krótkim łuku.

Zgodność wyników doświadczeń tablic I — IV i VI w ogólnej ilości około 450, pozwala na przypuszczenie, że wyniki te nie są przypadkowe, nie potwierdzają one jednak przebiegu zmiany napięcia i prądu wg. rys. 4.

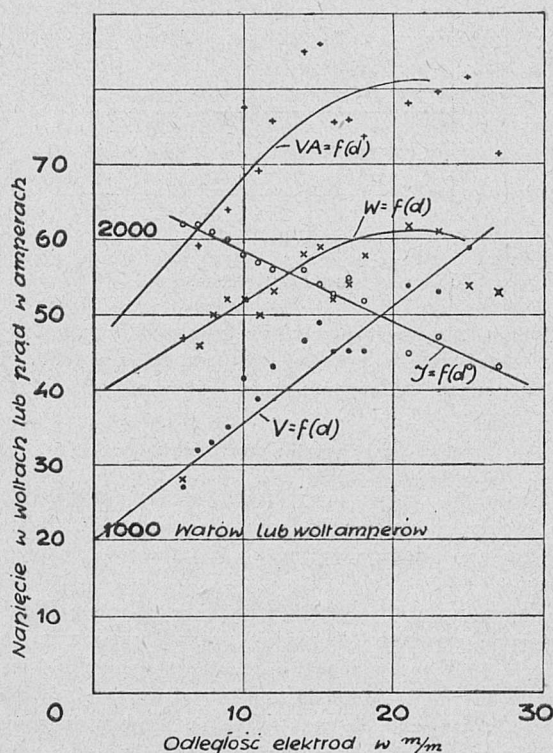


Rys. 4.

Zależność napięcia od prądu w łuku podług A. Wacławika.

Były robione próby spawania prądem około 12 A w łuku: napięcie przy elektrodach otulonych o średnicy 1,2 mm i krótkim łuku wynosiło ok. 25 V, t. j. tyle, ile otrzymywano i przy wielkich prądach i grubszych elektrodach.

Póki ścisłejsze badania łuku spawalniczego nie ustalą zależności między prądem i napięciem w łuku przy stałej długości łuku, można przypuszczać, że wyniki podanych doświadczeń są słuszne. Zależność, podaną na rys. 4, należałoby więc postawić pod znakiem zapytania.



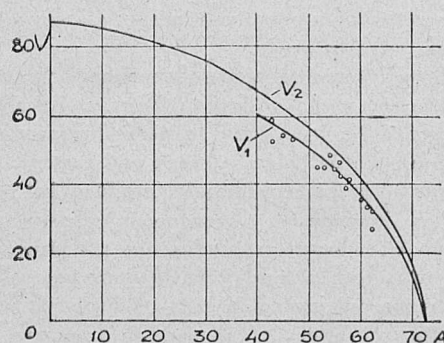
Rys. 5.

Charakterystyka spawarki prądu zmiennego w funkcji długości łuku.

Długość i moc łuku.

Na rys. 5 przedstawiona jest zmienność napięcia, prądu, woltamperów i mocy łuku w funkcji jego długości wg. danych tablicy IV. Rys. 6 przedstawia charakterystyki spawarki w funkcji natężenia prądu przy łuku V_1 i przy oporze bezindukcyjnym V_2 .

Moc wzrasta z długością łuku i w granicach do 20 mm wyrażona jest prostą. Gdy zwrócimy uwagę, że cała energia

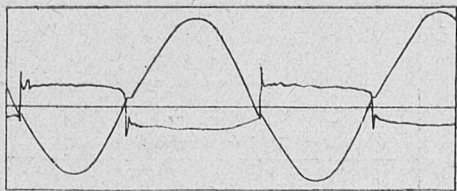


Rys. 6.

Charakterystyka spawarki przy łuku (V_1) i przy oporze bezindukcyjnym (V_2).

elektryczna w łuku zmienia się w ciepłą, to stwierdzimy, że w chwili zetknięcia elektrody z masą metalu spawanego, ciepło wydziela się w punkcie zetknięcia; przy wydłużającym się łuku, oprócz nagrzewania metalu i elektrody, nagrzewa

się powietrze, jednocześnie moc rośnie. Przyjmując, że ilość ciepła wydzielonego na końcu elektrody i na masie nie zmienia się przy wydłużającym się łuku, przypiszemy wzrost mocy rosnącemu nagrzewaniu powietrza. Przy 6 mm łuku około 20% dostarczonej do łuku energii będzie zużyte na niepro-



Rys. 7.

Oscylogram prądu i napięcia przy łuku prądu zmiennego według Mellera.

dukcyjne nagrzewanie powietrza. Na rys. 5 widzimy krzywą mocy, leżącą poniżej krzywej woltoamperów w łuku. Mamy więc tu pewien współczynnik mocy, różny od 1.

Spółczynnik mocy łuku.

Poszukując przyczyny występowania $\cos \varphi$ w łuku, podano oscylograficznemu badaniu przebieg łuku. Jednocześnie szukano doświadczalnego wyjaśnienia następującej sprawy.

Paterson na str. 32 „Handbook for Electric Welders”, wyjaśniając zjawisko łuku przy prądzie zmiennym, mówi: „napięcie 20 V jest niezbędne do utrzymania łuku i jest jasne, że gdy napięcie spada poniżej tej wartości, to łuk gaśnie. Wynika z tego, że przy spawaniu prądem zmiennym w równych odstępach czasu następują chwile, gdy napięcie jest zawarte pomiędzy 20 i -20 V; w tym momencie prąd w łuku nie będzie płynął”. Dalej Paterson na podstawie porównania sinusoid dowodzi, że okres gaśnięcia łuku jest tem większy, im niższe jest napięcie maksymalne biegu jałowego. Gaśnięcie łuku powoduje trudności w spawaniu gołymi elektrodami przy prądzie zmiennym. Meller, we wspomnianej już książce „Lichtbogenschweissung”, podaje na str. 13 oscylogram (rys. 7) napięcia i prądu w łuku. Napięcie jest tu silnie odkształcone.

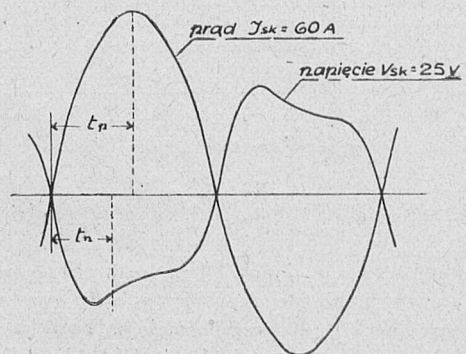
Na początku półokresu widoczne jest wyraźne ostrze „zapłonu”, poczem napięcie z drobnymi wahaniami utrzymuje się na stałej wysokości. Prąd ma charakter sinusoidalny z lekkim odkształceniem w chwili ostrza dla krzywej napięcia; odkształcenie to następuje po przejściu przez zero i nie jest przerwaniem przepływu prądu, ale chwilowym zahamowaniem wzrostu prądu.

Oscylografowanie przeprowadzono oscylografem pętlicowym Siemens w Laboratorium Państw. Szkoły Przem. Techn. w Łodzi. Napięcie łuku za pośrednictwem potencjometru przenoszono na jedną z trzech pętlic oscylografu, natężenie prądu — przez transformator prądowy lub bocznik na drugą pętlę. Różnicy we wskazaniach, zależnie od użycia bocznika lub transformatora prądowego, nie zauważono.

Otrzymany oscylogram, przedstawiony na rys. 8, wskazuje na znaczne odkształcenie krzywej napięcia, przy regularnej (podług obserwacji) sinusoidalnej prądowej. Przesunięcia punktu przejścia przez zero krzywej prądu i napięcia nie zauważono. Oscylogram długiego i krótkiego łuku różnił się tylko wysokością amplitud prądu i napięcia, ale nie charakterem krzywych.

W porównaniu z krzywą napięcia, podaną przez Mellera, różnica polega na złagodzeniu ostrza zapłonu i większej

wysokości w pierwszym ćwierćokresie w porównaniu z drugim. Krzywa prądowa nie wykazywała żadnych odkształceń, ani w chwili przejścia przez zero, ani nawet w chwili osiągnięcia wartości zapłonu przez krzywą napięcia. Prąd wzrastał od wartości ujemnych do dodatnich nieprzerwanie, niezależnie od chwilowej wielkości napięcia. Dla sprawdzenia, czy przyczyną utrzymania łuku nie jest otulina elektrody, spawano krótkim łukiem naprzemian drutem gołym i otulonym, przyczem obserwujący ekran oscylografu żadnych różnic nie zauważyli. Jedynym zauważonym odkształceniem krzywej prądu była niejednakowa amplituda dodatnia i ujemna, łuk miał więc w pewnym, acz nieznacznym stopniu, charakter wentylowy. Przyczyną tego jest prawdopodobnie niesymetryczne ukształtowanie elektrod: cienki drut i blacha żelazna. Poszukiwanej przez nas przyczyny występowania $\cos \varphi$ różnego od 1 upatrywać możemy w kształcie krzywej napięcia. Mimo wspólnych punktów przecięcia osi czasu przez krzywe prądu i napięcia, moment maksimum nie jest



Rys. 8.

Oscylogram prądu i napięcia przy łuku prądu zmiennego.

jednoczesny, dla napięcia następuje on wcześniej, niż dla prądu. Odcięta środka ciężkości pola, zawartego pomiędzy sinusoidalną krzywą prądu i osią czasu t_p , jest większa, niż odcięta odpowiedniego punktu pola, zawartego pomiędzy odkształconą krzywą napięcia i osią czasu t_n . Jest to jednoznaczne z opóźnianiem się równoważnego prądu sinusoidalnego względem sinusoidalnego napięcia, współczynnik mocy leży w granicach 0,8 — 0,95.

Wnioski.

Z podanych wyżej opisów doświadczeń najważniejszą sprawą dla praktyków w dziedzinie spawania jest wzrost napięcia i mocy przy wydłużającym się łuku. Pomijając gorsze wtopienie spoiny w metal spawany i niepotrzebnie większy obszar nagrzewania metalu przy długim łuku, sam względ na ekonomiczną stronę spawania skłania do spawania krótkim łukiem, ze względu na zmniejszanie się strat cieplnych przy malejącej długości łuku.

Dla elektryków ciekawym być może fakt nieprzerwanego przepływu prądu sinusoidalnego przy spawaniu łukiem prądu zmiennego. Umożliwia to prowadzenie niezrywającego się elastycznego łuku i otrzymanie równomiernie wtopionej spoiny.

Nie bez znaczenia jest również umiejscowienie przyczyny $\cos \varphi$ w samym charakterze łuku — w kształcie krzywej napięcia.

Spawanie elektryczne jest dziedziną, której całości części nie ogarnia ani elektryk-teoretyk, ani metalurg-praktyk; wpływa to na wytwarzanie się teorii i opinii, nie wytrzymujących „ogniowych” prób doświadczeń.

SPOINA I OTULINA ELEKTROD

Inż. Maksymiljan Dziergowski

Streszczenie. Wyniki prób wytrzymałości spoin, otrzymanych z elektrod otulonych, w zależności od składu otuliny.

Wielki rozwój spawania łukiem elektrycznym zawdzięczamy elektrodom otulonym. Otulina pozwala na otrzymywanie spoiny o najrozmaitszych własnościach od miękkich do wysokowartościowych gatunków stali. Przez skład otuliny w znacznym stopniu możemy oddziaływać na spoinę.

Do wszelkich poważnych robót używa się elektrod otulonych i można przypuszczać, że dalsze udoskonalenie spawania łukowego zależy od ich ulepszenia.

Poza zagadnieniem wyrobu elektrod drogie dla spawania wyższych gatunków stali istnieje zagadnienie taniej, samodzielnie wykonanej elektrody, ściśle związanej z dalszym i silniejszym rozpowszechnieniem spawania łukowego.

Jak wiadomo, dotychczas najtańszym było spawanie gołymi elektrodami prądem stałym, lecz możliwości elektrod gołych są mocno ograniczone. W łuku składniki dobrej elektrody ulegają wypalaniu, a działanie azotu czyni spoinę kruchą, podczas gdy tania elektroda otulona daje spoinę miękką i ciągliwą. Dla konstruktora ważnym jest, aby spoina nie była kruchą i pękającą od uderzeń lub wstrząsów.

Sądzić można, że tylko badania wpływu tej czy innej otuliny na własności spoiny mogą doprowadzić do poważnego posuwania się naprzód spawania elektrycznego łukiem. Zagadnienie otuliny jest często poruszane w prasie technicznej, lecz w oświetleniach mocno sprzecznych, co w wielu wypadkach przypisać należy tendencjom, nie mającym nic wspólnego z prawdą techniczną, lub naukową. Spawanie łukiem zaczęło się rozwijać dopiero z chwilą, gdy badanie spoin stało na właściwym gruncie: gdy tylko doświadczenia i wytrzymałość spoin określały dobroć tego czy innego środka, gdy osiągnięto zgodność wyników w wielokrotnie powtarzanych doświadczeniach i gdy poza badaniem spoin badać zaczęto części konstrukcji i całe konstrukcje.

Wobec wielkiego wpływu otuliny na własności spoiny kwestia zależności spoiny od otuliny staje się może najciekawszym zagadnieniem w sprawie spawania łukowego i dlatego pragnę poniżej przytoczyć wyniki prób określenia tej zależności. Wspomnę tu jednocześnie, że były robione również liczne próby określenia wpływu wielkości prądu w łuku na wytrzymałość spoiny, lecz, niestety, wszystkie doświadczenia musiały być odrzucone wobec stwierdzenia wpływu czynników innych, a mianowicie wpływu grubości spawanych prętów na wytrzymałość przy zgięciu, oraz dobroci wykonania spoiny przez spawacza. Okazało się bowiem, że przy zginaniu blach do 3 mm grubości występują mniejsze siły, niż przy zginaniu grubszych blach. Robiono też próby przy elektrodach 4 mm-owych różnych wytwórni prądami od 100 do 200 A w łuku z różnorodnym skutkiem. W doświadczeniach dążono do ustalenia wpływu prądu na wytrzymałość spoiny. Wytrzymałość spoiny określana była przez próbę wstępną zginania pod kątem 90 w spoinie. Wiele próbek przy prądzie wzrastającym powyżej 130 A dawało złe wyniki, a kilka próbek przy prądzie ok. 110 A dało wyniki dobre. Ogółem przeprowadzono ok. trzydziestu prób, które miały wskazywać, jakoby prąd powyżej 120 A przy 4 mm elektrodzie dawał przepaloną spoinę. Niestety jednak, na wniosek ten nie pozwalały dalsze badania, które dawały dobre wyniki przy 200 A w łuku, przy zastosowaniu elektrod 4 mm-owych.

Próby powyższe wykazują, jak wiele czynników ma tu wpływ i jak trzeba być ostrożnym przy wyciąganiu wniosków. Sądzićby można, że jeśli na dziesięć doświadczeń dwa dadzą dodatnie wyniki, to kwestję należy uważać za możliwą i tylko, jeśli żadne doświadczenie nie udaje się lub udaje się z wielkimi trudnościami, należy uważać warunki za niemożliwe lub trudne.

I grupa doświadczeń.

Zaczęliśmy od prób utrzymania łuku przy pomocy elektrody gołej. Próby te dokonywane były elektrodami różnej grubości, od 1 do 4 mm, głównie zaś 2 i 4 mm-owymi. Były one powtarzane przez trzech spawaczy.

Przy stosowaniu prądów jak do elektrod otulonych próby te nie udawały się.

Przy zwiększaniu prądów do 140 A przy 2 mm-owej elektrodzie oraz do 260 A przy 4 mm-owej elektrodzie łuk z trudnością wprawdzie, lecz można było zapalić i utrzymać.

Udało nam się otrzymać w ten sposób spoiny do 3 cm długości elektrodą 2-mmową i do 5 cm — elektrodą 4 mm.

Łuk zapalał się i gaśił niezależnie od woli spawającego, był syczący, bardzo trudny do utrzymania i rozpryskiwał metal. Przy krótkim nawet spawaniu elektrody nagrzewały się do czerwoności.

Można było zauważyć, że zapalanie się łuku jest tem łatwiejsze, im większym prądem próbowano spawać.

Przy dalszych doświadczeniach w tejże grupie usiłowaliśmy określić, czy materiały, z których mieliśmy zamiar tworzyć otulinę, wpływają dodatnio na trwałość łuku i w jakim stopniu. Przygotowaliśmy w tym celu kilka rodzajów elektrod otulonych. Każdy rodzaj posiadał otulinę, zrobioną tylko z jednego materiału, przyczem masa na otulinę była mieszaniną wody z danym materiałem. Aby otrzymać otulinę, maczano drut w masie i suszono. Otulina, otrzymana w ten sposób, miała grubość ok. 0,3 mm i była w większości wypadków bardzo nietrwała, odpadająca nawet przy słabych uderzeniach.

Tabela poniższa przedstawia wyniki prób, dokonanych z ośmioma różnymi elektrodami.

Tabela 1.

Nr	Skład otuliny	Jakość otuliny	Trwałość łuku
1	Tlenek magnezu	Miękka, ścieraj. się	Długotrwałą *)
2	Szlamkreda	" " "	"
3	Cement	" " "	"
4	Gips	Trwała, nieścieraj. się	"
5	Szkoło wodne	" " "	Krótkotrwałą
6	Dekstryna	" " "	"
7	Grafit	Miękka, ścieraj. się	Pośredni
8	Węgiel drzewny	" " "	"

Krótkotrwałość łuku, otrzymywanego elektrodami Nr. 5 i 6, pochodziła prawdopodobnie z różnicy między szybkością spalania się otuliny i topienia się elektrody. Otulina, spalając się szybciej, pozostawiała elektrodę obnażoną — stąd przerwa.

Próby powyższe, jak i podobne, wykonywane z innymi materiałami, skłaniają do twierdzenia, że każda otulina w

*) Łuk najłatw. do utrzymania.

sposób mniejszy lub większy wpływa dodatnio na podtrzymanie łuku.

Próby te były również dla nas podstawą do dobierania różnych materiałów celem otrzymania odpowiednich elektrod otulonych. Elektrody takie udało nam się otrzymać po przeprowadzeniu całego szeregu doświadczeń i z niemi to już zostały wykonane doświadczenia II grupy.

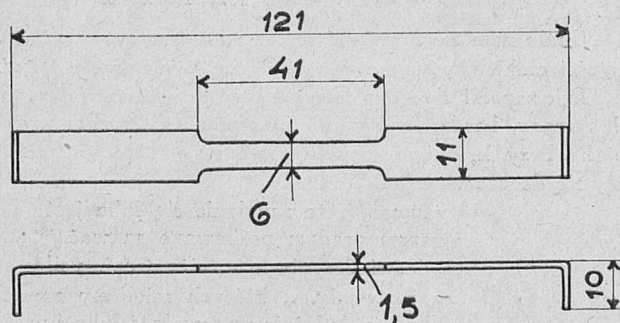
II grupa doświadczeń.

W drugiej grupie doświadczeń chodziło nam o stwierdzenie, czy elektroda otulona własnego wyrobu, a więc i tania, może zastąpić kosztowną elektrodę fabryczną i w jakich wypadkach.

Sądziliśmy, że najlepsze rozwiązanie tego zagadnienia będzie można otrzymać, porównyując wytrzymałość spoiny z wytrzymałością spawanego materiału.

Pierwszymi próbami, jakim poddałymi spoiny wykonane naszymi elektrodami, były próby wytrzymałości na zrywanie i zginanie.

Do prób wytrzymałości na zrywanie używaliśmy dźwigni dwuramiennej, wykonanej we własnych warsztatach. Próby te wykonane były na próbkach z blachy 1,5 mm grubości, o kształcie i wymiarach, jak na rys. 1 w sposób



Rys. 1.

następujący: z arkusza blachy wycinano dwa kawałki o wymiarach ok. 70 × 150 mm. Następnie spawano je na styk bez ukosowania; z otrzymanego w ten sposób kawałka blachy, rys. 2, odcinano paski o szerokości 11 mm. Z pasków wykonywano próbki w ten sposób, aby spoina była zawsze na środku zwężonej części próbki. Wykonywaliśmy zazwyczaj próbki trzech rodzajów:

- 1) próbki, wycinane wprost z blachy niespawanej, aby móc ocenić wytrzymałość samego materiału;
- 2) próbki, wycinane z blachy spawanej ze szwem nienaruszonym;
- 3) próbki, wycinane z blachy spawanej ze szwem, spiłowaną do grubości blachy.

Pierwsze próby dla orientacji wykonaliśmy na próbkach z blachy żelaznej, spawanych elektrodami Boehlera. Dały one wyniki, podane w tabeli poniższej:

Tabela 2.

Nr.	Wytrzymałość próbek bez spoiny kg/mm ²	Wytrzymałość prób ze spoiną nienaruszoną kg/mm ²	Miejsce zerwania obok lub na spoin.	Wytrzymałość próbek ze spoiną spiłowaną kg/mm ²	Miejsce zerw. obok lub na spoin.
1	35	33,5	obok	31,5	obok
2	37,7	33	"	31,5	"
3	33,5	31	"	31,5	"
4	37	35,5	"	31,5	"
5	33,5	34,5	"	31,5	"
6	34,5	35	na sp.	31	"
7	—	36,5	" "	31	"

Próby następne wykonaliśmy również na próbkach z blachy żelaznej, jednak spawanych elektrodami 22 mm z otuliną wg. dalej podanego składu. Dały one wyniki następujące:

Tabela 3.

Nr.	Wytrzymałość próbek bez spoiny kg/mm ²	Wytrzymałość prób ze spoiną nienaruszoną w kg/mm ²	Miejsce zerwan. obok lub na spoin.	Wytrzymałość próbek ze spoiną spiłowaną w kg/mm ²	Miejsce zerwania obok lub na spoin.
1	38,3	37,5	obok	30,5	obok
2	37,5	24,5	na sp.	31,5	"
3	37,5	37	obok	31,0	"
4	38,3	37	"	28,5	na sp.
5	37,5	36,5	"	33	obok
6	38,3	37	"	32,4	"
7	38,3	42,2	"	32,4	"
8	37,5	41,7	"	32,4	"
9	—	—	"	32,4	"

Chcąc poddać spoinę otrzymaną temi samymi elektrodami, co i w doświadczeniach powyższych, jeszcze większym naprężeniem, wykonaliśmy następne doświadczenia z blachą z miękkiej stali. Wyniki otrzymaliśmy następujące:

Tabela 4.

Nr.	Wytrzymałość próbek bez spoiny kg/mm ²	Wytrzymałość próbek ze spoiną spiłowaną kg/mm ²	Miejsce zerwania obok lub na spoinie
1	59,5	59,5	obok
2	60	60	"
3	59,5	62	"
4	59,5	61,5	"
5	58,8	61,8	"
6	58,8	59,5	"
7	—	59,5	"
8	—	60	"
9	—	—	na sp.

Wszystkie powyższe próby wskazywały, że wytrzymałość spoiny na rozerwanie wynosiła 100% wytrzymałości materiału macierzystego.

W doświadczeniach tych próbki zrywały się w miejscach oddalonych ok. 10—15 mm od spoiny, z wyjątkiem, rozumie się, wypadków, gdy zerwanie następowało na spoinie. Wnioskujemy stąd, że zrywanie nie następowało z przyczyny zbytniego nagrzania się materiału przy spawaniu w pobliżu spoiny, lecz dzięki przekroczeniu granic wytrzymałości macierzystego materiału.

Następną serją doświadczeń były doświadczenia na zginanie. Wykonywaliśmy je również początkowo z blachą żelazną 1,5 mm grubości, ze spoiną nienaruszoną. Paski blachy, szerokości od 5 — 150 mm usiłowaliśmy złamać na spoinie. W tym celu umocowywaliśmy je w imadle trzema różnymi sposobami:

- 1) umocowanie w odległości 10 — 30 mm od spoiny;
- 2) umocowanie tuż pod spoiną;
- 3) umocowanie na spoinie.

W pierwszym wypadku blacha pękała tuż nad miejscem umocowania. W drugim wypadku blacha pękała również tuż nad miejscem umocowania, jednakże pod, a nie na spoinie. W trzecim wypadku blacha pękała nad spoiną w odległości różnej — od 5 do 15 mm.

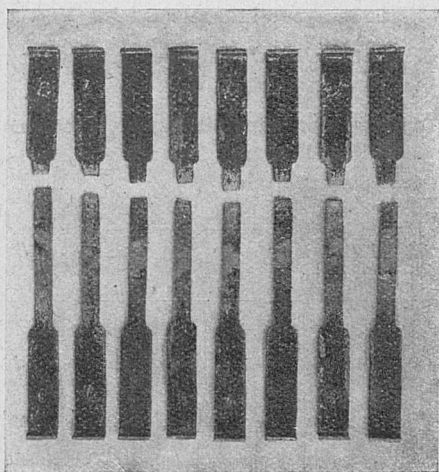
W doświadczeniach powyższych blacha pękała dopiero po wielokrotnym przeginianiu jej w jedną i drugą stronę. Wypadki pęknięć na spoinie były rzadkością.

Doświadczenia na zerwanie i zginanie, powtarzane wielokrotnie i z tym samym skutkiem, upoważniają nas do twierdzenia, że spoina wykonana taniem elektrodami, z otuliną według podanego niżej składu, jest wytrzymalsza, jeżeli chodzi o blachę żelazną 1,5 mm grubości, od samego materiału spawanego, może więc w zupełności zastąpić drogą elektrodę fabryczną.

Materiały, wchodzące w skład otuliny elektrod, jakimi wykonywaliśmy powyższe próby, są następujące:

- 100 g szlamkredy,
- 20 „ grafitu,
- 18 „ szkła wodnego,
- 125 „ wody.

Szkło wodne należy rozpuścić w wodzie i płyn otrzymany wlać do szlamkredy i grafitu, uprzednio dobrze wymieszanych. Otrzymuje się w ten sposób po wymieszaniu gęsty płyn. Druk, zanurzony i po wyjęciu wysuszony, otrzymuje trwałą, jasno — szarą otulinę, grubości ok. 0,3 mm.



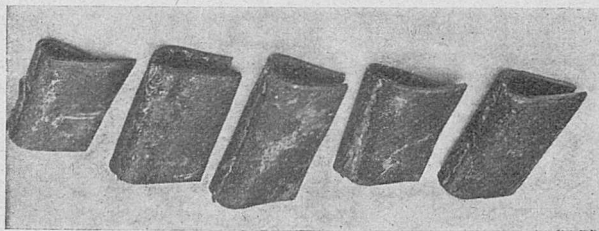
Rys. 2.

Rys. 2 przedstawia osiem próbek blachy stalowej 1,5 mm, o spoiwonej spoinie, zerwanych obok spoiny w znacznej odległości, 10 — 15 mm.

Rys. 3 przedstawia pięć próbek, o grubości od 3 do 5 mm, spojonych elektrodami otulonymi o podanym wyżej składzie otuliny, a rys. 4 — podobne cztery próbki, z których dwie lewe pękły na spoinie.

Próby z blachami 1,5 mm dały więc wyniki nadspodziewanie dobre, co, być może, przypisać należy też specjalnej konstrukcji transformatorów, zastrzeżonej w Urzędzie Patentowym przez „Elektrobudowę”, pozwalających na

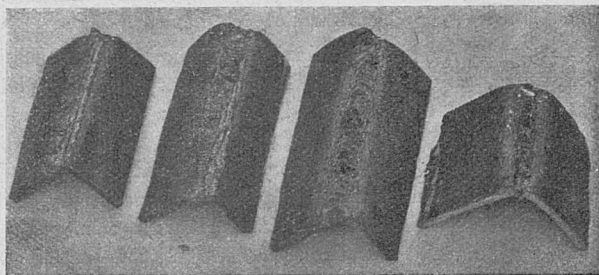
układanie tak silnych spoin. Wytrzymałość spoiny, ok. 100% wytrzymałości materiału macierzystego, jest wynikiem, którego nawet najwięcej przereklamowanymi przyrządami do spawania nie daje się osiągnąć, np. przy spawaniu w wodorze.



Rys. 3.

Próby wytrzymałości spoiny na zginanie przy blachach 3 — 4 i 5 mm w połączeniu na styk z ukosowaniem i bez ukosowania dawały również wyniki zadawalniające, lecz początkowo bardzo wiele prób było nieudanych, tak, iż przypuszczać można, że przedstawione tu próbki na rys. 4 świadczą o wartości spoin, wykonanych samodzielnie. Spoina jest miękka, daje się łatwo obrabiać pilnikiem i wytrzymuje poważne naprężenia. W wielu wypadkach przy doświadczeniach pękała nie spoina, lecz materiał macierzysty ściśle przy spoinie, t. j. w miejscu najczęściej uszkodzonym przez temperaturę spawania.

Zagadnienie elektrod otulonych jest wielkiej wagi w dziedzinie spawania łukowego; od udoskonalenia elektrod lub otuliny zależy postęp i dalszy rozwój spawania łukiem.



Rys. 4

Poza pracami, prowadzonymi w wielkich zakładach metalurgicznych nad wyrobem elektrod otulonych, niezbędne są prace nad wyrobem elektrod tanich dla rozszerzenia i uprzystępnienia spawania elektrycznego najmniejszym pracownikom ślusarskim lub kowalskim.

SEKCJA KOMUNIKACYJNA

TARYFY TRAMWAJÓW I KOLEI DOJAZDOWYCH

Inż. Tadeusz Baniewicz

Streszczenie. Kalkulacja kosztów przejazdu. Taryfa. Systemy taryfowe. Metoda d-ra Patza obliczania gospodarczo najkorzystniejszej taryfy. Wyniki osiągnięte w przedsiębiorstwach polskich przy dostosowaniu taryfy do zdolności płatniczej ludności.

Opłaty, pobierane przez przedsiębiorstwa komunikacyjne, jak zresztą przez każde przedsiębiorstwo handlowe, muszą być ustalane w takiej wysokości, żeby pokrywały koszty eksploatacji łącznie z podatkami, oraz żeby nadwyżka eksploatacyjna wystarczyła na oprocentowanie i umorzenie zaciągniętych pożyczek, na odnawianie urządzeń, wreszcie — na oprocentowanie kapitału zakładowego i ew. umorzenie jego, o ile przedsiębiorstwo po ekspirowaniu koncesji przechodzi bezpłatnie na rzecz Państwa lub gminy.

Opłaty te są oparte na taryfach, t. j. na opłacie za jednostkę przebiegu; za jednostkę przebiegu dla ruchu osobowego, o którym tylko będzie mowa w niniejszym referacie, przyjmuje się zwykle pasażero-kilometr.

Przy ustalaniu taryf dla przedsiębiorstw komunikacyjnych należy mieć na względzie specjalny charakter „towaru”, stanowiącego przedmiot ich handlu.

Towarem tym jest „przejazd”, a jednostką jego „miejso-kilometr”, a więc towar, który niezużytkowany ginie bez możliwości przechowania go i odzyskania chociażby części jego wartości. Nie wystarcza więc li tylko określić koszt własny tego „miejso-kilometra”, należy dążyć jednocześnie do ustalenia takiej opłaty, względnie taryfy, która zachęcałaby publiczność do jaknajwiększego masowego wykorzystywania rozporządzalnych miejsc. Zmusza to do wprowadzenia specjalnych ulgowych opłat dla ułatwienia korzystania ze środków komunikacyjnych jaknajszerszym warstwom ludności. Ponieważ zaś popyt na towar zależny jest od jego ceny i od zdolności nabywczej ludności, przeto i wysokość taryfy musi być ściśle dostosowana do zarobków ludności, na co zwrócono w ostatnich czasach, wobec zmniejszania się zarobków, szczególną uwagę.

Na podstawie kosztów eksploatacyjnych oraz przebiegu pociągów i ilości miejsc rozporządzalnych możemy określić koszt jednego miejsc-kilometra.

Do określonych w ten sposób kosztów eksploatacyjnych (razem z podatkami) na 1 miejsc-kilometr należy dodać przypadające na 1 miejsc-kilometr koszty oprocentowania i umorzenia pożyczek, koszty odnowienia, wreszcie koszt oprocentowania i ew. umorzenia kapitału zakładowego, otrzymamy wtedy sumę wydatków na jeden miejsc-kilometr. Dla pokrycia tego wydatku służy zapłata za pasażero-kilometr.

Ponieważ nie wszystkie miejsca bywają zajęte, przeto opłata za pasażero-kilometr musi być wyższa od wydatków na miejsc-kilometr w stosunku do tak zwanego współczynnika zapełnienia wagonów.

W ten sposób taryfa (opłata za jeden pasażero-kilometr) wyrazi się wzorem:

$$t = \frac{A}{(n_m + n_d) \cdot m \cdot \eta}$$

gdzie A — suma wskazanych wyżej kosztów eksploatacyjnych, podatków, kosztów obsługi kapitału, odnowienia i oprocentowania zakładowego kapitału,

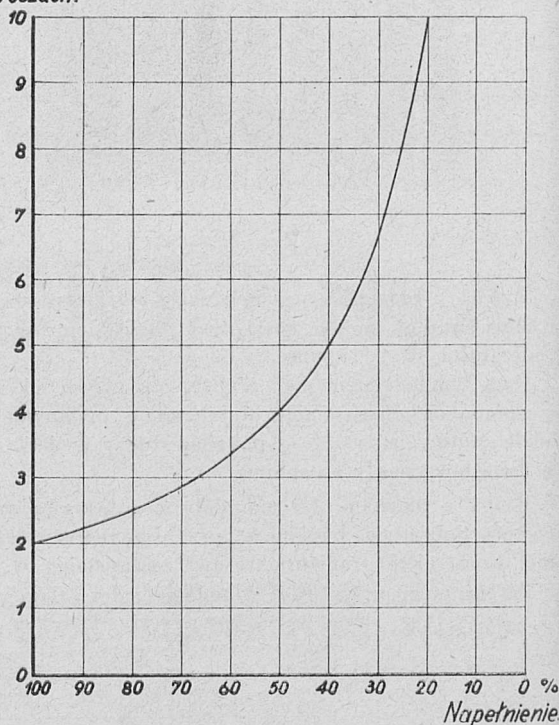
n_m — liczba wagono-kilometrów silnikowych,

n_d — liczba wagono-kilometrów doczepnych,

m — liczba miejsc w wagonie (jeśli wagony są tej samej pojemności),

η — współczynnik zapełnienia, t. j. stosunek miejsc-kilometrów zajętych do miejsc-kilometrów rozporządzalnych.

Wydatek na 1 pasaż-km.
w groszach.



Rys. 1.

Na rys. 1 przedstawiona jest zależność taryfy od zapełnienia przy założeniu, że koszty na 1 wagono-kilometr rachunkowy wynoszą 1 złoty i że wagon posiada 40 miejsc.

Należy zwrócić uwagę na należyte określenie współczynnika zapełnienia, gdyż bardzo często spotyka się w sprawozdaniach cyfry niedokładne, często b. wysokie, otrzymane jako stosunek rozporządzalnych miejsc (zamiast miejsc-kilometrów) do liczby pasażerów (zamiast pasażero-kilometrów).

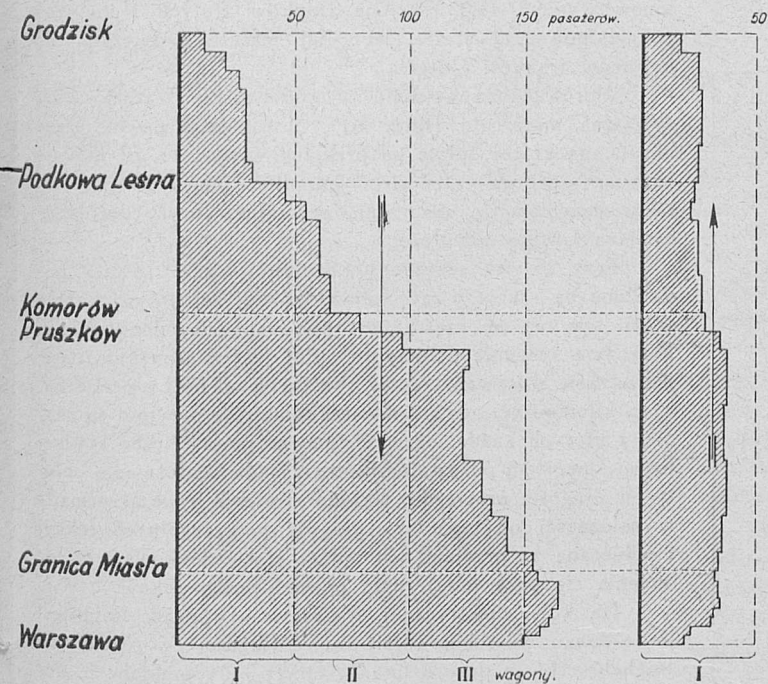
Spółczynnik zapęnlienia rzadko przewyższa wartość 0,5 dla tramwajów i 0,4 dla podmiejskich kolei dojazdowych.

Jest to zupełnie zrozumiałe, gdyż, na przykład, jeśli linja tramwajowa przebiega z jednego krańca miasta przez środkową część do drugiego krańca, to pociąg w części pomiędzy krańcem i centrum miasta zapęnlia się powoli, pasażerowie ci przeważnie opuszczają wagon w centrum miasta, niewielka tylko ich liczba jedzie dalej — wreszcie w środku miasta wsiadają inni pasażerowie, którzy również stopniowo wysiadają. Zaledwie więc w środkowej stosunkowo krótkiej części przebiegu pociąg jest całkowicie napełniony, na pozostałej części jest zapęnlony tylko częściowo. Jeśli dalej przyjąć pod uwagę, że w ciągu dnia przez cały szereg godzin ruch jest słaby, to jasne jest, że współczynnik zapęnlienia nie może być wielki, — chyba na liniach, obsługujących tylko środek miasta.

Na kolejach dojazdowych współczynnik bywa jeszcze mniejszy, gdyż przeważa ruch jednostronny: rano — w stronę miasta, popołudniu — w odwrotnym kierunku, zapęnlienie zaś pociągów powracających, t. j. rano z miasta, popołudniu do miasta, jest b. niewielkie.

Na rys. 2 pokazane jest zapęnlienie pociągu rannego z Grodziska do Warszawy i z powrotem.

Jeżeli przyjmiemy znów pod uwagę, że duży ruch na kolejach dojazdowych panuje głównie w godzinach rannych, przy udawaniu się mieszkańców podmiejskich osiedli do zajęć, oraz w godzinach popołudniowych przy powrocie z zajęć, to jasnym będzie, że osiągnięcie wysokiego współczynnika zapęnlienia jest niemożliwe.



Rys. 2.

Dla określenia więc potrzebnych wpływów z pasażero-kilometra należy przyjmować współczynnik zapęnlienia nie wyżej, niż 45% dla tramwajów i 30% dla kolei dojazdowych.

Dalszą okolicznością, która musi być przy kalkulacji przyjmowana pod uwagę, są udzielane ulgi. Ulgi te mają na celu udostępnienie środków komunikacyjnych osobom często z nich korzystającym, lub też udzielane są specjalnym kategoriom ludzi, którzy nie mieliby możliwości pła-

nia normalnej taryfy, w celu dostosowania się do ich zdolności płatniczej.

Do liczby pierwszych ulg należą bilety abonamentowe kwartalne, miesięczne lub na pewną określoną liczbę przejazdów, do drugich — bilety dla dzieci i młodzieży szkolnej, urzędników, wojskowych, robotników i t. d.

Wszelkie ulgi powodują zmniejszenie ogólnego wpływu, t. j. stratę w porównaniu z tym wpływem, który wypadłby na zasadzie wyżej przytoczonej kalkulacji. Strata ta musi być pokryta przez pozostałą część pasażerów, t. j. normalna taryfa musi być odpowiednio podwyższona, co winno być uwzględnione w kalkulacji.

Z powyższego wynika, że taryfa zależna jest głównie od dwóch czynników: kosztów eksploatacji i współczynnika zapęnlienia. Pierwszy z nich zaś zależy od liczby wykonanych wagono-kilometrów. Droga więc ograniczenia, zmniejszenia przebiegu wagonów można obniżyć koszty eksploatacyjne, jednakże zmniejszać przebieg pociągów można tylko do pewnej granicy. Przy zbyt dużym zwiększeniu odstępów pomiędzy wagonami w przedsiębiorstwach tramwajowych może dojść do tego, że pasażerowie zamiast czekać na tramwaj będą woleli pójść piechotą i w ten sposób będą odzwyczajali się od komunikacji tramwajowej, na kolejach zaś dojazdowych niewygodą, wywołana zbyt rzadkiem kursowaniem wagonów, zniechęca ludzi do osiedlania się pod miastem, lub też zmusza ich do korzystania z konkurencyjnych środków przewozowych.

Oszczędności, jakie mogą być osiągnięte w wydatkach eksploatacyjnych, poruszać tu nie będę, gdyż odchyliłbym się od właściwego tematu. Natomiast należy zwrócić bacz-

na uwagę na możliwe polepszenie współczynnika zapęnlienia. Normalne ulgi, o których była mowa, nie przyczyniają się do poprawy tego współczynnika, gdyż z ulgowych biletów korzystają przeważnie ludzie pracy, którzy muszą jechać w normalnym czasie do swych zajęć i normalnie z nich wracać, co jest już uwzględnione w normalnym współczynniku zapęnlienia.

Powiększenie współczynnika zapęnlienia jest możliwe przede wszystkim przez ścisłe, oparte na zasadzie dokładnej prowadzonej statystyki, dostosowywanie ilości pociągów i ich składu do rzeczywistych potrzeb ruchu, a więc zmniejszenie czy to liczby pociągów, czy też ich składu w tych godzinach dnia, kiedy frekwencja się zmniejsza. Na kolejach dojazdowych, o ile obciążenie poszczególnych linii jest stale podczas każdego kursu nierównomierne, to jest gdy znajdują się stacje, dające znaczną ilość pasażerów w jednym kierunku, t. j. w stronę miasta, należy dawać specjalne pociągi, przebiegające tylko część linii o większym natężeniu ruchu, względnie zastosować w pewnym punkcie linii przyczepianie i odczepianie wagonów. Tak np. na kolei elektrycznej Warszawa — Grodzisk przy obciążeniu, wskazanym na rys. 2, zastosowano przyczepianie względnie odczepianie wagonów na st. Komorów.

Dalszą możliwością poprawienia współczynnika zapęnlienia jest przyciągnięcie pasażerów na te pociągi, które w pewnych godzinach dnia lub też w pewnych kierunkach kursują puste, a których liczby nie można zmniejszyć. Na kolei elektrycznej Warszawa — Grodzisk pociągi ranne, które przywożą mieszkańców podmiejskich osiedli do zajęć do Warszawy, wracają puste; również popołudniu musi przybyć do Warszawy znaczna liczba pociągów nawpół pustych dla zabrania z powrotem osób, wracających z zajęć.

Dla wykorzystania wolnych miejsc w tych pociągach zostały zorganizowane za b. małą opłatą wycieczki dla dzieci i młodzieży szkolnej, pod warunkiem jednak, że wycieczki te odbywać się będą w dnie powszednie i że będą korzystały one z tych pustych pociągów. Cenę za przejazd oznaczono na gr. 40 w obie strony do Podkowy Leśnej (25 km), ponadto przewożona jest jedna dorosła osoba na 10 dzieci bezpłatnie. W porównaniu z ceną normalnego powrotnego biletu zł. 1,10 dla młodzieży szkolnej jest to b. duże ustępstwo, wynoszące zgórá 60%.

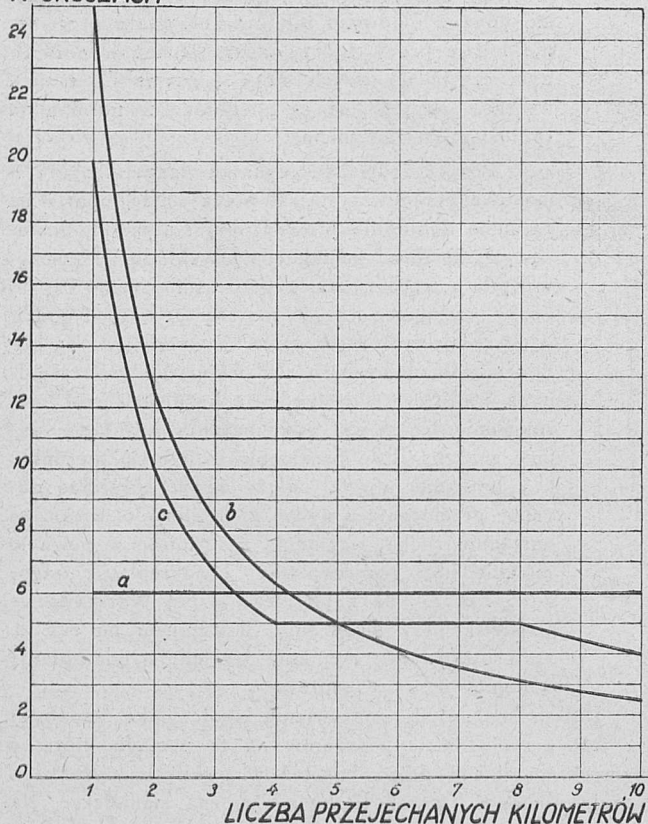
Wycieczki te cieszą się b. dużym powodzeniem i w ten sposób zapełnia się wolne miejsca bez ponoszenia jakichkolwiek dodatkowych kosztów eksploatacyjnych.

Ustalona w powyższy sposób taryfa służy jako podstawa dla skonstruowania systemu taryfowego.

Stosowanie taryfy w zależności od liczby rzeczywiście przejechanych kilometrów jest możliwe tylko na takich kolejach, gdzie są na stacjach kasy, gdzie więc posiadanie znacznej ilości różnorodnych biletów jest możliwe. System ten jest najbardziej słuszny, lecz trudny do zastosowania tam, gdzie — jak w tramwajach i niektórych kolejach dojazdowych — chodzi o jaknajwiększe uproszczenie sprzedaży biletów dla ułatwienia pracy konduktorów, inkasujących pieniądze w wagonie często przy b. dużym napływie publiczności, którą należy obsłużyć w jaknajkrótszym czasie.

Dla uproszczenia sprzedaży biletów oraz zmniejszenia ilości różnorodnych biletów bywają stosowane rozmaite układy taryfowe, mianowicie taryfa jednolita, oraz taryfy sekcyjne, zwane również strefowymi.

OPŁATA ZA 1 PRZEJECHANY KILOMETR W GROSZACH



Rys. 3.

a) taryfa proporc. 6 gr. za kilometr, b) taryfa jednolita 25 gr., c) taryfa sekcyjna — długość sekcji — 1 km, opłata za 4 sekcje 20 gr., za 5 sekcji 25 gr., za 6 sekcji 30 gr., za 7 sekcji 35 gr., za 8 — 10 sekcji 40 gr.

Przy taryfie jednolitej, stosowanej w wielu tramwajach, pobierana jest opłata jednakowa bez względu na długość przejazdu; opłata ta jest skalkulowana na zasadzie średniej długości przejazdu, wynoszącej w większych miastach z dość rozbudowaną siecią tramwajową ok. 3—4 km. Przy taryfie tej pasażerowie na dłuższe odległości są uprzywilejowani w porównaniu z przejeżdżającymi krótsze odległości, jak to widzieć na wykresie rys. 3, gdzie są przedstawione koszty przejazdu jednego kilometra w zależności od długości przejazdu przy taryfie jednolitej, wynoszącej 25 groszy. Przy krótkich przejazdach koszt przejazdu kilometra wypada tak duży, że wpływa odstraszańco na korzystanie z komunikacji tramwajowej na krótki dystans.

W ostatnich latach niektóre przedsiębiorstwa tramwajowe zwróciły szczególną uwagę na przyciągnięcie do tramwajów t. zw. „krótkodystansowców”, t. j. ludzi, którzy, mając interesy w odległości 1-go — 2-ch kilometrów, nie korzystali dotychczas z komunikacji tramwajowej, gdyż była zbyt droga. Kierownicy tych przedsiębiorstw tramwajowych słusznie rozumowali, że ta kategoria osób jest bodaj najliczniejsza i zachęcenie ich do jeżdżenia tramwajem może znacznie zwiększyć wpływy eksploatacyjne.

Próby, dokonane w Budapeszcie, potwierdziły słuszność tych poglądów. W ciągu roku (od 1-go września 1933 r. do 31 sierpnia 1934 r.) sprzedano w tramwajach Budapeszteńskich 212 milionów żetonów metalowych, które były wydawane podróżnym, jadącym na krótkie odległości, zamiast biletów, i chociaż znaczna część podróżnych, korzystających uprzednio z normalnych biletów droższych, przeszła na tańszą taryfę, co spowodowało stratę 8,80 milionów franków złotych, jednakże wpływ ze sprzedaży żetonów wyniósł 11,02 miliona franków złotych i nie tylko pokrył powyższą stratę, lecz dał jeszcze nadwyżkę 2,22 milionów franków złotych.

Wprowadzona ostatnio w tramwajach Warszawskich specjalna marszruta (linja H), obsługująca pewną część miasta, na której opłata za przejazd wynosi 15 gr. zamiast obowiązującej na całej sieci jednolitej taryfy 25 gr., jest także dążeniem do stworzenia specjalnej taryfy dla jadących na krótkie odległości.

Przy taryfie sekcyjnej (strefowej) linie zostają podzielone na sekcje i za przejazd każdej sekcji, czy całkowitej, czy też jej części, jest pobierana określona opłata. Przy tym systemie pobieranie opłat jest znacznie prostsze, niż w razie stosowania opłat, zależnych od liczby przejechanych kilometrów, gdyż zamiast kilometrów przyjęte są sekcje, z których każda może obejmować pewną liczbę kilometrów, a przytem pozostaje słuszna zasada uzależnienia opłaty od długości przejazdu. Układy strefowe bywają rozmaite w zależności od tego, czy długość poszczególnych sekcji i pobierana za przejazd ich opłata jest jednakowa, czy też zmienia się przy przejeździe pewnej liczby sekcji.

Na kolei elektrycznej Warszawa—Grodzisk linja jest podzielona na sekcje nierównej długości z rozmaitych względów, które przy ustalaniu taryfy były poddane b. dokładnym studjom i badaniom; długość sekcji waha się od 2,5 do 6 km. Opłaty pobierane są za pierwsze 4 sekcje po 20 gr., za 5 sekcji — 95 gr., za 6 sekcji — zł. 1.10, za 7 — zł. 1.20, za 8 — zł. 1.30.

Na tramwajach w Zagłębiu Dąbrowskiem długość sekcji wynosi od 775 do 1350 m i pobierane są opłaty: za pierwsze 2 sekcje — 20 gr., za 3 — 30 gr., za 4 — 35 gr., za 5—6 sekcji — 45 gr., za 7—8 sekcji — 55 gr., wreszcie za 9—10 sekcji — 65 gr.

Drogą regresji ceny przejazdu przy przejeździe większej liczby sekcji udostępnia się przejazd na dalsze odległości.

Odmianą taryfy sekcijnej jest stosowany na niektórych tramwajach podział miasta na strefy koncentryczne, przyczem wysokość opłaty zależy od tego, w granicach ilu stref odbywa się podróż.

Na początku niniejszego referatu podkreślono, jak dużą rolę przy ustalaniu taryf tramwajowych i kolei dojazdowych winno odgrywać dostosowanie opłat do zdolności nabywczej ludności i zachęcenie w ten sposób jaknajszerszych kół ludności do korzystania z danych środków komunikacyjnych.

Trudnością przy takim dostosowaniu taryf jest konieczność eksperymentowania, przyczem wynik jest widoczny dopiero po upływie dłuższego czasu. Nieudana więc próba, pogarszająca wynik eksploatacyjny, zniechęca do dalszych prób i działa odstrasza na przedsięwzięcie takich prób w innych przedsiębiorstwach.

Od dłuższego już czasu są prowadzone studia nad ujęciem we wzory matematyczne zależności taryfy od zdolności płatniczej ludności i nad ustaleniem gospodarczo najwygodniejszej taryfy.

Na Kongresie Międzynarodowego Związku Tramwajów i Kolei Dojazdowych w 1932 r. w Hadze, dyrektor tramwajów w Budapeszcie dr. A. Patz przedstawił odpowiednie matematyczne obliczenia oraz praktyczne ich zastosowanie. Myśl tę rozwinął następnie dr. C. Miklósi, dyrektor tramwajów w Timiscara w Rumunii, w biuletynie Międzynarodowego Związku, wydanym w grudniu 1934 r.

Poprzednio nad zagadnieniem tem pracowali Ed. Lill, K. Sieber, F. Lehner i inni; większość tych prac ogłoszona została w *Verkehrstechnik*.

Zasadnicze przesłanki referatu dyr. A. Patz'a są następujące. Pomiedzy ceną sprzedażną a popytem na każdy towar istnieje ścisła zależność. Przy zwiększaniu ceny zmniejsza się ilość sprzedawanego towaru.

Towarem, którym handluje przedsiębiorstwo komunikacyjne, jest, jak było już zaznaczone, „przejazd”, a jednostką „pasażero-kilometr”. Każde przeniesienie się z miejsca na miejsce wymaga pewnego trudu i pochłania czas. „Przejazd” pozwala zmniejszyć ten trud, zaoszczędzić czas, nie usuwając całkowicie ani trudu, ani straty czasu. Przeciwwartością więc pasażero-kilometra przy przejeździe jest cena, którą należy zapłacić za pasażero-kilometr, odpowiadająca taryfie „ t ”, oraz równoważnik trudu (m) i czasu (z)

$$S = t + m + z,$$

Ponieważ „ m ” i „ z ” są zależne w odwrotnym stosunku od szybkości jazdy V , przeto można napisać

$$S = t + \frac{M}{V} + \frac{Z}{V}$$

Dalej czynnik M zależny jest w prostym stosunku od stopnia niewygodności podróży (γ), pasażer również ocenia ponoszony trud według swoich dochodów (δk), wobec tego

$$M = \gamma \delta k$$

Również stratę czasu pasażer ocenia w stosunku do swoich dochodów, t. j. $Z = \alpha k$

Spółczynniki δ i α nie są stałe, gdyż posiadający dwa razy większe dochody nie cenią 2 razy więcej ani swego trudu, ani straty czasu, jednakże dla uproszczenia dalszych dowodów dyr. A. Patz przyjmuje te współczynniki jako stałe.

Uwzględniając powyższe, otrzymamy:

$$S = t + \left(\frac{\gamma \delta + \alpha}{V} \right) k = t + \beta k$$

gdzie $\frac{1}{\beta}$ przedstawia stopień wygody komunikacji tramwajowej; w lepiej zorganizowanej eksploatacji stopień niewygodności będzie mniejszy, a szybkość większa.

Jak więc widzimy, przeciwwartość pasażero-kilometrów zależna jest od średnich dochodów k pasażera, wobec czego przy wyborze będzie on kierował się ceną za przejazd i wygodą jazdy.

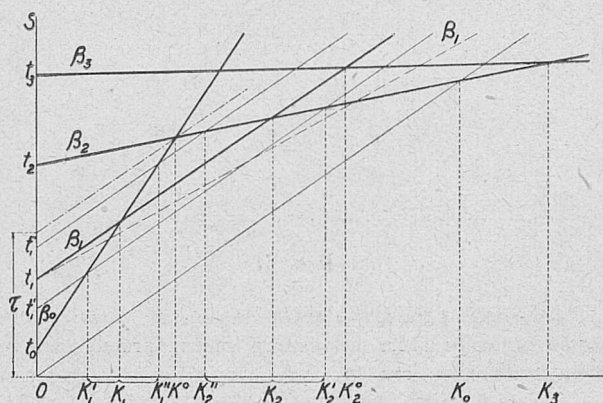
Jeśli więc t_0 jest taryfą komunikacji pieszej (zużycie obuwia i odzienia), a β_0 wielkością odwrotną stopniowi dobroci tej komunikacji,

t_1 i β_1 — odpowiednie wielkości, dotyczące komunikacji tramwajowej,

t_2 i β_2 — dot. komunikacji autobusowej,

t_3 i β_3 — dot. komunikacji taksówkowej,

$$t_0 < t_1 < t_2 < t_3 \text{ i } \beta_0 > \beta_1 > \beta_2 > \beta_3$$



Rys. 4.

Na rys. 4 przedstawiony jest wykres, przystawiający zależność t od k według wzoru

$$S = t + \beta k$$

Pasażer, rozporządzający średnim zarobkiem w granicach od 0 do k , będzie wolał chodzić piechotą, od k_1 do k_2 — korzystać będzie z tramwajów, od k_2 do k_3 — z autobusów, wreszcie posiadający większe zarobki będą woleli jeździć taksówkami.

Jeśli obniżymy taryfę tramwajową z t_1 do t'_1 , to granice pomiędzy k_1 i k_2 zwiększą się do k'_1 i k'_2 i liczba osób korzystających z tramwajów wzrośnie, gdyż dojdą mieszkańcy, zarabiający mniej, niż k_1 w granicach do k'_1 , jak również rozszerzy się górna granica do osób, zarabiających średnio k'_2 .

Naodwrot przy podwyżce taryfy tramwajowej kategoria osób, korzystających z tramwajów zmniejsza się i w momencie, gdy taryfa osiągnie cyfrę τ , tramwaje stracą wszystkich pasażerów, gdyż do wielkości zarobków k_0 będą oni woleli chodzić piechotą, powyżej zaś tej wielkości — jeździć autobusami.

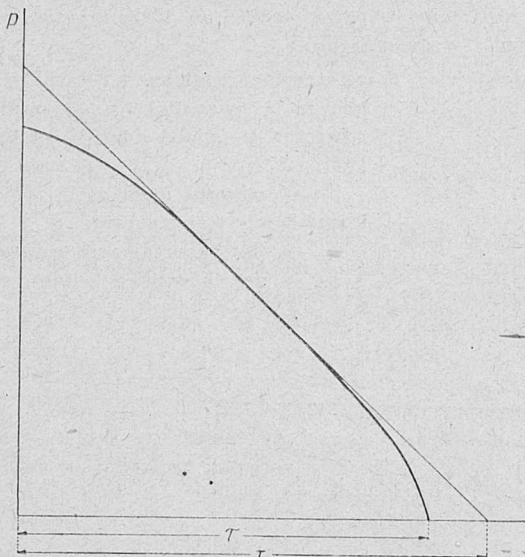
τ — stanowi więc górną granicę taryfy tramwajowej.

Na powyższym wykresie można zauważyć, jaką rolę grają ulepszenia, wprowadzane w komunikacji tramwajowej. Jeśli na przykład czynnik β , zmniejszyć do β'_1 , t. j. wprowadzić udogodnienia w komunikacji, to liczba korzystających z tramwajów wzrośnie.

Na zasadzie powyższego wykresu można, zdaniem p. Patz'a, znając średnie zarobki mieszkańców miasta, ustalić stosunek pomiędzy taryfą, a rocznym przejazdem w kilometrach na pasażera. Stosunek ten da się przedstawić w formie krzywej (rys. 5), gdzie taryfie 0 odpowiada największa liczba przejechanych rocznie kilometrów, zaś krań-

cowej taryfie τ odpowiada 0 przejechanych kilometrów, t. j. zanika chęć korzystania z komunikacji tramwajowej.

Dyr. Patz miał możność sprawdzenia swego wyводу i ustalenia podstawowych cyfr podczas wprowadzania zmian taryfy w Budapeszcie.



Rys. 5.

Zależność pomiędzy taryfą a ilością przejechanych rocznie przez pasażera kilometrów można przedstawić sposobem graficznym (rys. 6).

Z rys. 6 widać, że

$$\frac{P}{P_0} = \frac{T-t}{T} \text{ skąd } P = P_0 \left(1 - \frac{t}{T}\right)$$

gdzie P_0 jest liczbą kilometrów, przejeżdżanych przez pasażerów rocznie, w tym wypadku, jeśli taryfa równa się 0.

Wpływy $B = Pt = P_0 \left(t - \frac{t^2}{T}\right)$, t. j. zmieniają się według paraboli i osiągają maximum przy $t = \frac{T}{2}$.

$$B_{\max} = \frac{P_0 T}{4}$$

Jeśli wydatki na pasażero-kilometr wynoszą S , to nadwyżka eksploatacyjna wyrazi się, jak następuje:

$$F = P(t - S) = P_0 \left[-S + t \left(1 + \frac{S}{T}\right) - \frac{t^2}{T} \right]$$

Nadwyżka więc zmienia się w zależności od taryfy również według krzywej parabolicznej, osiągając swą wartość maksymalną przy $t = \frac{T+S}{2}$.

$$F_{\max} = \frac{P_0}{4} \cdot \frac{(T+S)^2}{T}$$

Nie będę przytaczał dalszych wywodów dyr. A. Patz'a, odsyłając interesujących się do odpowiednich sprawozdań Międzynarodowego Związku Tramwajów, Kolei Dojazdowych i komunikacji autobusowych, nadmienię tylko, że wprowadzona na zasadzie tych danych taryfa w Budapeszcie dała wyniki dodatnie.

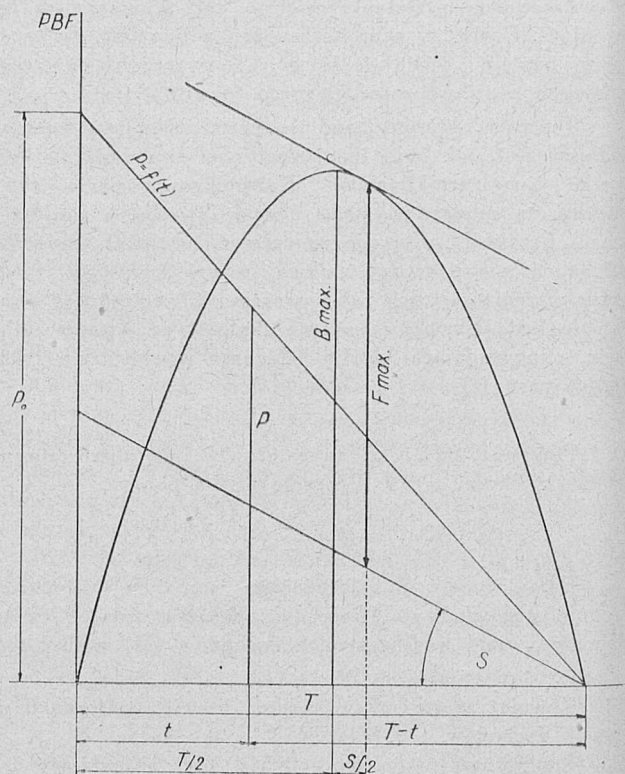
Teoria d-ra A. Patz'a została sprawdzona w praktyce przez dr. C. Miklósi w tramwajach w Timiscara (Rumunja), który znalazł zgodność jej z zaobserwowaniami w tych tramwajach wynikami przy zmianie taryfy.

Na zakończenie pragnąłbym poinformować o dodatkowych wynikach eksploatacyjnych, uzyskanych przez obniżenie taryfy w dwóch przedsiębiorstwach polskich: na linii

Wilanowskiej Sp. Akc. Warszawskich Kolei Dojazdowych oraz na liniach Warszawa—Grodzisk i Warszawa—Włochy Sp. Akc. „Elektryczne Koleje Dojazdowe”.

W przedsiębiorstwach tych, jak zresztą we wszystkich przedsiębiorstwach komunikacyjnych w Polsce, dał się zauważyć, począwszy od 1930 roku, silny spadek frekwencji. Ponieważ kryzys odbił się dotkliwie na zarobkach ludności, zdecydowano się dla zachęcenia do korzystania z kolei na wydatne obniżenie ceny przejazdów. Na kolei Wilanowskiej obniżka ta wyniosła średnio ok. 25% i została wprowadzona w końcu 1933 r. Już w tym roku zmniejszenie opłat wywołało silny wzrost frekwencji, dzięki czemu już w 1933 roku przewieziono więcej, niż w r. 1932 o 40% pasażerów i zwiększono wpływy o ok. 4% przy zmniejszeniu dochodu z pasażero-kilometra o 0,56 do 0,41 gr. W roku zaś 1934 przewieziono więcej, niż w r. 1933 o 30% pasażerów i zwiększono wpływy o 35%, zwiększwszy dochód z pasażero-kilometra z 0,41 gr. do 0,43 gr.

Na liniach Sp. Akc. „Elektryczne Koleje Dojazdowe” zdecydowano się na generalną obniżkę taryfy w 1934 roku po przeprowadzonych od 1932 roku szczegółowych studiach i próbach częściowej regulacji taryf. Próby odbywały się drogą wprowadzania do niektórych stacji biletów na 12 względnie 10 przejazdów z dużą redukcją ceny, ważnych w ciągu miesiąca. Konieczność nabywania przez pasażerów biletów od razu na większą liczbę przejazdów ze stosunkowo niedługim terminem ich ważności ograniczała teren badania do pewnej określonej kategorii podróży, a o to właśnie chodziło, żeby w razie nieudanego eksperymentu obniżka dochodów jaknajmniej wpływała na wyniki eksploatacyjne przedsiębiorstwa. Tą drogą ustalono, że zniżka, o ile ma osiągnąć efekt, musi być znaczna.



Rys. 6.

Na zasadzie doświadczeń przeprowadzono nie tylko obniżkę taryfy, lecz wprowadzono korektę długości i liczby sekcji taryfowych, dano specjalne ulgi urzędnikom państwowym, wprowadzono tanie bilety wycieczkowe, ważne w święta i dni przedświąteczne.

Obniżka taryfy wyniosła średnio 20%, w poszczególnych jednak wypadkach obniżka ta wynosi znacznie więcej. Tak np. bilet z Warszawy do Grodziska (34 km), który kosztował przed obniżką 1 zł. 85 gr. obniżono do 1 zł. 55 gr., wprowadzając jednocześnie bilety 10-przejazdowe po 1 zł. 30 gr., bilet z Warszawy do Podkowy Leśnej (25 km) z 1 zł. 70 gr. obniżono do 1 zł. 40 gr., pozatem wprowadzono bilety 10-przejazdowe po 1 zł. 25 gr. za przejazd, oraz wycieczkowe po 1 zł. 10 gr.

Na bliskie odległości zastosowano jeszcze większe obniżki głównie drogą zmiany długości sekcji, tak np. bilet

normalny na odległość 10 km, który kosztował 70 gr., obniżono do 45 gr.

Efekt tych posunięć taryfowych był taki, że frekwencja na kolejach zwiększyła się w 1934 roku w porównaniu do 1933 r. o 50%, a wpływy o 30%.

Nie ulega więc wątpliwości, że należy zwrócić szczególną uwagę na dostosowanie taryf do zdolności płatniczej ludności i sprawę tę przestudjować dokładnie w każdym przedsiębiorstwie komunikacyjnym, gdyż, jak wykazało zarówno teoretyczne podejście do tego zagadnienia, jak i praktycznie przeprowadzone próby, jest to droga do poprawienia dochodowości przedsiębiorstw.

DRUGI ETAP ELEKTRYFIKACJI KOLEJOWEGO WĘZŁA WARSZAWSKIEGO

Inż. Jan Podoski

Streszczenie. W artykule podane zostały rozważania na temat rentowności elektryfikacji ruchu podmiejskiego na dalszych trzech liniach węzła Warszawskiego: łowickiej, mławskiej i białostockiej. Wstępna kalkulacja, oparta na danych ruchowych, których analizę przeprowadzono w artykule, wykazuje, że elektryfikacja, w swej istocie celowa z punktu widzenia ruchowego, byłaby również korzystna z punktu widzenia ekonomicznego, zapewniając wystarczające oprocentowanie zainwestowanego kapitału.

Prace, związane z realizacją pierwszego etapu elektryfikacji Węzła Warszawskiego, a obejmujące elektryfikację trzech linii podmiejskich i linii średnicowej, są już w pełnym toku i zostaną ukończone przed rokiem 1938. To też byłoby właściwe już teraz zastanowić się, czy nie należałoby prac tych nie przerywać, lecz rozciągnąć je również na pozostałe linie podmiejskie węzła, dążąc do całkowitej modernizacji i unifikacji ruchu. Zapewniłoby to znaczne udogodnienia podróżnym podmiejskim i pozwoliło na wprowadzenie wszystkich pociągów podmiejskich na linię średnicową, co było dotąd przy trakcji parowej niemożliwe ze względu na dym i niewystarczającą przelotność.

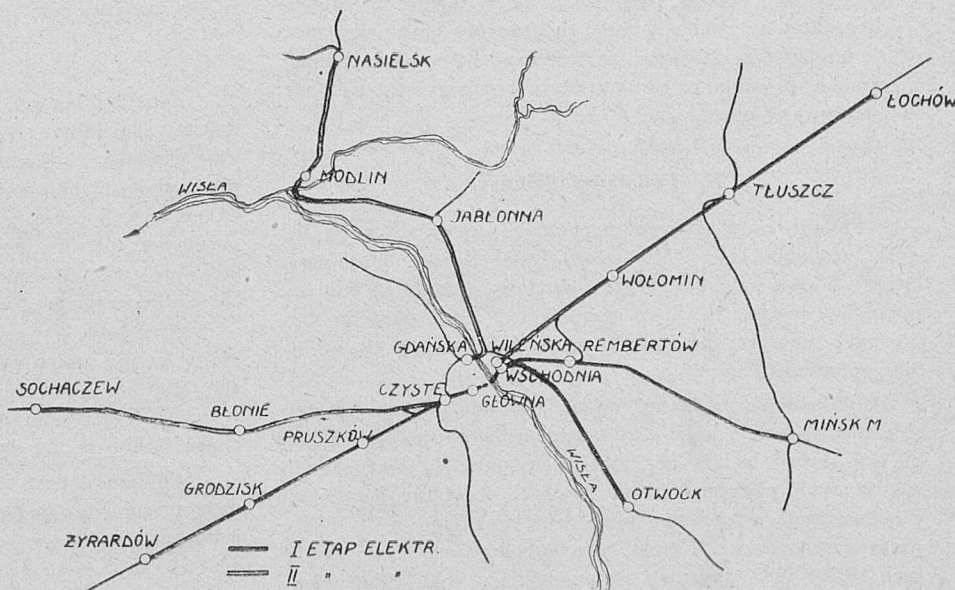
Podane niżej obliczenia dotyczyć będą jedynie sprawy ewentualnej elektryfikacji ruchu podmiejskiego na trzech liniach: białostockiej, nasielskiej i łowickiej. Zastrzec się przytem zgóry należy, iż nie dowodzi to bynajmniej, aby i inne linie kolejowe w Polsce nie nadawały się do elektryfikacji, np. linia Zakopiańska, Warszawa—Radom lub kompleks linii węzła śląskiego. Ponieważ jednak nie wiążą się one bezpośrednio z węzłem warszawskim, z wyjątkiem linii radomskiej, która znajduje się dopiero w pierwszym stadium rozwoju, nie byłoby celowym łączenie sprawy ich ewentualnej elektryfikacji z przeprowadzaną obecnie elektryfikacją ruchu podmiejskiego w Węźle.

Również pominięta została dalej sprawa elektryfikacji ruchu dalekobieżnego na zelektryfikowanych już odcinkach, aczkolwiek niewątpliwem jest, iż już w najbliższym czasie

okaże się celowym stopniowe przejście na trakcję elektryczną pociągów dalekobieżnych w granicach elektryfikacji węzła, chociażby dlatego, aby uniknąć wymiany parowozu w obrębie i tak już przeciążonych stacji warszawskich.

Jedynym celem pracy niniejszej jest wykazanie, iż elektryfikacja pozostałych odcinków ruchu podmiejskiego będzie przedsięwzięciem rentownym, zapewniającem poza udogodnieniami ruchowymi dostateczne oprocentowanie kapitału zainwestowanego, a nawet zyski, które pozwolą na jego amortyzację.

Zastrzec się zgóry należy, iż będzie to jednak jedynie obliczenie wstępne, które w miarę możliwości powinno być uzupełniane danymi skorygowanymi i dodatkowymi obliczeniami. Mimo to wydaje się ono być dostatecznie dokładne dla wyciągnięcia mierzalnych wniosków i stwierdzenia celowości elektryfikacji.



Rys. 1.
Plan Węzła Kolejowego Warszawskiego.

I. Założenie projektu.

Przeprowadzona kalkulacja oparta została na pewnej ilości założeń, umożliwiających przeprowadzenie porównania pomiędzy trakcją parową w stanie obecnym, a elektry-

czną, po ewentualnem jej wprowadzeniu. Założenia te streżone być mogą w sposób następujący:

1) Rozkłady jazdy dla trakcji elektrycznej opracowane zostały dla 1938 roku z uwzględnieniem naturalnego przyrostu ruchu oraz 15% wzrostu, spowodowanego usprawnieniem komunikacji. Średnie zapełnienie pociągów w godzinach największego ruchu przyjmowano takie, jak obecnie.

2) Obliczenia dla trakcji parowej przeprowadzono na zasadzie rozkładów jazdy za rok 1934 oraz kosztów eksploatacyjnych wedł. Rocznika Statystycznego P. K. P. za rok 1933. Obliczone koszty powiększone zostały dla porównania z trakcją elektryczną proporcjonalnie do przyjętego przyrostu naturalnego, dla uwzględnienia wzrostu ruchu, a z nim i wydatków eksploatacyjnych, jednak bez uwzględnienia dodatkowego przyrostu 15-procentowego.

3) W obliczeniach przyjmowano, iż pociągi z linii mławskiej i białostockiej nie są przyjmowane na linię średnicową, a dla linii łowickiej nie uwzględniano w obliczeniach odcinka Czyste—Wschodnia, który i tak w 1938 r. będzie już zelektryfikowany. Ma to na celu tylko ułatwienie porównania ze stanem obecnym, gdyż w rzeczywistości wszystkie pociągi zelektryfikowane będą na średnicę wpuszczone. Będzie to jednak nowe udogodnienie, którego koszt nie powinien obciążać kalkulacji porównawczej.

4) W obliczeniach porównawczych brano pod uwagę jedynie te działy (służby), dla których koszty eksploatacji zależne są od systemu trakcji, nie rozpatrując wogóle działów od systemu trakcji niezależnych, jak np. służby drogowej, wydatków humanitarnych i t. p. Za zależne od systemu trakcji uznano wydatki służb: konduktorskiej, trakcyjnej, parowozowej, wagonowej i warsztatowej.

Równocześnie, wobec przyjęcia w obliczeniach ruchowych wzrostu o 15% ilości przejazdów, spowodowanych usprawnieniem komunikacji, uwzględniono w obliczeniach porównawczych także wzrost dochodów brutto przy trakcji elektrycznej.

5) Co do wagi i składu pociągów, opierano się w obliczeniach dla trakcji parowej na Dodatkach do Służbowych rozkładów jazdy, a przy elektrycznej brano pod uwagę jednostki motorowe, zastosowane dla elektryfikacji I etapu. Typ wagonów akumulatorowych przyjęto taki, jaki jest stosowany obecnie na P. K. P.

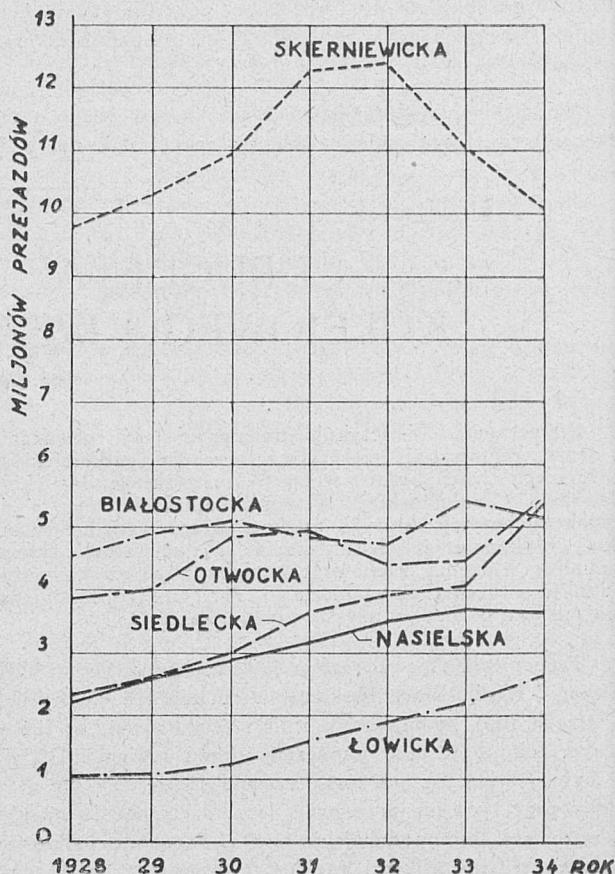
II. Podstawy ruchowe.

Podane niżej obliczenia ruchowe opierają się na danych, zestawianych stale przez Dział Ruchu Osobowego DOKP Warszawa na zasadzie raportów o stanie zaludnienia pociągów podmiejskich, z pominięciem pociągów dalekobieżnych, chociaż one również obsługują niektóre stacje ruchu podmiejskiego.

Zestawienia te, jako najbardziej miarodajne, bo używane wprost z terenu, są niezmiernie pouczające, to też nie od rzeczy będzie pokrótce je rozpatrzyć. Otóż okazuje się, iż ruch podmiejski, jako całość, wykazuje na liniach Państwowych w obrębie węzła warszawskiego stały i nieprzerwany wzrost. Wzrost ten, zahamowany nieco w latach 1932 i 1933, poprawił się ponownie w roku 1934, w którym liczba przejazdów (w obu kierunkach) osiągnęła w pociągach podmiejskich rekordową liczbę zgórą 32 miliony.

Jeżeli przejść do poszczególnych linii, to tu zauważyć się daje zjawisko niezmiernie interesujące, a mianowicie gwałtowny spadek przejazdów na „najsolidniejszej” dotąd linii — skierniewickiej, na której jeszcze w 1931 roku jazdy stanowiły zgórą 40% wszystkich przejazdów w węźle.

Udział linii skierniewickiej spadł w 1934 r. do niespełna 32%, a w liczbach bezwzględnych z 12,4 do 10,1 miliona. Dowodzi to, iż linia ta była dotąd raczej przesyconą i że wskutek potaniaenia mieszkań w ostatnich latach w Warszawie rozpoczął się masowy powrót do miasta osób, które się wzdłuż tej linii osiedliły.



Rys. 2.

Ilość przejazdów w pociągach podmiejskich, liczona w obrębie Warszawy.

Zupełnie inaczej przedstawia się sprawa z pozostałymi liniami. Najślabsze do niedawna pod względem ruchowym linie łowicka i siedlecka wykazują od kilku lat silny przyrost ilości przejazdów: linia łowicka po 20%, a siedlecka po 18% rocznie. O ile przyrost ten utrzyma się jeszcze przez czas pewien, pogodzić się trzeba będzie z faktem, iż kierunek ruchu podmiejskiego ulega w okolicach Warszawy bardzo poważnemu przeobrażeniu.

Pozostałe trzy linie: małkińska, otwocka i nasielska nie wykazują zmian zbyt radykalnych, pomimo iż wzrost ruchu jest na nich wszystkich w ciągu dwóch lat ostatnich wyraźny. Linia radomska oczywiście jeszcze wogóle w rachubę wchodzić nie może.

Analiza danych ruchowych pozwala na wyciągnięcie dość niespodziewanego, choć logicznego w gruncie rzeczy wniosku: ruch na wszystkich liniach podmiejskich ma wyraźną tendencję do wyrównania się, wskutek czego wzrasta najszybciej na liniach słabych (tanie grunty i życie), wolniej — na średnich, a maleje lub nie wzrasta na liniach przeciążonych (spekulacja gruntami, kosztowne utrzymanie). Czy wniosek ten będzie potwierdzony przez lata następne — trudno obecnie przewidzieć, w każdym jednak razie wyniki dotychczasowe zdają się na to wskazywać.

Jak widać z rysunku, średni prawdopodobny przyrost ruchu na rozpatrywanych liniach może być przyjęty za ostatnie 6 lat jako równy: dla linii łowickiej — około 12% rocznie, jeżeli uwzględnić, że gwałtowny wzrost w 1933-34 był skutkiem zmiany przebiegu pociągów, które puszczono w tym okresie przez stację Włochy, dla linii nasielskiej — około 9%, dla linii białostockiej — około 2%.

Jeżeli przyjąć te współczynniki przyrostu, i liczyć je w stosunku prostym, a nie składanym, to otrzyma się dla 1938 r. wielkości następujące:

Tabela I.

Linia	Ilość pociągów w 1934 r. w obrębie Warszawy (w obie strony)	% w stos. do całego ruchu w węzle	przyjęty przyrost roczny %	ogólna obliczona ilość przejazdów w 1938 r.	% w stosunku do ruchu podmiejskiego w 1938
Łowicka	2 611 830	8,2	12	3 880 000	10,0
Nasielska	3 563 736	11,2	9	4 850 000	12,4
Białostocka	5 131 926	16,1	2	5 540 000	13,2

W tablicy powyższej nie uwzględniono dla 1938 r. dodatkowego 15-procentowego przyrostu, spowodowanego usprawnieniem komunikacji. Poza tym przyjmowano, iż ogólny ruch podmiejski na 6 liniach (bez radomskiej) wyniesie w pociągach podmiejskich w 1938 r. 39 milionów.

III. Trakcja parowa.

Stwierdzić należy, jak wielkie są roczne koszty eksploatacyjne w działach, zależnych od systemu trakcji przy obecnie stosowanej trakcji parowej. Opierając się na danych za rok 1933-34, można zestawzić tablicę następującą:

Tablica II.

Odcinek podmiejski	długość km	Roczne przebiegi rzeczywiste			
		pociągo-km rozkładowe	pociągo-km rzeczywiste	parowozów-km	wagonów-km (wagony 3-osio-we)
Warsz. Czyste — Sochaczew	50	383 000	422 000	443 000	4 220 000
Warsz. Gdańska — Nasielsk	53	456 000	502 000	530 000	5 020 000
Warsz. Wileńska — Łochów	55	639 000	704 000	739 000	7 040 000
razem		1 478 000	1 628 000	1 712 000	16 280 000

W tablicy powyższej przyjmowano, iż przebiegi rzeczywiste są o 10% wyższe od rozkładowych, a manewry i przebiegi samotnych parowozów wynoszą 5% przebiegu z pociągami. Skład pociągów podmiejskich na rozpatrywanych liniach nie był jednolity i wahał się od 6 do 15 wagonów. Przybliżona jednak średnia roczna wynosiła, jeżeli wagon 4-osiowy uważać za 4/3 wagonu 3-osioowego, prawie dokładnie 10 wagonów, uwzględniając już w tem brankard, a w zimie — parnik w niektórych pociągach.

Koszty poszczególnych służb będą następujące:

1. Służba konduktorska.

Licząc średnio po 8 zł/1000 osio-km w ruchu podm., wobec średniej dla DOKP Warszawa w 1933 r. 7,54 zł., otrzymuje się:

Linia łowicka	102 000 zł
„ nasielska	120 000 zł
„ białostocka	169 000 zł
razem	391 000 zł

2. Służba trakcyjna.

W tym dziale od systemu trakcji zależne są tylko wydatki na wodociągi i stacje wodne, które wynosiły ogółem 31,7 zł/1000 parowozów-km, a zatem dla rozpatrywanych linii:

Linia łowicka	14 000 zł
„ nasielska	17 000 zł
„ białostocka	23 000 zł
razem	54 000 zł

3. Służba parowozowa.

Do wydatków tej służby należą, poza kosztami personelu, wydatki na opał oraz smary, oświetlenie i czyszczenie parowozów.

Przy średniej wadze wagonu trzyosiowego 20 t, a z podróznymi 22 t, otrzymuje się przebieg roczny:

$16\,280\,000 \times 22 = 358$ milionów tkm ciągniętych rocznie.

Licząc średnie zużycie węgla w ruchu podmiejskim dla parowozów beztendrowych po 75 kg/1000 tkm ciągniętych, otrzymujemy ogólne zużycie 268 000 t węgla rocznie, co przy średniej cenie węgla w DOKP Warszawa 23,5 zł/t daje ogółem 630 000 zł.

Uposażenie pracowników służby parowozowej wynosiło średnio 470,2 zł/1000 parowozów-km, a koszty oświetlenia, smarów i czyszczenia — 47,6 zł/1000 parowozów-km, razem 517,8 zł/1000 parowozów-km.

Ogółem $1\,712\,000 \times 517,8 = 837\,000$ zł.

Razem wydatki służby parowozowej wynosiły:

$630\,000 + 837\,000 = 1\,467\,000$ zł
w tem linia łowicka 380 000 zł
„ nasielska 454 000 zł
„ białostocka 633 000 zł

Przy średnim przebiegu parowozu w ruchu podmiejskim 4800 km miesięcznie i uwzględniając 16% maszyn w naprawie, otrzymuje się następującą ilość parowozów do obsługi ruchu podmiejskiego na poszczególnych liniach:

łowicka	9 sztuk
nasielska	11 sztuk
białostocka	15 sztuk
razem	35 sztuk

4. Służba wagonowa.

Koszty całej służby wagonowej wynosiły w 1933 r. w DOKP Warszawa 4 009 151 zł, przy przebiegu 408 828 557 osio-km wagonów osob. Licząc wedł. Sztolcmana 60% wydatków służby wagonowej na wagony osobowe (reszta towarowe), otrzymujemy:

$$\frac{4\,009\,151 \times 0,6 \times 1\,000}{408\,828\,557} = 5,89 \text{ zł } 1000 \text{ osio-km, czyli:}$$

łowicka	75 000 zł
nasielska	89 000 zł
białostocka	124 000 zł
razem	288 000 zł

W kosztach tych ogrzewanie i oświetlenie wynosi ogółem 4,56 zł/1000 osio-km.

5. Służba warsztatowa.

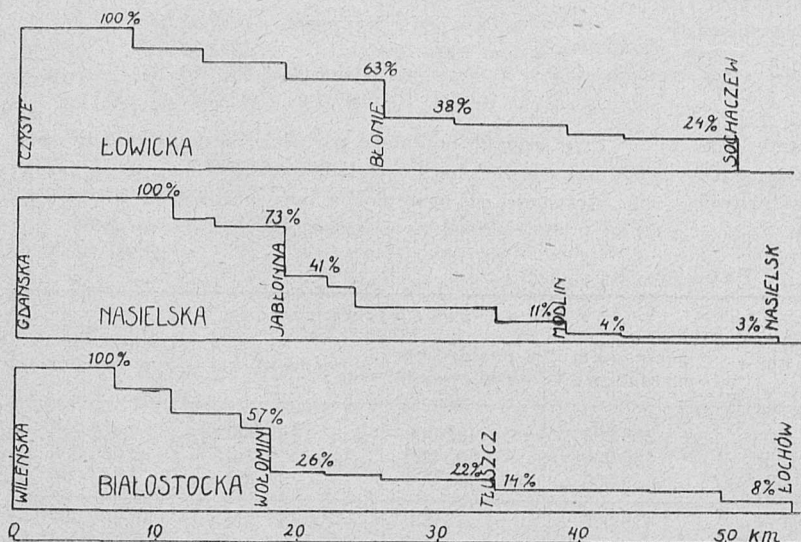
Ogólne koszty służby warsztatowej wynosiły w Dyrekcji Warszawskiej w 1933 r. 24 497 310 zł., w tem właściwe

koszty naprawy parowozów — 8 639 301 zł., wagonów osobowych — 5 684 544 zł. i wagonów towarowych — 3 658 590 zł., podczas gdy resztę stanowiły rozmaite wydatki niewydzielone. Dzielać całą sumę proporcjonalnie otrzymujemy:

parowozy 11 800 000 zł
 wagony osobowe 7 750 000 zł, czyli, uwzględniając przebiegi:
 $\frac{11\,800\,000}{26\,010\,202} = 454 \text{ zł/1000 parowozo-km, oraz}$
 $\frac{7\,750\,000}{408\,828\,557} = 19,0 \text{ zł/1000 osio-km. Stąd:}$
 łowicka . parowozy 202 000 zł i wagony osob. 240 000 zł
 nasielska . „ 242 000 zł i „ „ 286 000 zł
 białostocka „ 338 000 zł i „ „ 402 000 zł
 razem parowozy 782 000 zł i wagony osob. 928 000 zł

IV. Trakcja elektryczna.

We wszelkich dotychczasowych obliczeniach elektryfikacyjnych zakresłony był zgóry zasięg elektryfikacji bądź z natury rzeczy, jak np. dla linii Kraków-Zakopane, bądź na zasadzie pewnych uchwał, opartych na założeniach ruchowych, jak w wypadku trzech pierwszych linii węgła warszawskiego. Tu sprawa przedstawia się nieco inaczej, gdyż ustalić również należy gospodarczo najodpowiedniejszy zasięg elektryfikacji.



Rys. 3.

Procentowy rozkład przejazdów wzdłuż badanych linii (dane z 1931 r.).

Jest oczywiste, iż z punktu widzenia ruchowego byłoby najdogodniejsze przeprowadzenie elektryfikacji aż do granic ruchu podmiejskiego. Takie jednak rozwiązanie byłoby mało ekonomiczne wobec nieznacznego natężenia ruchu na dalszych odcinkach. Dla rozpatrywanych linii gęstość ruchu podróжных przedstawiona została na rys. 3, z którego widać, iż poza Błonie na linii łowickiej wyjeżdża tylko 38% podróжных, poza Modlin na nasielskiej 4,7%, a poza Tłuszcz na białostockiej — 14% (dane z 1931 roku).

Z drugiej strony dalsze odcinki podmiejskie nie mogą być pozostawione bez komunikacji, to też, o ile elektryfikacja nie byłaby do nich doprowadzona, musiałaby być stosowana trakcja zastępcza, najprawdopodobniej typu motorowego. Rozwiązanie to byłoby oczywiście mniej dogodne z punktu widzenia ruchowego, to też zastanowić się trzeba, czy pewne oszczędności, wynikłe z tytułu niedoprowadzenia trakcji elektrycznej z sieci do granic ruchu podmiejskiego, byłyby wystarczające dla usprawiedliwienia wynikających stąd niedogodności ruchowych.

Jak dowiedzione zostało poprzednio*), najekonomicznym systemem trakcji motorowej w obrębie węzła warszawskiego będzie po jego zelektryfikowaniu trakcja akumulatorowa, wobec niskiej ceny prądu elektrycznego, pobieranego do ładowania akumulatorów w godzinach słabego obciążenia. Z tego też względu rozpatrzone zostaną w dalszym ciągu tylko dwie alternatywy, a mianowicie: alternatywa I — elektryfikacja ruchu aż do granic zasięgu podmiejskiego — w krótkości „trakcja z sieci”, oraz alternatywa II — elektryfikacja do ostatniej większej stacji, a prowadzenie ruchu na pozostałym odcinku zapomocą trakcji akumulatorowej, z przesiadaniem. Będzie to t. zw. „trakcja mieszana”.

W tym wypadku zamiast jednostki motorowej, stosowanej przy trakcji z sieci, a składającej się z wagonu motorowego i pary bliźniaczych wagonów doczepnych, o wadze w stanie próżnym ok. 116 t i pojemności 274 miejsc siedzących, która przewidziana jest dla węzła warszawskiego, stosowane byłyby bliźniacze wagony akumulatorowe o 90—100 miejscach siedzących i wadze ok. 70 t, które w godzinach słabego ruchu zastępowałyby z powodzeniem jednostkę motorową, a w pewnych godzinach mogłyby, w razie potrzeby, kursować z lekkim wagonem doczeplnym 40—50 miejscowym.

Jednostki motorowe trzywagonowe będą mogły być w razie potrzeby łączone w składy dwu- lub trzy-jednostkowe, kierowane zapomocą rozrządu wielokrotnego z jednostki czołowej. Dla zasilania zastosowany byłby, tak jak dla elektryfikacji I-go etapu, prąd stały o napięciu roboczym 3000 V, zasilający elektrowozy za pośrednictwem napowietrznej sieci roboczej typu łańcuchowego z regulacją samoczynną, zawieszoną na żelaznych słupach kratowych. Prąd przetwarzany byłby ze zmiennego o wysokim napięciu w podstawach prostowników rtęciowych o sterowaniu półautomatycznym*).

Nie wchodząc w szczegółowy opis techniczny projektu, znany już z szeregu publikacji i do którego nieraz jeszcze trzeba będzie w przyszłości powrócić, przejść można od razu, na zasadzie posiadanych danych ruchowych, do obliczenia kosztów eksploatacji.

Jak wynika z rozważań dla trakcji parowej, za granice ruchu podmiejskiego na rozpatrywanych liniach uważać należy Sochaczew, Nasielsk i Łochów. Rozważania niniejsze przewidują w pierwszej alternatywie elektryfikację aż do tych granic, w drugiej — jak niżej wyszczególniono.

Tablica III.

Linja	Zasięg elektryfikacji w I altern.—„trakcji z sieci“	Zasięg elektryfikacji w II altern.—„trakcji mieszanej“	Zasięg trakcji akumulator. przy „trakcji mies.“
	km	km	km
Łowicka	Sochaczew 50	Błonie 25	Sochaczew 25
Nasielska	Nasielsk 53	Modlin 37	Nasielsk 16
Białostocka	Łochów 55	Tłuszcz 35	Łochów 20

Opracowany dla 1938 roku rozkład jazdy pociągów elektrycznych przewiduje następujące przewozy roczne:

*) Trakcja akumulatorowa, jako uzupełnienie elektryfikowanej podmiejskiej sieci kolejowej. Przegl. Elektr. Zeszyt 10 — 1933.

*) Szczegółowy opis techniczny stosowanych urządzeń podany został w Inżynierze Kolejowym, Zeszyt 8 i 9 1931, oraz w Przegl. Elektr. Zeszyt 7 — 1932.

Tablica IV.

Linja i odcinek	Obecna średnia ilość par pociągów dziennie	Przewidywana ilość par, elektryczn. dziennie		Rocznie dla trakcji z sieci w tysiącach		
		pociągów	jednostek	poc.-km	jedn.-km	tonno-km
Łowicka						
Czyste-Błonie . .	15	30	39	547	711	91 000
Błonie-Sochaczew	6	15	15	273	273	35 000
razem				820	984	126 00
Nasielska						
Gdańska-Jabłonna	20	39	50	512	657	84 00
Jabłonna-Modlin .	13	21	24	291	333	42 60
Modlin-Nasielsk .	4	10	10	117	117	15 00
razem				920	1 107	141 600
Białostocka						
Wileńska-Wołomin	29	58	65	762	854	109 400
Wołomin-Tłuszcz .	17	30	32	373	397	50 800
Tłuszcz-Łochów .	5	15	15	219	219	28 000
razem				1 354	1 470	188 200
Ogółem				3 094	3 561	455 800

W obliczeniach przyjmowano średnią wagę jednostki z podróznymi, równą $116 + 12 = 128$ t. Obliczenia tablicy IV uwzględniają tylko trakcję z sieci, t. j. prowadzenie jednostek motorowych aż do granic ruchu.

Jak wynika z rozkładów jazdy, niezbędna ilość taboru trakcyjnego dla obu alternatyw, z uwzględnieniem już rezerwy i jednostek w remoncie, może być oszacowana, jak następuje:

Tablica V.

Linja	Alternatywa I	Alternatywa II
Łowicka . .	10 jedn. motorowych	8 jedn. motorowych i 3 wagony akumulator.
Nasielska .	11 jedn. motorowych	10 jedn. motorowych i 2 wagony akumulator.
Białostocka	15 jedn. motorowych	14 jedn. motorowych i 3 wagony akumulator.
razem	36 jedn. motorowych	32 jedn. motorowe i 8 wagon. akumulator.

Zgodnie z powyższymi danymi oraz na zasadzie ogólnego projektu elektryfikacji, zestawić można następującą tablicę ilości potrzebnych urządzeń elektryfikacyjnych:

Tablica VI.

Wyszczególnienie	Alternatywa I			Alternatywa II		
	Łowicka	Nasielska	Białostocka	Łowicka	Nasielska	Białostocka
Jednostki motorowe o składzie jeden elektrowagon i dwa doczepne	10	11	15	8	10	14
Wagony akumulatorowe typu bliźniaczego na 6 osiach	—	—	—	3	2	3
Sieć robocza nad torami głównymi, o podwójnym drucie robocz. km.	104	110	114	53	78	74
Sieć robocza nad torami stacyjnymi, pojedynczy drut rob. km.	4	5	7	3	4	6
Rozmieszczenie podstacji trakcyjnych o mocy około 2×1500 kW każda	Ożarów i Szymanów	Jabłonna i Nowy Dwór	Wołomin i Szewnica	Ożarów	Jabłonna i Modlin	Wołomin i Tłuszcz (ewent.)
Ilość stacji ładowniczych dla ładow. wag. akumulat. o mocy 2×200 kW każda	—	—	—	1	1	1

Obecnie obliczyć już można koszty eksploatacji dla obu alternatyw dla służb, zależnych od systemu trakcji.

1. Służba konduktorska.

Można przyjąć w przybliżeniu, iż koszty tej służby będą jednakowe dla obu alternatyw. W stosunku do kosztu, obliczonego dla trakcji parowej, koszty tej służby zmniejszą się proporcjonalnie do ilości wagono-km oraz odwrotnie proporcjonalnie do szybkości handlowej.

Ponieważ średnia szybkość handlowa dla wszystkich trzech linii będzie około 35% wyższa od obecnej, otrzymujemy dla obu alternatyw koszty:

$$\begin{aligned} \text{łowicka} & \dots \frac{984\,000 \times 3}{4\,220\,000 \times 1,35} \times 102\,000 = 53\,000 \text{ zł} \\ \text{nasielska} & \dots \frac{1\,107\,000 \times 3}{5\,020\,000 \times 1,35} \times 120\,000 = 59\,000 \text{ zł} \\ \text{białostocka} & \dots \frac{1\,470\,000 \times 3}{7\,040\,000 \times 1,35} \times 169\,000 = 79\,000 \text{ zł} \\ \text{Razem rocznie} & \quad 191\,000 \text{ zł} \end{aligned}$$

2. Służba trakcyjna.

Koszt obsługi stacyj wodnych, przypadający na ruch podmiejski, odpada przy trakcji elektrycznej całkowicie w obu alternatywach.

3. Służba elektrowozowa.

Tu obliczenie prowadzone być musi oddzielnie dla każdej alternatywy.

a) Trakcja z sieci.

Personel maszynistów obliczyć można jedynie na podstawie rocznej ilości godzin pracy pociągów na linii. Przy średniej szybkości handlowej 54 km/godz. i postojach na stacjach krańcowych po pół godziny, otrzymać można na podstawie tablicy V następujące ilości godzin:

$$\begin{aligned} \text{łowicka} & \dots \frac{820\,000}{54} : 0,5 \times 365 \times 2 \times 30 = 26\,200 \text{ godz. rocz.} \\ \text{oraz, licząc tak samo:} & \quad \begin{array}{ll} \text{nasielska} & \text{— } 31\,200 \text{ „ „} \\ \text{białostocka} & \text{— } 46\,300 \text{ „ „} \end{array} \\ \text{Razem} & \quad 103\,700 \text{ „ „} \end{aligned}$$

Przy średniej rocznej pracy maszynisty 2000 godzin z uwzględnieniem w tem dozoru, rezerwy i urlopów, oraz przy średnich poborach 4500 zł. rocznie łącznie z dodatkami, otrzymuje się koszt personelu:

łowicka $\frac{26\,200}{2\,000} \times 4\,500 = 59\,000$ zł. rocznie,
 oraz analogicznie:
 nasielska — 70 000 zł. „
 białostocka — 104 000 zł. „
 Razem 233 000 zł. rocznie.

Odpowiadający kosztowi paliwa dla parowozów koszt energii elektrycznej da się obliczyć na zasadzie zużycia jednostkowego. Zgodnie z obliczeniami, zużycie to na zaciskach wysokiego napięcia na podstacjach wynosić będzie okragło 34 Wh/tkm, wliczając w to manewry, straty oraz ogrzewanie pociągów w zimie.

Przy cenie energii elektrycznej w 1938 r. w węźle warszawskim dla danych warunków ruchu najwyżej 9 gr/kWh na podstacjach, ogólny koszt prądu wyniesie:

Dla linii łowickiej $\frac{126\,000\,000 \times 34}{1\,000} \times 0,09 = 386\,000$ zł
 „ „ nasielskiej analogicznie — 433 000 zł
 „ „ białostockiej — 576 000 zł
 Razem, przy łącznym zużyciu 15,5 milj. kWh — 1 395 000 zł

Do tych wydatków dochodzą jeszcze wydatki na smarowanie i czyszczenie elektrowozów, które przyjmuje się zwykle równe $\frac{1}{4}$ tych wydatków dla lokomotyw parowych, czyli $47,6 : 4 = 12$ zł/1000 wagono/km. Wyniesie to razem: dla linii łowickiej — 10 000 zł, dla nasielskiej — 11 000 zł i dla białostockiej — 15 000 zł. rocznie.

Ogółem koszty służby elektrowozowej w I alternatywie będą:

Linia łowicka — 455 000 złotych rocznie,
 „ nasielska — 514 000 „ „
 „ białostocka — 695 000 „ „
 Razem — 1 664 000 „ „

b) Trakcja mieszana.

Wydatki dla tej alternatywy obliczone zostały analogicznie do wydatków w alternatywie I, z uwzględnieniem mniejszych przebiegów pociągów, zasilanych z sieci, dodając zato wydatki na trakcję akumulatorową.

Przy średniej szybkości handlowej wagonów akumulatorowych 50 km/godz oraz również pół-godzinnych postojach na stacjach krańcowych, otrzymuje się:

łowicka $\frac{547\,000}{54} + \frac{273\,000}{50} + 0,5 \times 365 \times 2(30+15) = 32\,000$ godz.
 oraz analogicznie:

nasielska — 35 100 „
 białostocka — 52 000 „
 Razem rocznie — 119 100 godz.

Licząc jak poprzednio, otrzymuje się wydatki osobowe w wysokości następującej:

Linia łowicka — 72 000 złotych rocznie.
 „ nasielska — 79 000 „ „
 „ białostocka — 117 000 „ „
 Razem — 268 000 złotych rocznie.

Koszt energii elektrycznej do ładowania akumulatorów kalkuluje się, wskutek używania prądu w godzinach nocnych lub słabego ruchu, okolo 2 gr/kWh^{*)}). Licząc zużycie 40 Wh/tkm na zaciskach stacji ładowniczej, otrzymuje się na wozokm, o wadze w stanie napełnionym 80 t — 3,2 kWh, czyli 6,4 grosze. Licząc zużycie dla jednostek motorowych zasilanych z sieci, jak w alternatywie poprzedniej, otrzymują się koszty energii:

*) Trakcja akumulatorowa, jako uzupełnienie zelektryfikowanej Podmiejskiej Sieci Kolejowej, Przegląd Elektr., zesz. 10 — 1933.

Linia łowicka — 278 000 + 17 000 = 295 000 zł rocznie
 „ nasielska — 387 000 + 8 000 = 395 000 „ „
 „ białostocka — 490 000 + 14 000 = 504 000 „ „

Razem 1 194 000 zł rocznie.

Przy łącznym zużyciu ok. 14,3 milionów kWh rocznie.

Dodając wydatki na smarowanie i czyszczenie elektrowozów w takiej samej wysokości, jak w I alternatywie, otrzymuje się wydatki służby elektrowozowej w alternatywie II:

Linia łowicka — 377 000 zł rocznie
 „ nasielska — 485 000 „ „
 „ białostocka — 636 000 „ „

Razem 1 498 00 zł rocznie.

4. Służba wagonowa.

Koszty służby wagonowej będą proporcjonalne do przebiegów, z tem jednak, iż odpadają koszty oświetlenia i ogrzewania pociągów, zawarte już w kosztach energii elektrycznej. Aby jednak uwzględnić konserwację grzejników i obwodów świetlnych, wynikłe koszty powiększono o 25%, co wydaje się być liczbą zupełnie prawdopodobną.

Licząc proporcjonalnie do osio-km, otrzymuje się:

Linia łowicka Altern. I — 10 000 zł Altern. II — 7 000 zł
 „ nasielska „ 11 000 zł „ 10 000 zł
 „ białostocka „ 15 000 zł „ 12 000 zł
 Razem „ 36 000 zł „ 29 000 zł

5. Służba warsztatowa.

Projekty, opracowywane przez PKP w 1931 r., przewidują koszt utrzymania wagonów motorowych na ok. 20 gr/wagono-km. Ponieważ jednak koszty utrzymania parowozów spadły od 1931 do 1933 r. z 55 gr/parowozokm do 45,4 gr/parowozokm, koszt utrzymania wagonu motorowego można również obniżyć w tym samym stosunku, zatem do 17 kg/wagono-km.

Koszt utrzymania wagonu akumulatorowego obejmuje również konserwację i renowację baterij oraz koszty ładowania i wynosi według praktyki w zachodnich Dyrekcjach PKP okolo 45 gr/wagono-km. Przyjmując jeszcze koszt utrzymania wagonów doczepnych, jak dla trakcji parowej po 19,0 zł/1000 osio-km, otrzymuje się rezultaty następujące:

Tablica VII.

Pozycja	L i n i a					
	Łowicka		Nasielska		Białostocka	
	Alt. I	Alt. II	Alt. I	Alt. II	Alt. I	Alt. II
Wagony motorowe	167 000	121 000	188 000	168 000	250 000	213 000
Wagony doczepne	112 000	181 000	126 000	113 000	168 000	143 000
Wagony akumulatorowe . .	—	123 000	—	53 000	—	99 000
Razem zł.	279 000	325 000	314 000	334 000	418 000	455 000

6. Służba sieci i podstacyj.

Koszty tej służby mogą być jedynie oszacowane na zasadzie przybliżonych obliczeń. Przyjmując z zapasem koszt utrzymania sieci po 500 zł/km podwójnego toru głównego oraz po 7 000 zł rocznie na podstaje, otrzymuje się ogółem:

Linia łowicka: Altern. I — 40 000 zł. Altern. II — 20 000 zł.
 „ nasielska „ 42 000 „ „ 34 000 „
 „ białostocka „ 43 000 „ „ 33 000 „
 razem rocznie 125 000 zł. 87 000 „

V. Porównanie kosztów.

Na zasadzie obliczonych wyżej danych mogą być zestawione następujące tablice rocznych kosztów eksploatacyjnych (w złotych):

Tablica VIII.

a) Linia łowicka.

Wyszczególnienie	Trakcja parowa		Trakcja elektr. w 1938 r.	
	w 1933 i 1934 r.	w 1938 r. (zwiększona o 48%)	z sieci (Alt. I)	mieszana (Alt. II)
Służba konduktorska	102 000	151 000	53 000	53 000
„ trakcyjna (stacje wodne)	14 000	21 000	—	—
„ parowoz., lub elektrowozowa	380 000	562 000	455 000	377 000
„ wagonowa	75 000	111 000	10 000	7 000
„ warsztatowa	442 000	655 000	279 000	325 000
„ sieci i podst.	—	—	40 000	2 000
Razem	1 013 000	1 500 000	837 000	782 000
Roczna oszczędność w stos. do trakcji par.			663 000	718 000

b) Linia nasielska.

Wyszczególnienie	Trakcja parowa		Trakcja elektr. w 1938 r.	
	w 1933 i 1934 r.	w 1938 r. (zwiększona o 36%)	z sieci (Alt. I)	mieszana (Alt. II)
Służba konduktorska	120 000	163 000	59 000	59 000
„ trakcyjna (stacje wodne)	17 000	23 000	—	—
„ parowoz., lub elektrowozowa	454 000	618 000	514 000	485 000
„ wagonowa	89 000	121 000	11 000	10 000
„ warsztatowa	528 000	718 000	314 000	334 000
„ sieci i podst.	—	—	42 000	34 000
Razem	1 208 000	1 643 000	940 000	922 000
Roczna oszczędność w stos. do trakcji parowej	—	—	703 000	721 000

c) Linia białostocka.

Wyszczególnienie	Trakcja parowa		Trakcja elektr. w 1938 r.	
	w 1933 i 1934 r.	w 1938 r. (zwiększona o 8%)	z sieci (Alt. I)	mieszana (Alt. II)
Służba konduktorska	169 000	183 000	79 000	79 000
„ trakcyjna (stacje wodne)	23 000	25 000	—	—
„ parowoz., lub elektrowozowa	633 000	684 000	695 000	636 000
„ wagonowa	124 000	134 000	12 000	12 000
„ warsztatowa	740 000	799 000	418 000	455 000
„ sieci i podst.	—	—	43 000	33 000
Razem	1 686 000	1 825 000	1 247 000	1 215 000
Roczna oszczędność w stos. do trakcji parowej	—	—	578 000	610 000

Odrzuca się w oczy zjawisko, iż najmniejsze stosunkowo oszczędności zachodzą na najlepszej ruchowo linii białostockiej. Zjawisko to tłumaczy się tem, iż na linii tej zaprojektowano przy trakcji elektrycznej ruch specjalnie gęsty — pociągi co 15 minut, w przeciwieństwie do linii pozostałych, na których projektowany jest ruch w odstępach półgodzinnych. Chodziło bowiem o zapewnienie komunikacji zdecydowanie lepszej, niż obecnie, a właśnie na linii białostockiej komunikacja parowa była dotąd stosunkowo najlepsza.

Dotychczas mowa była jedynie o kosztach eksploatacyjnych i wynikających z tej dziedziny oszczędnościach. Pamiętać jednak należy, że, jak to zaznaczono na wstępie, wzrosną również dochody eksploatacyjne wskutek wzrostu ilości przejazdów, spowodowanego usprawnieniem komunikacji. Pomimo zastosowania daleko idących ulepszeń, jak: podwojenie ilości pociągów w stosunku do stanu obecnego, powiększenie szybkości handlowej o 35%, zastosowanie nowoczesnego, specjalnie przeprojektowanego taboru i t. p., przyjęto, iż jednorazowy wzrost ilości przejazdów, spowodowany zmianą systemu trakcji, wyniesie zaledwie 15%. To też, jak już wspomniano, conajmniej o tyle wzrosną również i dochody eksploatacyjne.

Według zestawień Wydziału Kontroli Dochodów Dyrekcji Warszawskiej, dochód ze sprzedaży biletów na pociągi podmiejskie (bez dalekobieżnych) wynosił w r. budżetowym 1930/31:

na linii łowickiej — 1 390 000 zł
 przy przewozach wynoszących 1 599 000 osób
 na linii nasielskiej — 1 996 000 zł
 przy przewozach wynoszących 3 139 000 osób
 na linii białostockiej — 3 686 000 zł
 przy przewozach wynoszących 4 821 000 osób

Ponieważ od 1930 roku nie było żadnej zasadniczej zmiany w taryfach podmiejskich, dochody eksploatacyjne w dalszych latach mogą być przyjęte, jako w przybliżeniu proporcjonalne do ilości przejazdów, które, zgodnie z tablicą I, wynosić mają w 1938 r. na linii łowickiej — 3,88 milionów osób, na nasielskiej — 4,85 milionów, a na białostockiej — 5,54 miliony, czyli odpowiednio 2,42, 1,55 i 1,15 krotnie ilość przejazdów w 1931 roku.

Licząc wzrost dochodów w tym samym stosunku, otrzymuje się:

dla linii łowickiej — 3 370 000 zł
 „ „ nasielskiej — 3 100 000 zł
 „ „ białostockiej — 4 230 000 zł,

od czego 15 % stanowi:

Linia łowicka — 506 000 zł rocznie
 „ nasielska — 465 000 zł rocznie
 „ białostocka — 635 000 zł rocznie.

Dodając powyższe sumy do rocznych oszczędności eksploatacyjnych, otrzymuje się ogólny wzrost dochodów rocznych dla poszczególnych linii, spowodowany zmianą systemu trakcji:

łowicka: Altern. I — 1 169 000 zł, Altern. II — 1 224 000 zł
 nasielska: „ 1 168 000 zł, „ 1 186 000 zł
 białostocka: „ 1 213 000 zł, „ 1 245 000 zł

VI. Oprocentowanie kapitału.

Obliczenie, prowadzone dla przedsiębiorstwa Państwowego, jakim są PKP, odbiegać musi nieco od normalnej kalkulacji rentowności, stosowanej dla przedsiębiorstw prywatnych. Przedsiębiorstwo prywatne będzie rentowne wówczas, gdy czyste dochody pozwolą na pokrycie oprocentowania kapitału, jego stopniową amortyzację oraz na renowację, czyli odnawianie urządzeń tak, by znajdowały się zawsze w pełnym stanie użytkowym.

Przedsiębiorstwo Państwowe nie potrzebuje się liczyć z koniecznością spłaty zainwestowanego kapitału po terminie upływu koncesji, wobec czego odpadają spłaty amortyzacyjne, przeważnie nie posiada ono specjalnego funduszu renowacyjnego, a samo oprocentowanie kapitału rozpatrywane jest również pod zupełnie innym kątem widzenia, niż w przedsiębiorstwie prywatnym. Jeżeli chodzi o inwestycję na warunkach kredytowych, jak to prawdopodobnie będzie miało miejsce przy dalszej elektryfikacji węzła, to należałoby

rozróżnić w kalkulacji rentowności dla takiego przedsiębiorstwa dwa zupełnie odrębne okresy: okres pierwszy, w przybliżeniu dziesięcioletni, podczas którego przedsiębiorstwo opłacać musi zarówno procenty od kapitału, jak również i sam kapitał, oraz drugi, o długości praktycznie nieograniczonej, podczas którego każda nadwyżka dochodów nad rozchodami stanowi czysty zysk przedsiębiorstwa.

Ponieważ jednak takie stawianie sprawy, nie dając jasnego obrazu rzeczywistości, mogłoby spaczyć zasadniczo całą kalkulację, najlepiej jest się ograniczyć do podania jedynie przewidywanej rocznej nadwyżki dochodów eksploatacyjnych nad rozchodami w odniesieniu do dodatkowo zainwestowanego kapitału — w danym wypadku kapitału elektryfikacyjnego. W ten sposób obliczenie nie zostaje ostatecznie doprowadzone do końca, ale daje zato rzetelną podstawę do przeprowadzenia każdej potrzebnej kalkulacji.

Pozostaje więc obecnie jedynie do obliczenia dodatkowy kapitał elektryfikacyjny. Podane dalej wielkości są jedynie liczbami orientacyjnymi, ponieważ nie istnieje oczywiście żadna rynkowa cena np. na wagony motorowe lub

podstacie, gdyż dopiero zainteresowana firma na zasadzie bieżących cen półfabrykatów i biorąc pod uwagę warunki transakcji, cenę taką od wypadku do wypadku kalkuluje. Mimo to jest możliwe przybliżone oszacowanie, ile dane urządzenie powinno w danych warunkach kosztować, i takie właśnie liczby zostały w dalszym ciągu obliczenia podane. Podkreślić jednak trzeba, iż na przykład każde pogorszenie ogólnej sytuacji politycznej, nie mające na pierwszy rzut oka żadnego związku z budową prostownika rtęciowego, cenę jego podwyższy, tak samo jak każde udane posunięcie na terenie polityki światowej wpłynie na jej obniżenie.

Wobec tego, iż większość urządzeń będzie mogła być obecnie już wykonana w kraju, podane niżej ceny zostały skalkulowane bez cła. Wszystkie ceny są raczej cenami maksymalnymi i przy realizacji przedsięwzięcia będą mogły być prawdopodobnie dość wydatnie obniżone.

Kosztorys elektryfikacji, oparty na tych założeniach, byłby w przybliżeniu następujący (ceny w tysiącach złotych):

Tablica IX.

Wyszczególnienie	Alternatywa I			Alternatywa II		
	Łowicka	Nasielska	Białostocka	Łowicka	Nasielska	Białostocka
Wagony motorowe.						
Część mechaniczna po 150 tys. zł. . .	1 500	1 650	2 250	1 200	1 500	2 100
„ elektryczna po 150 tys. zł. . .	1 500	1 650	2 250	1 200	1 500	2 100
Bliźniacze wagony doczepne (za parę)						
Część mechaniczna po 250 tys. zł. . .	2 500	2 750	3 750	2 000	2 500	3 500
„ elektryczna po 20 tys. zł. . .	200	220	300	160	200	280
Podwójne wagony akumulatorowe.						
Całość, razem z akumulatorami po 350 tys. zł.	—	—	—	1 050	700	1 050
Sieć robocza.						
Na szlaku po 35 000 zł. /km. . . .	3 640	3 850	3 990	1 890	2 730	2 590
na stacjach po 40 000 zł. /km. . .	160	200	280	120	160	240
Podstacje i posterunki.						
Podstacje po ok. 2×1500 kW, z budynkiem, po ok. 1000 zł.	2 000	2 000	2 000	1 000	2 000	2 000
Posterunki dzieln. po ok. 100 tys. zł.	300	300	300	200	200	200
Stacje ładownicze po ok. 150 tys. zł.	—	—	—	150	150	150
Razem:	11 800	12 620	15 120	8 970	11 640	14 210
Razem 3 linie		39 540			34 820	

Wyniki, zawarte w tablicy, nie są jednak kompletne, gdyż zastosowanie trakcji elektrycznej oswobodzi cały tabor trakcji parowej, obsługujący dotąd ruch podmiejski, i wartość inwentarzowa tego taboru musi być od ogólnych kosztów elektryfikacji odjęta.

Przeciwnicy zmiany systemu trakcji na PKP twierdzili niejednokrotnie, iż odjęcie to nie powinno być dokonywane, ponieważ oswobodzony tabor wskutek kryzysu żadnej właściwej wartości nie posiada. Zdanie to nie wydawało się być nigdy przy bliższym rozpatrzeniu dostatecznie uzasadnione, choćby z tego względu, że niezależnie od kryzysu tabor musi podlegać stopniowej renowacji, co wystarcza zupełnie, aby nadać wycofywanemu taborowi pewną wartość, zależną od stanu jego zużycia i możliwości zastosowania go na innych liniach, lub ostatecznie wartość „szmelcu”, gdyż i ta nawet bywała w niektórych wypadkach kwestionowana.

Obecnie jednak samo życie dało najlepsze uzasadnienie słuszności odpisywania wartości taboru wycofanego. Oto, jak wiadomo, z programu elektryfikacji I etapu pozostanie do dyspozycji około 20 wagonów motorowych, zamówionych w nadmiarze. Gdyby zgodzić się na fakt, iż tabor unieruchomiony wartości nie posiada, należałoby uwzględnić w kosztorysie, iż 20 elektrowagonów dostarczonych zostało za darmo, gdyż zostały one już poprzednio zapłacone. Niema potrzeby uzasadniać, jak niesłusznym byłoby takie stawianie sprawy, to też wartość tych wagonów została w kosztorysie uwzględniona, lecz z drugiej strony odjęta również zostanie konsekwentnie wartość taboru oswobodzonego.

Zgodnie z danymi DOKP Warszawa średni roczny przebieg wagonu osobowego w ruchu podmiejskim wynosi około 70 000 km, wobec czego tabor parowy ruchu podmiejskiego oszacowany być może w sposób następujący:

Przyjmując wartość użytkową parowozu podmiejskiego średnio 250 000 zł., oraz wagonu osobowego 3-osioowego starego typu tylko 10 000 zł., otrzymuje się wartość urządzeń oswobodzonych:

Linia łowicka	— 60 wag. osob. i 9 parow.	} (jak obliczono poprzednio)
„ nasielska	— 72 „ „ i 11 „	
„ białostocka	— 100 „ „ i 15 „	
Razem	232 wag. osob. i 35 parow.	

Przyjmując wartość użytkową parowozu podmiejskiego średnio 250 000 zł., oraz wagonu osobowego 3-osioowego starego typu tylko 10 000 zł., otrzymuje się wartość urządzeń oswobodzonych:

Linia łowicka	— 2 850 000 zł
„ nasielska	— 3 470 000 zł
„ białostocka	— 4 750 000 zł
Razem	11 070 000 zł.

a stąd całkowity kapitał budowlany:

Linia łowicka Altern. I	8 950 000 zł i Altern. II	6 120 000 zł
„ nasielska „	9 150 000 zł i „	8 170 000 zł
„ białostocka „	10 370 000 zł i „	9 460 000 zł
Razem Altern. I	28 470 000 zł i Altern. II	23 750 000 zł

W związku z tem roczny zysk eksploatacyjny wyniesie w stosunku do kapitału elektryfikacyjnego:

Na linii łowickiej	w Altern. I — 13,1%	w Altern. II — 20,0%
na linii nasielskiej	„ 12,8%	„ 14,5%
na linii białostockiej	„ 11,7%	„ 13,2%

VII. Wnioski końcowe.

Podane wyżej obliczenia, aczkolwiek jak każdy projekt, oparte na przypuszczeniach i pewnych uproszczeniach (jednakowa ilość wagonów we wszystkich pociągach, jednakowa szybkość handlowa i t. p.), pozwalają jednak na wysnucie zupełnie konkretnych wniosków, które streścić się dadzą w sposób następujący.

RACJONALNA ORGANIZACJA WARSZTATÓW TRAMWAJOWYCH

Inż. Z. Grabliński

Streszczenie. W referacie poniższym przedstawiłem w ogólnych zarysach najodpowiedniejszy, moim zdaniem, układ organizacji naprawczego warsztatu wozów tramwajowych. Układ ten wzoruje się na organizacji, jaka została kilka lat temu wprowadzona do Warsztatów Tramwajowych Warszawskich, i wskazuje na korzyści, które z niej w tych warsztatach wynikły. W referacie starałem się uwypuklić, obok spraw czysto organizacyjnych, wszystkie te zagadnienia charakteru poczęści technicznego, które w racjonalnie zorganizowanym warsztacie powinny znaleźć swoje prawidłowe rozwiązanie. Poza tem starałem się zwrócić uwagę na te specyficzne warunki warsztatów tramwajowych, które wynikają z ich wybitnie naprawczego charakteru, a które ułatwiają lub utrudniają poszczególne zagadnienia organizacyjne.

Korzyści z racjonalnego przeorganizowania warsztatów są bezsporne i wyrażają się w ułatwieniu pracy kierownictwa, w zmniejszeniu marnotrawstwa czasu robotników i zużywanych materiałów, w sharmowanizowaniu pracy poszczególnych działów, w lepszej kontroli technicznej wyrobów, a ogólnie zaś w powiększeniu, przy tej samej liczbie robotników, zdolności produkcyjnej warsztatów i w zmniejszeniu martwego kapitału, uwięzionego w magazynach.

System przemennie opisany nie może być do każdej wielkości warsztatów bezkrytycznie zastosowany, ale w każdym przedsiębiorstwie przeanalizowanie i oparcie o racjonalne podstawy organizacji warsztatów da z całą pewnością wybitne korzyści.

Konieczność racjonalnej organizacji zakładów przemysłowych w obecnych czasach nie ulega najmniejszej wątpliwości i przekonywanie kogokolwiek o korzyściach, płynących z jej zastosowania, byłoby już stanowczo nie na czasie. Na całym świecie, a także i u nas, prawie każde większe przedsiębiorstwo przemysłowe podjęło pracę nad przemyśleniem i racjonalnem zorganizowaniem każdej swej elementarnej komórki, każdej swej elementarnej czynności. Jednak racjonalna organizacja nie polega na tem, ażeby każde przedsiębiorstwo przemysłowe wtłaczać w te same ramy organizacyjne, ażeby niezależnie od wielkości i rodzaju zakładu stosować identyczne formy. Pod słowem „racjonalna” rozumieć należy najodpowiedniejszą formę sy-

1. Elektryfikacja wszystkich trzech odcinków podmiejskich linii, nie objętych dotąd planem elektryfikacji, a mianowicie łowickiej, nasielskiej i białostockiej, byłaby, niezależnie od korzyści ruchowych, pożądana pod względem ekonomicznym, zapewniając oprocentowanie kapitału elektryfikacyjnego w wysokości 12—13% rocznie.

2. Z punktu widzenia rentowności byłoby bardziej pożyteczne nie doprowadzać elektryfikacji do granic ruchu podmiejskiego, stosując na odcinkach krańcowych trakcję akumulatorową. Podniosłoby to o kilka procentów rentowność i należałoby jedynie rozważyć, czy to powiększenie rentowności byłoby racjonalne ze względów ruchowych.

3. Kapitał, potrzebny dla elektryfikacji wszystkich trzech linii, to jest suma inwestycji gotówkowych, wynosi w przybliżeniu 33 miliony złotych, w tem część mechaniczna taboru — około 11 milionów. W razie stosowania trakcji akumulatorowej jako środka pomocniczego suma ta zmalałaby do ok. 29 milionów, w tem część mechaniczna taboru — ok. 9 milionów.

stemu organizacyjnego, przystosowaną ściśle do danych warunków. To co dla wielkiego przedsiębiorstwa będzie jak najbardziej celowe i opłacające się, dla małego może kosztować zbyt dużo w stosunku do korzyści z niego płynących — być nieracjonalnem.

Dlatego też w poniższym referacie nie mam zamiaru zalecać jakiegos wzoru, którym, według mego zdania, bez zastrzeżeń należałoby się posługiwać przy organizacji warsztatów tramwajowych, pragnę tylko przedstawić, opierając się przede wszystkim na organizacji, przeprowadzonej w warsztatach Tramwajów Miejskich w Warszawie, poszczególne dobre strony zastosowanego tam systemu oraz trudności, z którymi spotykaliśmy się przy wprowadzeniu racjonalnej organizacji w życie. Przedewszystkiem chciałbym zwrócić uwagę na te wszystkie zupełnie specyficzne własności warsztatów tramwajowych, które wypływają z wybitnie naprawczego ich charakteru. Opis mój będę prowadził zupełnie ogólnie, nie wchodząc zbyt w szczegóły, gdyż szczupłe ramy niniejszego referatu na to nie pozwalają, a poza tem szczegóły nie są ciekawe, gdyż może być w nich znaczna dowolność, ze względu na rozmaite warunki miejscowe przedsiębiorstw.

Organizacyjnie warsztaty tramwajowe dzielą się na:

1) Biuro ruchu. 2) Biuro rysunkowo-techniczne. 3) Warsztaty produkcyjne: a) dział wytwórczy mechaniczny, b) dział elektryczny, c) dział montażowy wozów. 4) Magazyn. 5) Biuro kosztów i list płacy.

1. Biuro ruchu.

Biuro ruchu ma kilka odrębnych zadań. Przedewszystkiem ustala i opracowuje program pracy warsztatów na najbliższy okres: rok, kwartał, miesiąc. Z powodu tego, że, jak później zobaczymy, uzupełnianie zapasu części wymiennych wozów odbywa się w sposób automatyczny, więc programu pracy, dotyczącego tej części działalności warsztatów, niema potrzeby ustalać, obliczany jest jedynie program wozów, przeznaczonych do rewizji głównej. Przy obliczeniu tem wy-

chodzi się z przebieżonych przez poszczególne wozy kilometrów i ilości godzin pracy, potrzebnej w każdym dziale do przeprowadzenia rewizji głównej, oraz z dysponowanej do tego celu przez warsztaty ilości ludzi każdej specjalności. Ułożony w ten sposób program jest stopniowo wykonywany, a biuro ruchu śledzi za punktualnością tego wykonania. Poza tym pilnuje ono terminarza, czyli terminowego wykonania każdego zamówienia, jakie otrzymują warsztaty. Każde zamówienie przychodzi do biura ruchu i jest tam zapisywane wraz z pożądanym terminem wykonania. Jeżeli poszczególne warsztaty nie są w stanie wykonać zamówienia w pożądanym terminie, wtedy zawiadamiają one biuro ruchu, a to ze swej strony odnotowuje u siebie oraz przesyła wiadomość o tem temu, dla kogo zamówienie miało być wykonane. Po ukończeniu zamówienia przesyła biuro ruchu wszystkie papiery jego dotyczące do biura kosztów do wyceny.

Najważniejszym zadaniem biura ruchu jest kalkulacja wstępna robót, czyli opracowanie czasów na każdą najdrobniejszą czynność, według których otrzymywać będą robotnicy premję za czas zaoszczędzony. Warsztaty tramwajowe, których podstawowym zadaniem jest utrzymywanie w stanie użyteczności wszystkich urządzeń wozów, są w tem szczęśliwym położeniu, że produkcja ich stale się powtarza; ciągle mamy do czynienia z wykonywaniem, czy naprawą takich samych części wagonowych, a także z takimi samymi ich uszkodzeniami. Opłaca się zatem więcej, niż w zwykłych fabrykach produkujących, szczegółowo opracować i przygotować każdą pracę, wykonać szereg potrzebnych na warsztacie przyrządów, szablonów, sprawdzianów i innych udogodnień. Dlatego też i na kalkulację wstępną opłaca się zwrócić specjalną uwagę.

Rozpatruję ją oddzielnie przy wykonaniu części nowych-zamiennych, przy naprawie uszkodzonych mechanizmów i przy rewizji głównej wozów.

Przy wykonaniu części nowych, gdy po raz pierwszy przedmiot ma być wykonany w warsztatach, zostaje opracowana karta operacyjna (rys. 1), na której wypisane są czasy wyznaczone i która następnie przechowywana jest w biurze ruchu do użytku przy następnej wykonywaniu tych samych przedmiotów. Całość roboty jest podzielona na poszczególne operacje, które pokolei mają być wykonywane przez rozmaite działy warsztatów na rozmaitych obrabiarkach. Czas pracy każdej operacji na obrabiarkę, która składa się z całego szeregu czynności elementarnych (jak: zamocowanie przedmiotu, zmiana noża, toczenie i t. p.) obliczany jest przy pomocy opracowanych poprzednio tabeli charakterystycznych danej obrabiarki, uwzględniających dla danego materiału odpowiednie prędkości skrawania, przekroje wióra skrawanego i posuwu. Tabele te zostały opracowane teoretycznie, biorąc za podstawę dane charakterystyczne obrabiarki, a następnie sprawdzone praktycznie. Co się tyczy czynności pomocniczych przy danej operacji na obrabiarkę, jak zamo-

cowanie przedmiotu, zmiana noża i t. p., to czasy te po raz pierwszy ustalane są przy pomocy chronometrażu.

Jeżeli chodzi o operacje, wykonywane ręcznie przez wytyczne do ich obliczenia, jednak ustalenie dokładne czasu wyznaczonego może być dokonane jedynie na podstawie badania operacji zapomocą ścisłych obserwacji i przez schronometrowanie roboty.

Przy obserwacji takiej istnieją ogromne możliwości wyeliminowania wszelkich czasów, traconych niepotrzebnie ułatwienia robotnikowi pracy przez zastosowanie odpowiednich urządzeń pomocniczych i t. p. Tutaj wielką pomocą przy ustalaniu prawidłowego sposobu wykonania pracy jest personel techniczny — majstrowie, a także sami robotnicy, gdy chronometraż jest przeprowadzany w sposób jasny i logiczny, gdy ma na celu rzeczywiste ułatwienie pracy, a nie jedynie szybsze jej wykonanie, oraz gdy do tej współpracy robotnicy są zachęceni przez odpowiedni system premji. Jak duże korzyści osiąga przedsiębiorstwo przez stosowanie racjonalnych uprawnień, widać to z poniższej tabeli, w której podane jest kilka przykładów usprawnień.

Nr	Nazwa przedmiotu	Czas przed usprawnien. godz.	Czas po usprawnieniu godz.	% oszczędności	U w a g i
1	Prowadnica mosiężna do drzwi wozów t. D	40	15,4	60	zmiana materj. i obróbki
2	Drzwiczki pomostowe typu A, B	360	245	32	zmiana sposobu naprawy
3	Płytki do wideł maźnic	53,1	43,35	18	zmiana materiału
4	Dźwignie do wałów hamulcowych typu A	42,5	25,6	40	zmiana materiału
5	Rolka do podwieszeń hamulcowych typu P ₁₀	100	48	52	zmiana obrabiarki
6	Zawieszenie do desek ochronnych typu A, B	30	13	56	zastosowanie przyrządu do krępowania
7	Trzon zderzakowy	20,1	15,6	22	zm. sposobu wykonania
8	Klamry do ochrony dolnej kół zębatach S-54	42,7	26,2	38	zm. sposobu wykonania
9	Ochrony trybowe S-54 górne	101,25	73,9	26	wprowadzony opis operacji
10	Sworznie do tarcz hamulcowych t. F	43,62	35,62	18	zmiana materiału
11	Panwie do silników S 54	145	109	24	zmiana obróbki
12	Sworznie do resorów typu D	134,35	28	80	zmiana konstrukcji

Nazwa przedmiotu				Symbol			
Materiał na partję				Rozmiar partji			
Nr op.	Opis operacji	Oddział	Maszyna		Narzędz. Nr	Czas na partję	
			Typ	Nr		Trwania	Wyznacz.

Rys. 1.
Karta operacyjna.

Przy wydaniu zamówienia na warsztat treść karty operacyjnej przepisywana jest na odpowiednie kartki zleceniowe, wstawiany jest żądany termin wykonania i kartki te wysyłane są do odpowiedniego warsztatu. Jeżeli czasy wyznaczone są po raz pierwszy, to do kartek zleceńowych dołączona jest instrukcja, która mówi przy jakich założeniach, przy zastosowaniu jakich posuwów i obrotów obrabiarek został dany czas skalkulowany.

Inaczej nieco przedstawia się sprawa naprawy części uszkodzonych. Dla napraw tych stosowane są takie same karty operacyjne (rys. 1), jak przy wykonaniu przedmiotów nowych, ale celowo spełniają swe zadanie tylko wtedy, gdy uszkodzenia spotykane przedmiotów są zawsze jednakowe lub, gdy przedmioty te są zupełnie proste. Gdy mamy do czynienia z naprawami przedmiotów bardziej złożonych, gdy uszkodzenie jednej sztuki znacznie odbiega od drugiej, gdy zatem wymagane jest indywidualne traktowanie każdej sztuki, wtedy musimy się uciekać do pomocy cenników, których pozycje uwzględniają wszystkie roboty, jakie mogą być wykonywane przy naprawie danego przedmiotu. Wtedy zatem istnieje konieczność przy każdej partii, która ma być naprawiana w warsztatach, wspólnych jej ogłędzin przez kalkulatora oraz majstra, dokładnego opisanie uszkodzeń oraz sposobu naprawy i dopiero na tej podstawie skalkulowania czasu. Przygotowanie takich cenników wymaga ogromnej ilości pracy i dlatego stanowi w tej dziedzinie ostatni etap racjonalnej organizacji. Póki cenników takich nie ma, poprzestać możemy na kartach operacyjnych, które określają średni czas naprawy danego przedmiotu. Czas taki określany jest przy pomocy chronometrażu kilku lub kilkunastu przedmiotów naprawianych. System taki jest zupełnie sprawiedliwy w stosunku do robotnika, gdyż uszkodzenia następnych partii będą napewno bardzo podobne do uszkodzeń pierwszej.

Przy rewizji głównej wozu mamy właśnie do czynienia z naprawą, przy której każdy wóz wymaga innego rodzaju i ilości robót; dlatego do rewizji głównej stworzony być musi dla każdego typu wozów szczegółowy cennik wszelkich napraw wykonywanych w wozie, którym biuro ruchu posługuje się podczas kalkulacji. Cała praca rewizji głównej podzielona jest na poszczególne działy i operacje, zaś w każdej prawie operacji są czynności, które wykonywujemy stale i czynności warunkowe, które możemy przy rewizji pominąć.

Kalkulacja polega oczywiście na wspólnym obejrzeniu wozu przez kalkulatora i majstra i to nie jeden tylko raz, lecz kilka razy, stopniowo, jak wóz zostaje rozbierany i wyłaniają się nowe konieczności naprawy. Oprócz opisu opracowywany jest także wykresny plan, który wykazuje w jakim terminie po wejściu wozu powinna być wykonywana każda operacja.

Załączam taki plan wykresny dla montażu wozu.

Na planie tym oznaczone są numery każdej operacji oraz liczba ludzi, jaka powinna przy tej operacji pracować. Linje przerywane oznaczają czynności warunkowe, których potrzebę wykonania określa kalkulator przy opisywaniu wozów. Przy opracowywaniu takiego planu staramy się czas postoju wozu w warsztatach możliwie zmniejszyć, jednak zostawiamy pomiędzy operacjami konieczne luzy, w których mieszczą się drobne opóźnienia i przeszkody warsztatu. W miarę usprawnienia robót luzy te można stopniowo zmniejszać.

Podobny do powyższego plan wykresny może być zastosowany także i do niektórych napraw poważniejszych części wozów, jak np. przewijania wirników, montażu silników i t. p., gdzie chodzi o uzgodnienie pomiędzy sobą czasu wykonywania rozmaitych operacji. Przy opracowywaniu opisów robót przy rewizji głównej nie należy wyszczególniać wszelkich możliwych robót, które w przyszłości mogą powstać, gdyż takie ujęcie kosztowałoby nas ogromnie dużo pracy i nie wyczerpałoby wszystkich możliwych uszkodzeń. Należy przy opracowywaniu brać pod uwagę uszkodzenia, które zdarzają się w tym typie wozów w obecnej chwili, a przez stałą opiekę i kontrolę nad cennikami wprowadzać konieczne porawki przy zmianach wykonywanych napraw.

Biuro ruchu nie może w zasadzie żadnej ze swych prac kalkulacyjnych uważać za skończoną. Musi prowadzić stałą pracę krytycznego sprawdzania i usprawniania poprzednio opracowanych czasów, stałego usprawniania opisów i planów rewizji głównej, stałego usprawniania opracowanych poprzednio kart operacyjnych. Pracy tej nie można nigdy zaniedbać, gdyż nigdy nie przestaje być ona wysoce korzystną dla przedsiębiorstwa.

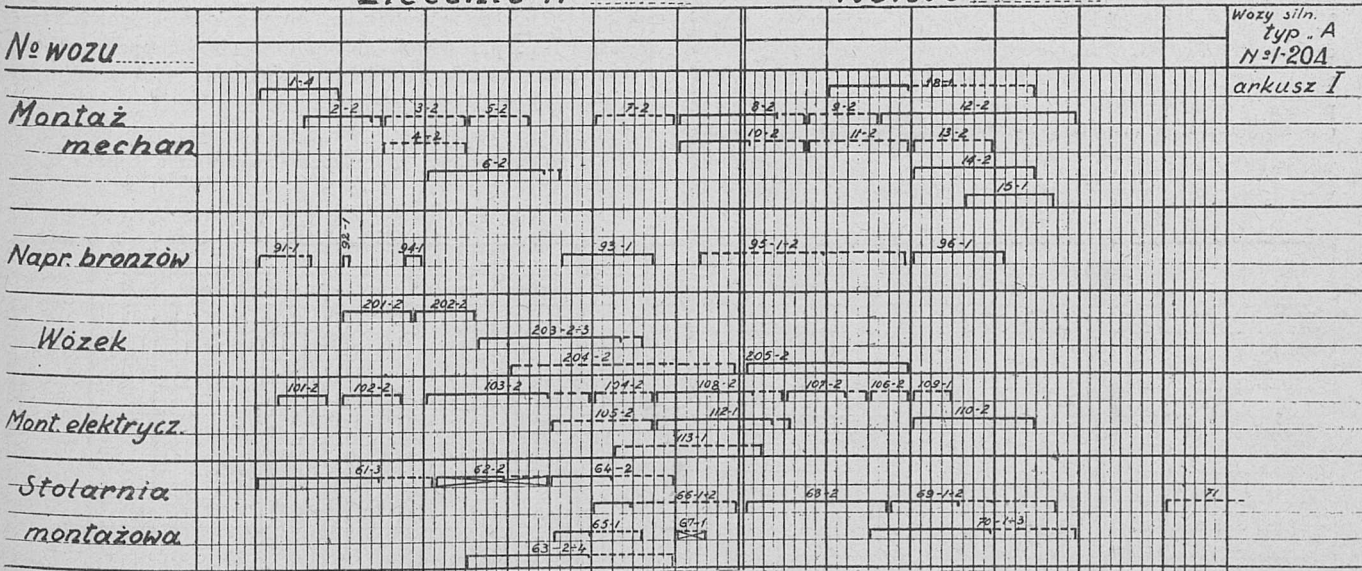
Wszystkie zamówienia ukończone i wycenione przez biuro kosztów przychodzą z powrotem do biura ruchu, ażeby wyciągnąć z nich odpowiednie wnioski. W stosunku do tych części, których praca nas specjalnie interesuje, jak wirniki,

Zlecenie N°

Konto

Wozy siln.
typ. A
N°1-204

arkusz I



Rys. 2.

Plan wykresny pracy montażu wozu.

silniki, nastawniki, osie, bandaż i t. p., kosztu zamówień są przepisywane na specjalne karty statystyczne, z których wnioskujemy o częstotliwości uszkodzeń i koszcie naprawy. Z kart tych stwarzane są co pół roku wykresne zestawienia statystyczne, na których widać pracę każdego typu urządzeń w porównaniu pomiędzy sobą, oraz w odniesieniu do przeszłych półroczy.

2. Biuro rysunkowo - techniczne.

Jednym z zadań biura tego jest wykonywanie rysunków części wozów, o ile rysunki te nie zostały poprzednio dostarczone przez fabrykę, która wozy te wykonała. Dążyć powinniśmy do tego, ażeby każda część wozu miała swój odrębny rysunek, gdyż wtedy dopiero rysunek ten staje się rzeczywiście użytecznym dla warsztatu. Wobec jednak wielkiej liczby części, a także dużej liczby typów wozów w każdym przedsiębiorstwie, wykonanie oddzielnych rysunków dla każdej części byłoby pracą bardzo kosztowną i częściowo niecelową. Dlatego dążymy jedynie do tego, ażeby każda część, która była wykonywana w warsztatach, miała swój oddzielny rysunek. Rysunek taki musi mieć oznaczoną obróbkę wraz z odpowiednimi tolerancjami, by przy montażu wozu uniknąć zbędnego pasowania. I chociaż będziemy tutaj mieli do czynienia przeważnie z dużymi luzami, jakich wymagają konstrukcje wagonowe, to należy wpisywać je na rysunki, gdyż ułatwia to w znacznym stopniu wykonanie i odbiór części oraz w następstwie montaż.

Drugą pracą wykonywaną przez biuro rysunkowo-techniczne są studia nad zmianami konstrukcyjnymi wozów, których przeprowadzenie jest projektowane oraz normalizacja różniących się pomiędzy sobą części rozmaitych typów wozów. Ze sprawą normalizacji, jak z wielu innymi, zachować należy daleko idący umiar. Jest cały szereg części, co do których korzyści normalizacji nie ulegają wątpliwości (bolce, śruby, nakrętki i t. p.), lecz przy innych należy za każdym razem zastanawiać się, czy normalizacja się opłaca, szczególnie, gdy wymaga ona dużych kosztów przeróbki. Natomiast, w chwili zamawiania nowych wozów należy fabrykom dostarczającym stawiać jaknajdalej idące żądania normalizacyjne w stosunku do urządzeń, które już posiadamy w taborze, a które pracują prawidłowo.

Ażeby więc biuro rysunkowo-techniczne było w pracy taboru zorientowane, powinno być ono zaznajomione z wynikami statystyk pracy poszczególnych mechanizmów, wszelkiego rodzaju analiz i badań technicznych materiałów, a także wogóle wszelkich prób i badań przeprowadzanych przez warsztaty. Biuro powinno być zawiadamiane o każdej takiej próbie, powinno prowadzić stałą kontrolę prób, dopilnować ich ukończenia i wspólnie z kierownictwem technicznym warsztatów wyciągać z nich wnioski. Taki sposób kierowania wszelkich badań przez to biuro ma także tę dobrą stronę, że

odbywane próby i badania zyskują na systematyczności, a wyniki ich są starannie przechowywane w jednym miejscu.

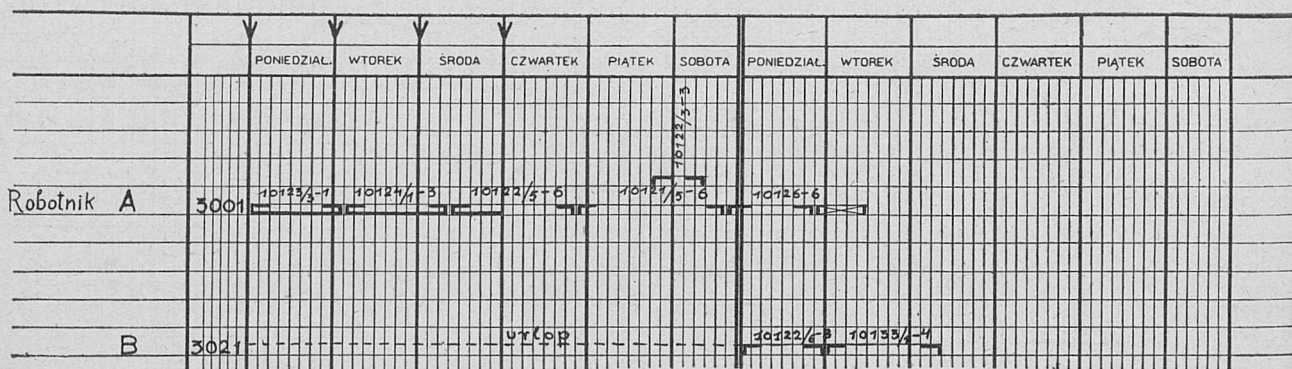
W celu umożliwienia korzystania z rysunków przy wykonaniu części wagonowych, stworzona jest wypożyczalnia rysunków na warsztat. Każdy robotnik czy pracownik umysłowy może wypożyczyć odbitkę rysunku, musi jednak zostawić wypożyczalni swoje pokwitowanie. Ażeby uniknąć niepotrzebnego przetrzymywania odbitek u robotników, ograniczona jest liczba odbitek znajdujących się jednocześnie w jednym ręku.

Możnaby, chcąc uniknąć stałego chodzenia robotników do wypożyczalni rysunków, przesyłać je wraz z zamówieniami z biura ruchu na warsztat, jednak, biorąc pod uwagę ciągle powstarczające się wykonywanie w poszczególnych warsztatach jednych i tych samych części, korzystniej jest, moim zdaniem, trzymać rysunki tych części stale na warsztacie. Poza tym przy tym systemie łatwiejsza jest ze strony biura rysunkowego kontrola wypożyczonych odbitek. Kontrola ta jest konieczna, gdyż przy jakiegokolwiek zmianie rysunku w oryginale biuro obowiązane jest wycofać odbitki, będące na warsztacie, zniszczyć je, zaś wzamian za nie wydać aktualne.

Każdy rysunek ma swój numer, który odpowiada numerowi danej części wozu. Numer ten wypisany jest na odpowiedniej karcie operacyjnej i podawany przez biuro ruchu przy wydawaniu zlecenia na warsztat.

3. Warsztaty produkujące.

Całość pracowników fizycznych podzielona jest na poszczególne warsztaty. Kierownictwo każdego warsztatu i dysponowanie robotą spoczywa w ręku majstra oraz rozdzielczego. Majster jest faktycznym zwierzchnikiem pracowników fizycznych, odpowiada za techniczną stronę wykonania przez nich robót, opiekując się terenem, wszystkimi urządzeniami i narzędziami warsztatu. Jeżeli warsztat jest zbyt duży, majster ma wtedy do pomocy drużynowych, którym podlegają drużyny robotników. Rozdzielczy stanowi w warsztacie komórkę organizacyjną. Dostaje on z biura ruchu zlecenia na roboty, które mają być wykonane przez warsztat, i rozplanowuje je pomiędzy ludzi, wchodzących w skład warsztatu, przy pomocy wykresu Ganta (rys. 3), biorąc pod uwagę terminy, wystawione przez biuro ruchu na zleceniach lub przy rewizji głównej — na wykresnym terminarzu pracy (rys. 2). W razie nieoczekiwanych zmian w planie pracy spowodu choroby pracownika, braku odpowiedniego materiału i t. p. przeszkód, lub nadejścia do wykonania roboty pilnej, którą należy natychmiast wykonać, wprowadza rozdzielczy odpowiednie zmiany w swym planie pracy. Jeżeli wskutek tego zamówienie nie będzie mogło być wykonane na termin oznaczony, rozdzielczy zawiadamia o tem biuro ruchu.



Rys. 3.

Takie skoncentrowanie ostatecznego planowania i rozdziału robót u rozdzielczego, który przez ciągłą łączność z warsztatem i przez ścisłą współpracę z majstrem ma możliwość dokładnego poznania warsztatu, poznania robót w nim wykonywanych oraz robotników, ma duże zalety ze względu na swą elastyczność; pozwala ono na natychmiastowe regulowanie na warsztacie drobnych niedomagań, nie wytrącając całości planu z równowagi.

Praca rozdzielczego jest niezmiernie ważną dla sprawnej i terminowej pracy warsztatów i dlatego musi ona być stale i dokładnie kontrolowana przez kierownika działu.

W celu wydania roboty sporządza codziennie rozdzielczy, korzystając ze swojego planu Ganta, plan pracy na dzień następny i wręcza go majstrowi, ażeby ten ostatni rozpatrzył plan ten krytycznie, przygotował odpowiednie narzędzia, przyrządy i t. p., oraz wypisuje z magazynu wspólnie z majstrem wszystkie materiały, które do pracy w dniu następnym będą potrzebne, dla każdego zaś robotnika przygotowuje kartki robocze (rys. 4).

Zwrócona Wydana	Część №		Zlecen. №	Konto №
Nazwisko robotnika			Dział	№ marki
Czas zużyty	Czas zaoszcz.	Czas dany na 1 czł.		
Płaca za godzinę		na grupę		
Zarobek	Premjum			
Maszyna №	Maszyno- godzina	Koszty warsztat.		
Operacja №		Nazwa operacji		
Rozdzielczy	Lista płacy	Koszty	Robotę sprawdził	

Karta robocza.

Rys. 4.

W ten sposób robotnik każdego rana jest powiadomiony, jaką robotę w dniu tym ma wykonywać.

Każda robota ma swój, jak już wyżej wspomniałem, czas wyznaczony czyli ten czas, od którego zaczyna się liczyć premja dla robotnika. W celu zwiększenia zachęty przy wykonywaniu pracy oraz uzależnienia wysokości premji od indywidualnych tylko zasług samego robotnika, jest pożądane, ażeby każdy robotnik miał dla siebie samego robotę wyznaczoną i dla siebie odrębny czas wyznaczony. Czasami, w celu szybszego wykonania jakichś operacji, łączeni są robotnicy w grupy po dwóch, czy trzech, jednakże musimy zawsze pamiętać, że ze względu premjowych jest to zjawisko niepożądane. Czas wyznaczony pisany jest zawsze na karcie roboczej robotnika.

System premji indywidualnie wyrobionej rozciąga się na całe warsztaty z wyjątkiem narzędziowni, drużyn utrzymania urządzeń elektrycznych i ogrzewniczych w warsztatach, traserów, drużyn porządkowych, stróży i t. p. Ludzie ci mają wyznaczoną premję stałą, która zmieniana jest w zależności od ogólnej oceny ich pracy ze strony zwierzchników. Poza premją stałą wyznaczana jest także dla każdego z pozostałych pracowników warsztatów, pracujących na czas wyznaczony, gdyż czasami na niektóre dorywcze ro-

boty czas nie jest ustalany. Dążnością jednak kierownictwa warsztatów powinno być zmniejszenie tych wypadków do minimum, a poza premje stałe zasadniczo powinny być zawsze nieco niższe od premji, wyrabianych na warsztacie.

Po wykonaniu roboty pod względem technicznym odbiera ją od robotnika majster, podpisując się na kartce roboczej, co pozwala robotnikowi na otrzymanie od rozdzielczego pracy następnej. Przedmioty zupełnie wykonane odbierane są przed odesłaniem do magazynu przez specjalnego odbiorcę technicznego. Odbiorca ten sprawdza przedmiot wykonany z rysunkiem, nakładając w ten sposób warsztat do wykonywania zupełnie zgodnego z rysunkami. Odbiorca techniczny posiada swoją własną kartotekę wszystkich przedmiotów wykonywanych w warsztatach, w której zaznaczone są te szczegóły wykonania, na które specjalną należy zwrócić uwagę przy odbiorze, oraz te, w których, przy nieznacznej niezgodności z rysunkiem, przedmiot jest całkowicie zdalny do użytku. Kartoteka ta sprawia, że odbiór przebiega być czysto formalnym sprawdzeniem wykonanego przedmiotu, ale traktuje rzeczowo jego przydatność w praktyce.

a. Dział mechaniczny wytwórczy.

Dział ten składa się z warsztatów: obrabiarek, ślusarni, narzędziowni, stolarni wytwórczej, kuźni i spawalni. Wykonywane są tutaj nowe części zamienne wozów oraz przeprowadzana jest ich naprawa. Części te dostarczane są następnie do magazynu, z którego pobierane są przy montażu wozów. Należy dążyć, aby jaknajwiększa ilość części wozów mogła być w ten sposób traktowana jako wymienna, gdyż to umożliwia masowy ich wyrób i naprawę w dziale wytwórczym. Nie do wszystkich części jednak zasadę tę można zastosować. Są takie, których stałe stopniowe zużycie czyni doprowadzanie za każdym razem do rysunkowego wymiaru bardzo kosztownym: nie sposób jest, na przykład, pomyśleć o doprowadzeniu osi złożenia kołowego przy każdej zmianie kół zębatach do tego samego wymiaru, lub o takim samym ścisłym trzymaniu się wymiaru przy pasowaniu łożysk ślizgowych na osi wirnika. Pozostają wtedy dwie drogi. Albo część zamienną obrabiać tylko zgruba i oddawać ją w tym stanie do magazynu, a pobierając ją do montażu zastosować pasowanie indywidualne, albo też zastosować wymiennność tak zwaną „stopniową”. Wymiennność stopniowa polega na tem, że dana część ma kilka stopni wymiarów nominalnych i podczas naprawy może być do któregośkolwiek z nich doprowadzona; części z nią współpracujące znajdują się na magazynie także w rozmaitych wymiarach. Taką wymiennność stopniową stosować można także z powodzeniem w tych wszystkich wypadkach, kiedy zależy nam na obniżeniu kosztu naprawy. Jeżeli np. ścian bocznych maźnic osiowych nie chcemy napawać, w celu doprowadzenia wymiaru do wartości nominalnej, przy każdej naprawie, możemy zastosować kilka stopni dla tego wymiaru maźnicy, strugając jedynie powierzchnię ścian bocznych do któregośkolwiek określonego stopnia. Dopiero, gdy wymiar ten spadnie do stopnia najniższego, nastąpi napawanie tej powierzchni i otrzymamy spowrotem wymiar zgodny z rysunkiem. Oczywiście w celu dobrej współpracy musimy wtedy posiadać na magazynie płytki prowadzące maźnicę o odpowiednich wymiarach do tych stopni.

W celu zmniejszenia kosztów naprawy części należy stosować napawanie, cementowanie bolców i powierzchni trących oraz wymienne tulejki w otworach. Możliwości poczynienia dużych oszczędności w tej dziedzinie są ogromne i w tym kierunku musi iść wspólna praca personelu technicznego, biura ruchu i biura rysunkowego.

Czasami zdarza się tak nieznaczne zużycie części wozu, że nie opłaca się jej doprowadzać do wymiaru nominalnego

rysunkowego. Jeżeli zużycie to znajduje się w granicach „zużycia dopuszczalnego”, część pozostawiona jest wtedy bez naprawy. Te dopuszczalne zużycia określone być powinny w zastosowaniu do każdej części, przy której decydujemy się traktować naprawę w powyższy sposób. Jest to zatem odchylenie wymiaru od rysunkowego, które tolerować będziemy przy montażu wozu. Dopuszczalne zużycie odróżnia należy od tolerancji wymiaru, która dotyczy dopuszczalnych różnic podczas wykonania lub naprawy części. Ponieważ na rysunkach, które służą do wykonania i naprawy części, są podawane tolerancje, nie jest pożądane, ażeby dopuszczalne zużycie było też na nich zaznaczane, gdyż może to powodować pomyłki z tolerancjami. Powinno być ono wprowadzane na warsztat przez szablony używane podczas kwalifikacji części do naprawy. Dla wyjaśnienia pragnę zaznaczyć, że to dopuszczalne zużycie części do montażu, o którym mówiłem powyżej, należy odróżnić od dopuszczalnego zużycia części podczas pracy wozu, która to wielkość powinna być także, przy racjonalnym utrzymaniu wozów, dla każdej części oznaczona.

Narzędziownia, oprócz działu konserwacji narzędzi i obrabiarek, posiada wypożyczalnię narzędzi. Każdy robotnik ma pewną liczbę narzędzi u siebie stale wpisanych do jego książki narzędziowej i pewną ilość marek narzędziowych, oznaczonych jego numerem. W wypożyczalni narzędzi każdy ma prawo zamienić marki numerowe na dowolne narzędzie lub odwrotnie. W wypadku jednak, gdy narzędzie, które stara się wymienić robotnik, jest uszkodzone, czy zniszczone, musi on przynieść do wypożyczalni kartkę o uszkodzeniu narzędzia, podpisaną przez majstra. Wypożyczalnia pracuje na zasadach zbliżonych do organizacji wprowadzonej w magazynie, o której będę mówił poniżej. Dla każdego rodzaju narzędzi określona jest minimalna ich ilość znajdująca się w wypożyczalni oraz obieg czyli sumaryczna ilość narzędzi dobrych, uszkodzonych i znajdujących się na warsztacie, do którego uzupełnia się stan wypożyczalni w każdym wypadku, gdy spadnie on poniżej określonego minimum.

Kartki uszkodzonych narzędzi stanowią jednocześnie kontrolę ilości nowych, wypisywanych z magazynu do wypożyczalni. W wypożyczalni następuje także zaprawianie i ostrzenie noży tokarskich i każdy tokarz otrzymuje już z wypożyczalni nóż prawidłowo naostrzony. Dlatego jest pożądane, aby narzędziownia znajdowała się możliwie blisko obrabiarek działu mechanicznego.

Co się tyczy utrzymania obrabiarek, to każda z nich ma określone terminy okresowych przeglądów. Na podstawie tych przeglądów ustalane są rozmiary koniecznych napraw, w celu utrzymania obrabiarek w stanie zdatnym do użytku.

b) Dział elektryczny.

Składa się on z nawijalni, drużyn silników, nastawników i montażu elektrycznego wozów oraz specjalnej drużyny konserwacji silników i instalacji elektrycznej samych warsztatów. Jako zasada naprawy jest stosowana tutaj wymienność części. Jeżeli są one naprawiane masowo i oddawane na magazyn, wtedy naprawą ich zajmuje się dział mechaniczny wytwórczy; w dziale elektrycznym pozostaje tylko montaż i roboty czysto elektryczne. Jeżeli części naprawiane są indywidualne, wtedy robota ta jest wykonywana w dziale elektrycznym. Podobnie, ze względu na duży koszt, silniki, wirniki, nastawniki i wyłączniki automatyczne nie są po naprawie oddawane do magazynu, a brane są do montażu bezpośrednio z działu elektrycznego. W dziale tym istnieje oczywiście odpowiednia ich rezerwa.

Wymienność części jest tutaj daleko posunięta. Objęte wymiennością są także niektóre części łożysk rolkowych sil-

nika. Ponieważ wirnik po przewinięciu, czy naprawie, trafia z reguły do innego stojana silnika, więc i pierścieni wewnętrzny łożyska rolkowego, który pozostaje nieściągnięty z osi wirnika, zostaje zmontowany z pierścieniem zewnętrznym i rolkami innego łożyska rolkowego. Taka zamiennność, któraby w innych warunkach była niedopuszczalna, tutaj, przy stosunkowo niedużej liczbie obrotów wirnika, daje rezultaty jaknajlepsze. Poza tym luzy, które po paru latach pracy powstają w łożysku, zupełnie usprawiedliwiają tę zamiennność. Korzyść spowodu wymienności części łożysk mamy i tę także, że w razie pęknięcia pierścienia wewnętrznego, wymieniamy na osi tylko ten pierścień bez specjalnego dopasowania do niego całego łożyska.

W nawijalni, a szczególnie przy naprawie wirników, planowanie robót jest utrudnione ze względu na konieczność rozbiórki wirnika przed dokładnym wyznaczeniem czasu jego naprawy. Trudności te są rozwiązywane w ten sposób, że do planowania zgóry przyjęty jest pewien czas określony zgruba przez majstra, robota wydana jest robotnikowi bez czasu wyznaczonego, z chwilą zaś rozbiórki wirnika przychodzi na warsztat kalkulator, który wspólnie z majstrem określa konieczne naprawy i według cennika oblicza czas wyznaczony. Tutaj, w celu zachowania ciągłości roboty, konieczna jest częsta obecność kalkulatora w nawijalni i wyznaczanie czasu bezpośrednio na warsztacie.

c) Dział montażu wozów.

Składa się on z drużyn montażu mechanicznego pudła i podwozi, montażu stolarskiego oraz lakierni. Przy montażu wozów dążnością kierownictwa warsztatów jest pozostawienie w tym dziale jedynie rozbiórki i montażu, a otrzymywanie gotowych części bezpośrednio z magazynu. Nie zawsze to się jednak udaje. Niektóre urządzenia wozu nie są znormalizowane, różnią się pomiędzy sobą pod względem wymiarów, sposobu ich umocowania i normalizacja ich w całości byłaby bardzo kosztowna. W stosunku do tych urządzeń zalecana jest naprawa indywidualna. Druga grupa części są takie, które mogą być naprawdę wymienne, lecz są za kosztowne, aby przekazywać je przy pomocy magazynu do montażu. Części te naprawiane są indywidualnie na każdy wóz, a jedynie, ażeby swoją naprawą nie zatrzymywały montażu wozu, tworzony jest na warsztacie zapas obiegowy i po naprawie zakładane są one na inny wóz, niż ten z którego zostały zdjęte (np. nastawniki, tarczowe urządzenia hamulcowe, podwozia). W ten sposób wszystkie części, z których wóz jest złożony, możemy podzielić na 3 grupy: 1^o. Części zamienne magazynowe, naprawiane masowo, 2^o. Części zamienne naprawiane jednostkowo, 3^o. Części niezamienne.

Montaż stolarski prowadzony jest w ten sam sposób, przytem wobec konieczności pasowania tych części indywidualnie części drewniane otrzymywane są z magazynu w stanie półgotowym i dopasowywane na wozie.

4. Magazyn.

Biorąc pod uwagę wszystko, co zostało powyżej powiedziane o gospodarce częściami zamiennymi, dochodzimy do wniosku, że magazyn w tym względzie spełnia w warsztatach niesłychanie ważną rolę, gdyż jest on pośrednikiem pomiędzy działami wytwórczymi warsztatów i montażem. Poza tym dostarcza warsztatom wszystkich materiałów, wykonywanych nazewnątr.

Wszystkie materiały, surowce, półfabrykaty i przedmioty gotowe, niezależnie od tego, gdzie są one wykonywane, które powinny stale znajdować się na magazynie, tworzą t. zw. stały zapas magazynowy. Materiał należący do stałego zapasu ma zgóry określone minimum, normę zamówienia

i czas dostawy. Minimum jest to ilość, do której, jeżeli spadnie zapas magazynowy, należy ten zapas uzupełnić, wystawiając na ten materiał zamówienie do warsztatów, czy też nazewnątr, wielkością odpowiadające „normie zamówienia”. Minimum jest zatem ta ilość materiału, która wystarczy magazynowi na czas, w ciągu którego nowa partja tego materiału zostanie do magazynu przyjęta. Oczywiście stworzenie takiego wykazu materiałów stałego zapasu jest pracą bardzo dużą i trudną, ale nawet wykaz taki raz opracowany musi być stale kontrolowany i przerabiany, gdyż zużycie materiałów przez warsztaty może ulegać zmianom z roku na rok, a pozatem czasy dostawy materiałów dostarczanych zzewnątr także mogą się zmieniać z rozmaitych powodów. Jeżeli jednak minima i normy magazynowe określać będziemy z pewnym zapasem, przeprowadzać stałą ich kontrolę, a następnie śledzić za sprawnym funkcjonowaniem zakupów magazynowych, możemy być pewni sprawnego funkcjonowania magazynu. Dla tej kontroli musi magazyn prowadzić oczywiście statystykę zużycia każdego materiału.

Każdy materiał wydany z magazynu do warsztatów jest wyceniany, a cena jego wystawiona jest na kwicie magazynowym (rys. 5).

WYDZIAŁ	Nr. Operacji	Nr. Zlecenia	Nr. Konta
Dnia			
Nazwa materiału			Nr. materiału
Ilość żądana	Ilość wydana	Koszt jednostki	Koszt całkowity
Magazyn prosimy dostarczyć powyższe			
Dnia		do	
<i>Podpis</i>			
Otrzymał	zapotrzebującego		
Kontrola Magazynu	Koszty własne	Wydano Magazynier	

Kwit rozchodowy

Rys. 5.

Kwit magazynowy.

Jeżeli materiał został sprowadzony zzewnątr, to cena określona jest na zasadzie rachunków dostawcy; gdy materiał dostarczany jest przez warsztaty, to cena ustalona zostaje według własnych kosztów wykonania.

Przedmioty uszkodzone wymagające naprawy oddawane są do magazynu i przechowywane w specjalnych pomieszczeniach. W chwili, gdy warsztaty otrzymują zamówienie na naprawę, przedmioty te są opisywane przez kalkulatora, naprawiane w warsztatach i oddawane spowrotem na magazyn, który umieszcza je wtedy wspólnie z przedmiotami do bremini, nadającymi się do użytku, określając jako cenę jedynie koszt ich naprawy.

Wszystkie materiały dostarczane do magazynu z warsztatów, czy też od zewnętrznych dostawców, muszą podlegać przyjęciu przez odbiorcę technicznego w celu zapewnienia im pełnej wartości użytkowej.

Oprócz materiałów, należących do stałego zapasu, magazyn posiada także przejściowo na składzie materiały zamówione dorywczo przez warsztaty.

5. Biuro kosztów i list płacy.

Do biura tego przesyłane zostają wszystkie kartki robocze z warsztatów oraz wszystkie kwity magazynowe wycenione przez rachubę magazynową. Z tego materiału obliczony zostaje koszt wykonania każdego zamówienia w warsztatach. Praca wyceniania każdego zamówienia jest bardzo celową i pożyteczną, gdyż przede wszystkim mamy możliwość przez porównanie kosztu wykonania obecnego zamówienia z poprzednimi kontrolować korzyści, osiągnięte z usprawnień, a pozatem, porównując koszty te z cenami na mieście, mamy wskaźnik prawidłowości sposobu wykonania i ewentualną podstawę do wyboru własnego wykonania, czy zamówienia na mieście. Przy porównywaniu cen własnego wykonania z cenami dostarczanych materiałów zzewnątr, nie można opierać się jednakże na zwykłym zestawieniu ich wysokości. Może się zdarzyć, że przedsiębiorstwu opłaci się lepiej własne wykonanie po nieco nawet wyższej cenie, niż zamówienie tańszego przedmiotu nazewnątr, gdyż niezależnie od wydania zamówienia nazewnątr, przedsiębiorstwo będzie musiało tak, czy inaczej ponieść część kosztów ogólnych, mianowicie będzie musiało utrzymywać budynki warsztatów, obrabiarki, na których przedmiot byłby wykonywany, płacić personel techniczny i nadzorczy i t. p. Pozatem za wykonaniem własnym przemawia fakt, że można wtedy przedmioty pod względem technicznym wykonać zupełnie zgodnie z naszymi życzeniami.

Koszta ogólne są w niektórych przedsiębiorstwach obliczane procentowo od robocizny. Nie jest to system prawidłowy, gdyż nie brane są wtedy pod uwagę indywidualne koszty każdego warsztatu w porównaniu z drugim, czy indywidualne koszty każdej obrabiarki (koszta remontu, narzędzi, koszt prądu i t. p.). Dlatego też przy takim systemie ryczałtowym koszty zamówień nie są zgodne z rzeczywistością i mogą zatem prowadzić do błędnych wniosków. Systemem, który ujmuje wszystkie te powyżej wymienione czynniki, jest system maszynogodzin, który określa dla każdej obrabiarki, czy dla każdego pracownika ręcznego stawkę godzinową kosztów ogólnych; ze stawek tych oraz z liczby godzin pracy na każdym stanowisku obliczony zostaje koszt ogólny każdego zamówienia. Stawki te znacznie mogą różnić się pomiędzy sobą. Jeśli obrabiarka jest droga, zajmuje dużo miejsca, wymaga precyzyjnych narzędzi i dużo energii napędowej, to koszty ogólne na godzinę mogą wynosić kilka lub nawet kilkanaście złotych. Maszynogodzina zaś ślusarza, który tych wydatków prawie nie powoduje, wynosi zaledwie kilkadziesiąt groszy. Określenie stawek tych spoczątku organizacji jest trudne, lecz przez przeprowadzanie stałego bilansu kosztów ogólnych, w którym koszty odniesione na każdą obrabiarkę bilansują się z rzeczywistymi wydatkami ogólnymi na tę obrabiarkę poniesionymi, mamy możliwość kontrolowania i korygowania tych stawek. Prowadzenie bilansu kosztów ogólnych ma tę także zaletę, że pozwala porównywać wydatki ogólne przewidziane z rzeczywistości poniesionymi.

Poza kontrolowaniem wydatków ogólnych musi kierownictwo warsztatów kontrolować także całkowite wydatki eksploatacyjne. W tym celu należy podzielić wszystkie wydatki na pewną ilość kont buchalteryjnych, na które poszczególne zbierane są koszty w postaci robocizny, materiałów i kosztów ogólnych. Wykonanie przytem przedmiotów na magazyn oraz wszystkie roboty, wykonywane na konta ogólne, nie mogłyby być tutaj bezpośrednie wliczane, gdyż wejda one do kont eksploatacyjnych w formie przerobionego materiału, czy też w formie stawek maszynogodzinnych.

Co się tyczy szybkości określania kosztów, to koszt każdego zamówienia mamy w ciągu 3—4 dni po jego wyko-

naniu, a nie po kilku tygodniach po zamknięciu miesiąca, jak bywało poprzednio. Korzyści płynące z szybkiego określania kosztów są jasne. Kierownik po otrzymaniu arkusza kosztów może niezwłocznie reagować na wygórowany koszt i naprawiać błędy w chwili, gdy wszyscy mają jeszcze w pamięci szczegóły wykonania.

Biuro, którego pracę opisuję, sporządza także listy wypłat robotnikom, korzystając z kartek roboczych i obliczając premję, jaką każdy robotnik na każdej pracy zarobił.

System organizacyjny, powyżej opisany, zastosowany w warsztatach tramwajowych w Warszawie, jest według mojego zdania najbardziej nadającym się dla tej wielkości przedsiębiorstwa i dla danych warunków. Zaczęto wprowadzać go w roku 1930 (lipiec), po znacznej rozbudowie i zupełnej przebudowie starego warsztatu pod kierunkiem p. inż. A. Kucharzewskiego i W. Bortnowskiego, którzy występowali z ramienia firmy Wallace Clark. Praca ta trwała do roku 1933. Od roku 1933 dalsza praca jest prowadzona w tym samym kierunku i organizacja rozwija się na tych samych ogólnych podstawach. W obecnej chwili można stwierdzić, że w ogólnych zarysach przeorganizowanie warsztatów zostało zakończone, pozostała jednakże rozpoczęta, ale nieukończona ogromna praca nad pogłębieniem organizacji we wszystkich gałęziach, oraz nigdy niekończąca się praca wprowadzania coraz nowych ulepszeń i usprawnień produkcji.

Jakie są wyniki organizacji? Na to pytanie jest niesłychanie trudno dokładnie odpowiedzieć. Przedewszystkiem dlatego, że zwykle dla okresu z przed organizacji niema tak dokładnych danych kosztów eksploatacji, z którymi można by obecne bardzo ściśle dane porównać. Następnie dlatego, że przez czas kilku lat, które upływają przy organizacji, warunki utrzymania taboru zmieniają się znacznie, zmieniają się typy i liczba wozów, prędkość jazdy, zapewnienia wozów, zmieniają się także nasze wymagania w kierunku dokładności i staranności utrzymania wozów tramwajowych. Dlatego więc dokładnego porównania korzyści dokonanej organizacji nie przeprowadzam, zorientować się jedynie w nich można na podstawie liczb przytoczonych poniżej, a ujmujących globalną pracę warsztatów.

Następną korzyścią organizacji, którą już zupełnie nie można ująć liczbowo, jest ułatwienie kierownictwu warsztatów jego pracy i odciążenie personelu technicznego od czynności, które obecnie przeprowadzane są zupełnie automatycznie. Do takich czynności np. należy pilnowanie, ażeby każdy pracownik był całkowicie zatrudniony. Przy systemie opisanym powyżej, największe trudności powstają dla majstra i rozdzielnego w chwili, gdy nie wszyscy ludzie mogą mieć na najbliższe dni wyznaczoną pracę, i dlatego w wypadku za dużej liczby ludzi w danym warsztacie kierownictwo jest przedewszystkiem alarmowane przez tegoż majstra i rozdzielnego, co przy pracy niezorganizowanej racjonalnie nie jest normalnie do pomyślenia. Konieczność planowego zastanawiania się nad pracą warsztatu w najbliższej i dalszej przyszłości ze strony funkcjonariuszy na wszystkich szczeblach usuwa często zawczasu trudności, które normalnie okazałyby się w ostatniej chwili.

Świadomość każdego robotnika od pierwszej chwili wejścia do warsztatu, jaką pracę ma on wykonać, jakiej wy-

Wyszczególnienie	Rok 1929/30	Rok 1934/35	Wzrost %	Spadek %
Ogólna liczba wozów silnikowych	342	367	7.3%	—
Ogólna liczba wozów przyczepn.	268	297	10.8%	—
Razem	610	664	8.9%	—
Liczba pracowników fizycznych w warsztatach	448	410	—	8.5%
Liczba pracowników umysłowych (wraz z majstrami)*)	31	40	29%	—
Razem	479	450	—	6.0%
Liczba wozów poddanych rewizji głównej:				
silnikowych	101	135	33.7%	—
przyczepnych	44	66	50.0%	—
Razem	145	201	38.6%	—

sokości premję przy jakim czasie pracy on otrzyma, usuwa niepotrzebne zamieszanie i zachęca go do szybszej pracy.

Wprowadzenie racjonalnej organizacji w znacznym stopniu usprawniło remont główny wozów, który obecnie jest przeprowadzany (wraz z lakierowaniem) w czasie ok. 22 dni roboczych, gdy poprzednio czas postoju wozu w warsztatach wynosił często półtora miesiąca. Pozwoliło to na wykonywanie większej liczby rewizji głównych na tej samej ilości stanowisk w warsztatach, a przy tej samej ogólnej liczbie wozów pozwala na zmniejszenie koniecznych rezerw. Organizacja magazynów znacznie zmniejszyła rezerwy magazynowe, zwalniając w ten sposób sumę około półtora miliona złotych, która poprzednio nieprodukcyjnie uwięziona była w materiałach magazynowych. Poza tem przez zgrupowanie magazynów i racjonalny system magazynowania miejsce, zajmowane przez magazyny, zmniejszyło się czterokrotnie.

Jak już wspominałem, powyższy system organizacyjny jest według mojego zdania dla warunków warszawskich najodpowiedniejszym. Dla innych przedsiębiorstw większych czy mniejszych powinien oczywiście podlegać przystosowaniu do warunków miejscowych, jednakże nie wyobrażam sobie zakładu, w którym nic w tym kierunku nie dałoby się zrobić, w którymby racjonalne przeorganizowanie warsztatów nie dało dużych korzyści dla przedsiębiorstwa.

Korzyści te przytem, które wyrażają się w zmniejszeniu kosztów produkcji, nie opierają się, jak to niektórzy błędnie pojmują, na zmuszeniu systemem premjowym do bardziej intensywnej pracy pracowników fizycznych, lecz przedewszystkiem wypływają z zaoszczędzenia materiałów i czasu dotychczas nieprodukcyjnie i nieracjonalnie zużywanego oraz z zastosowania rozmaitych ulepszeń technicznych produkcji.

Oszczędności te i korzyści nikogo nie krzywdzą, nikomu nic nie ujmują, stanowią zatem czysty zysk jaknajbardziej ogólnie pojętego gospodarstwa społecznego.

*) Całkowity personel umysłowy warsztatów wraz z inżynierami i majstrami bez personelu biura kosztów i magazynu.

KONSERWACJA ELEKTRYCZNEGO SPRZĘTU TRAKCYJNEGO W PRZEDSIĘBIORSTWACH TRAMWAJOWYCH

L. Zienkowski, inż. Tramwajów Miejskich w Warszawie.

Streszczenie. Warunki pracy sprzętu elektrycznego w wozie tramwajowym. Rewizja główna silników, nastawników, automatów i przewodów. Dobór surowców i półfabrykatów. Metody pracy i kontrola wykonania. Zmiany konstrukcji. Kartoteka i statystyka.

Używając terminu „konserwacja”, mamy tu na myśli zarówno dogład sprzętu elektrycznego i zapobieganie jego niszczeniu się i psuciu, jak i naprawy wszelkich uszkodzeń bądź przypadkowych, bądź spowodowanych naturalnem zużyciem.

Uszkodzenia przypadkowe zdarzają się przy pracy elektrycznego sprzętu trakcyjnego dość często, a to spowodu ciężkich naogół warunków pracy tych urządzeń.

W specjalnie bodaj trudnych warunkach znajdują się silniki. Pod względem elektrycznym podlegają one silnym wahaniom obciążenia, zmieniającego się od zera przy jeździe z rozbiegu aż do wielkiego przeciążenia przy gwałtownym hamowaniu, gdy prąd i napięcie silnika wzrosnąć mogą do 250% wielkości znamionowych jednogodzinnych. Równocześnie silnik narażony jest na bezustanne wstrząsy, nieraz bardzo silne; umieszczony pod pudłem wozu, pracuje w atmosferze kurzu ulicznego w dni suche, obryzgiwany jest błotem i wodą w dni słotne.

Wymienione wyżej czynniki nie pozostają bez wpływu ujemnego także na pracę nastawników, gdzie dochodzi nowy czynnik: umiejętność jazdy ze strony motorniczego. Wiadomą jest rzeczą, jak łatwo spowodować można większe lub mniejsze uszkodzenia przez niewłaściwe manewrowanie nastawnikiem. Wszelkie braki w wyszkoleniu motorniczego lub niestaranność jego odbijać się muszą wyraźnie na pracy nastawnika.

Inne części składowe instalacji elektrycznej w wozie tramwajowym, jak przewody, przechodzące częściowo na dachu wagonu lub pod pudłem, automaty, umieszczone na otwartym powietrzu — narażone są na wpływy atmosferyczne, znów więc pracują w warunkach, których nie można uznać za korzystne.

Przy tem wszystkim zaś mamy w tramwajach normalnie do czynienia z prądem stałym o dość wysokim napięciu, dającym trudno gasnący łuk elektryczny, co przy wszelkich uszkodzeniach, którym łuk towarzyszy, sprzyja powiększeniu rozmiarów zniszczenia.

Z tych wszystkich względów utrzymanie sprzętu elektrycznego tramwajowego w odpowiednim stanie wymaga dużej staranności i znacznego nakładu pracy.

Konserwacja sprzętu prowadzona jest przez warsztaty główne i przez zajezdnie i wyraża się w dwojaki sposób: 1) przez okresowe rewizje, mające na celu zapobieganie w porę nadmiernemu zużyciu poszczególnych części, mogącemu spowodować szkodliwe zaburzenia w pracy i pociągnąć za sobą dalsze uszkodzenia współpracujących elementów, oraz 2) przez naprawę sporadycznych uszkodzeń, mających miejsce między jedną a drugą rewizją.

Okresy rewizji głównych ustalane są na zasadzie praktyki, różne dla poszczególnych elementów. Jako podstawę przyjmuje się tu bądź czas pracy, bądź ilość przebytych kilometrów. Prócz rewizji głównej, przeprowadzanej zasadniczo przez warsztaty, odbywają się systematycznie przeglądy mniej gruntowne, lecz częstsze, bądź w warsztatach, bądź w

zajezdniach, — również w ściśle oznaczonych, mniejszych odstępach czasu.

Przechodząc do bliższych szczegółów, omówimy je dla poszczególnych części wyposażenia elektrycznego oddzielnie.

1. Silniki.

Jako punkt wyjścia do ustalenia okresu rewizji głównej, służy tu stopień zanieczyszczenia silnika wewnątrz przez przedostający się kurz (szczególniej przy silnikach przewietrzanych), smar, pył węglowy ze szczotek; konieczność sprawdzenia stanu łożysk, oczyszczenia ich i napełnienia smarem; konieczność sprawdzenia stanu komutatora i obsad szczotkowych (nacisk szczotek!).

Według zebranego materiału statystycznego okres rewizji głównej w różnych przedsiębiorstwach tramwajowych waha się od 10 do 12 mies., względnie przy podstawie kilometrowej od 50 000 do 100 000 km. Dla porównania tych 2 kategorii liczb zaznaczyć można, że np. dla tramwajów warszawskich przebieg roczny wozu wynosi ok. 60 000 km. Dla silników z dzielonym stojanem (obecnie zresztą już niebudowanych), które mogą być otwierane bez wybudowywania z wozu, okres rewizji głównej może być dłuższy, przy częstszych rewizjach mniejszych.

Rewizja główna silnika przeprowadzana jest w warsztatach. Silnik podlega kompletnemu rozmontowaniu, gruntownemu oczyszczeniu, zastąpieniu części zużytych lub uszkodzonych nowymi, ponownemu zmontowaniu i sprawdzeniu. Mycie części zanieczyszczonych smarem, a więc łożysk (twornikowych i na osi wagonu), tarcz i pokryw łożyskowych, może być przeprowadzane ręcznie (nafta, benzyna), lepiej jednak stosować wygotowywanie tych części w ługu lub w specjalnych preparatach, np. t. zw. „tri”. Czyśczenie wnętrza silnika odbywa się przez wydmuchanie, oskrobanie i wytarcie z kurzu, przemycie benzyną i polakierowanie lakierem izolacyjnym. Wirnik zostaje sprawdzony w nawijalni, oczyszczony, polakierowany, w razie potrzeby przetacza się komutator i wycina mikę. Wybudowywanie cewek magnesowych nie jest naogół niezbędne; wystarcza sprawdzenie stanu połączeń i polakierowanie cewek zewnątrz po ich oczyszczeniu.

Czas pracy twornika i cewek magnesowych nie jest zgóry ograniczony: pracują one dopóty, dopóki nie nastąpi tak znaczne uszkodzenie izolacji, że naprawa jest niemożliwa, lub gdy zbyt często powtarzające się uszkodzenia wskazują na ogólne zesterzenie izolacji. Jako wyjątek przytoczyć można jedno z dużych przedsiębiorstw zagranicznych, gdzie przyjęta jest zasada przewijania twornika po przepracowaniu przezeń 200 000 km i wymiany cewek magnesowych po 400 000 km. Zasada ta nie wydaje mi się słuszną, ponieważ często twornik może bez uszkodzeń pracować znacznie dłużej, tak np. w Tramwajach Warszawskich mamy cały szereg silników, których tworniki pracują po 15 lat, bez żadnej naprawy, prócz przetwarzania komutatora. Natomiast ustalenie pewnej granicy czasu pracy cewek magnesowych uważałbym za słuszną, lecz prowadzenie kontroli czasu pracy każdej cewki byłoby dość trudne i b. kłopotliwe.

Dość ważną sprawą stanowi w silnikach tramwajowych sprawa łożysk. Rzeczą przesadzoną, zdaje się, jest, że dla tego typu silników jedynie odpowiedniemi są łożyska kul-

kowe wzgl. rolkowe. To też nowoczesne silniki trakcyjne budowane są wyłącznie z tego rodzaju łożyskami. Przy łożyskach ślizgowych, wymagających częstej i kłopotliwej kontroli, nie daje się mimo wszystko uniknąć stosunkowo częstych zatarć, powodujących nieraz zniszczenie izolacji uzwojenia twornika lub nawet pokaleczenie blach twornikowych.

Przy łożyskach rolkowych stosowany bywa smar stały lub płynny. Ze względów eksploatacyjnych smar stały jest wygodniejszy. O ile bowiem przy stosowaniu smaru płynnego trzeba go dolewać w odstępach najwyżej dwutygodniowych, o tyle łożysko, napełnione smarem stałym, może pracować rok bez otwierania go, tak że wymiana smaru odbywa się tylko przy rewizji głównej. Niektóre łożyska wymagają dopełniania smarem co kilka miesięcy, co jednak skutecznie się bez otwierania łożyska, zapomocą specjalnej pompki. Bardzo ważną rolę odgrywa dobór właściwego gatunku smaru stałego, przyczem niestety smary krajowe niezupełnie dorównują zagranicznym.

Sprawą nadającą się do dyskusji jest wymiennosc tworników przy stosowaniu łożysk rolkowych. Zachodzi mianowicie pytanie, czy przy wymianie twornika należy również wymieniać zewnętrzny pierścień łożyskowy z rolkami (znajdujący się w tarczy łożyskowej), tak aby łożysko stale pracowało jako całość (docieranie się łożyska), czy też można twornik z naprasowanym na jego wał wewnętrznym pierścieniem łożyskowym przekładać do innych tarcz łożyskowych. W Tramwajach Warszawskich ze względu na łatwiejszą gospodarkę zapasowami twornikami stosowany jest ten ostatni sposób, przyczem nie zaobserwowano ujemnych skutków takiego trybu postępowania dla pracy łożysk.

Prócz głównej rewizji silniki podlegają stałemu nadzorniemu w zajezdniach. Pożądana jest codzienna pobieżna kontrola silnika i nieco dokładniejsza w odstępach mniej więcej tygodniowych: sprawdzenie stanu szczotek, obsad szczotkowych, komutatora (ewentualne oczyszczenie go), sprawdzenie stanu izolacji, szczeliny, dolanie smaru i t. p.

Ważną rzeczą jest kontrola właściwego nacisku szczotek na komutator. Dla silników trakcyjnych przyjęty jest dość duży nacisk szczotek (400 gr/cm^2) w porównaniu z innymi maszynami elektrycznymi. Praktyka potwierdza, że przy niedostatecznym nacisku szczotek bardzo łatwo następuje iskrzenie przy silniejszych wstrząsach, które tak często mają miejsce przy pracy silnika trakcyjnego. Wobec tego zaś, że sprężyny obsad szczotkowych wskutek nagrzewania mogą tracić sprężystość, zalecać należy częstą kontrolę nacisku szczotek np. zapomocą odpowiedniego małego dynamometru sprężynowego.

2. Nastawniki.

Dla rewizji głównej nastawników można przyjąć okres taki sam, jak dla rewizji całego wozu silnikowego, unikając w ten sposób wybudowywania w międzyczasie nastawnika z wozu. Konserwacja przez zajezdnie wystarcza do utrzymania nastawnika we właściwym stanie w okresie międzyrewizyjnym. Oczywiście w razie poważniejszych uszkodzeń przypadkowych nastawnik musi być wybudowany i dostarczony do warsztatów celem naprawy.

Przy rewizji głównej nastawnik, podobnie jak silnik, podlega rozebraniu, gruntownemu oczyszczeniu, pomalowaniu, wymianieniu części zużytych lub uszkodzonych i ponownemu złożeniu. Poza rewizjami głównymi nastawniki pierścieniowe wymagają codziennych (a właściwie nocnych) oględzin w zajezdniach, co parę dni zaś smarowania pierścieni. Dla nastawników młoteczkowych wystarczają oględziny co tydzień lub nawet co 2 tygodnie. Podczas przeglądu nastawników w zajezdniach sprawdza się i w razie po-

trzeby reguluje odpowiednie doleganie palców kontaktowych, usuwa się drobne opalenia i opryszczenia na palcach kontaktowych i pierścieniach, sprawdza się działanie sprężyn i t. p. W razie zauważenia poważniejszych uszkodzeń wagon odsyłany jest celem naprawy do warsztatów.

Z pośród 2 zasadniczych typów nastawników: pierścieniowych i młoteczkowych, wybitną przewagę mają te drugie. Lepsze rozwiązanie sposobu przerywania prądu i gaszenia łuku powoduje, iż nastawniki te mniej czułe są na wszelkie przetężenia i na wszelkie nieprawidłowości w manewrowaniu nastawnikiem, przez co psują się i opalają mniej od pierścieniowych. Z punktu widzenia warsztatowego wielką ich przewagę stanowi mała ilość wymiennych części. Podczas gdy w nastawnikach pierścieniowych ulegają opaleniu i muszą być wymieniane palce kontaktowe i pierścienie, których w jednym nastawniku bywa po kilkanaście rodzajów, w nastawnikach młoteczkowych jedyną właściwie częścią, podlegającą uszkodzeniu przy pracy i wymagającą wymiany są kontakty młoteczkowe, jednego rodzaju dla całego nastawnika. Wymiana pierścieni kontaktowych lub nawet ich końcówek pociąga za sobą dość mozolne ich dopasowywanie, dopiłowywanie lub obtaczanie, podczas gdy wymiana kontaktu młoteczkowego sprowadza się do odkręcenia jednej śruby i co najwyżej niewielkiego dopiłowania. W tych warunkach większy nieco koszt nastawników młoteczkowych amortyzuje się bardzo szybko.

3. Automaty.

Według danych, zebranych wśród polskich przedsiębiorstw tramwajowych, okres rewizji głównej automatów waha się w bardzo szerokich granicach od 3 miesięcy do 2 lat. Tak duże różnice zależą widocznie od znacznych różnic w konstrukcji automatów oraz od lokalnych warunków i bez bliższej znajomości tych czynników nie dają się wytłumaczyć. W Tramwajach Warszawskich rewizja główna przeprowadzana jest co 3 miesiące, celem oczyszczenia automatu i skontrolowania oraz wyregulowania (pod obciążeniem) prądu wyłączającego. Poza tem automaty przeglądane są w zajezdniach co dwa tygodnie.

4. Przewodniki i drobny sprzęt elektryczny w wozie.

Rewizję reszty urządzeń elektrycznych w wozie tramwajowym, a więc przewodników do siły i światła, oporników, hamulca solenoidowego, armatury oświetleniowej i t. d. najsluszniej przeprowadzać jest łącznie z rewizją całego wozu, ponieważ rewizja tych urządzeń elektrycznych stanowi pod względem robocizny stosunkowo nieznaczną część całkowitej rewizji wozu. Jako okres rewizji głównej przyjmują przedsiębiorstwa tramwajowe przeważnie czas 2 — 3 lat. Względy techniczne pozwalają zastosować ten okres również dla wyżej wymienionych składników wyposażenia elektrycznego. Z wyjątkiem może armatury oświetleniowej, wymagającej zwykle większych lub mniejszych napraw, rewizja pozostałych części sprowadza się raczej do ich oczyszczenia.

Przy starannem i racjonalnem wykonaniu instalacji w wagonie konserwacja jej nie nastęrcza w ogólności żadnych trudności. Najstaranniejszego zabezpieczenia wymagają miejsca przejścia przewodników z dachu do wnętrza wozu i z wnętrza wozu pod pudło. Czas pracy przewodników w wozie bez wymiany przyjąć można na kilkanaście lat.

Prócz rewizji głównej pobieżna kontrola tych urządzeń odbywa się przy przeglądach wozu w zajezdni: przy rewizjach remizowych i przeglądach codziennych.

*

*

*

W większych warsztatach naprawczych, jak np. Tramwajów Warszawskich, na których doświadczeniu opieram się zresztą w głównej mierze w niniejszym referacie, dobre wyniki daje dość ściśle rozgraniczenie prac montażowych i wytwórczo-reperacyjnych. Na konkretnym przykładzie wygląda to w następujący sposób. Silnik lub nastawnik przeznaczony do rewizji głównej lub naprawy zostaje otransportowany do oddzielnej brygady. Tam rozmontowuje się go, czyści i starannie bada stan wszystkich części. Części zużyte i uszkodzone, kwalifikujące się do wyrzucenia lub do naprawy, zostają usunięte, nie są jednak przez brygadę montażową naprawiane doraźnie, lecz odsyłane do magazynu. Na ich miejsce pobiera się z magazynu części nowe (zupełnie nowe lub naprawione) i zastępuje nimi części usunięte. Części uszkodzone zbierane są w magazynie i dopiero cała ich większa partja kierowana jest do naprawy, po której wykonaniu wracają do magazynu jako części zapasowe „nowe”. Gdy obieg części zapasowych zmniejszy się wskutek tego, że pewien ich % nie nadaje się już do naprawy, musi on być uzupełniony przez wykonanie pewnej ilości części kompletnie nowych. Ten tryb postępowania daje się rozciągnąć również na tworniki i cewki magnesowe, co umożliwia ciągłość pracy przy naprawie lub rewizji silnika: zostaje on rozmontowany, oczyszczony i natychmiast spowrotem składany, bądź z tym samym wirnikiem bądź z wirnikiem zapasowym, jeśli wyjęty wirnik był uszkodzony. Dla sprawnego funkcjonowania takiego systemu niezbędne są 2 warunki: 1) sprawne funkcjonowanie magazynu tak, aby wszystkie części zamienne znajdowały się zawsze na składzie i 2) dobra wymiennność wszystkich części bez ich indywidualnego dopasowywania.

*

*

*

Poczynania, mające na celu osiągnięcie jaknajlepszej jakości obiektów oddawanych do ruchu przez warsztaty po rewizji czy po naprawie, idą w 3 kierunkach:

A) zapewnienie jaknajlepszej jakości surowców i półfabrykatów otrzymywanych zzewnątrz,

B) doskonalenie techniczne pracy wykonywanej przez warsztaty i kontrola jakości wykonania,

C) wprowadzanie zmian konstrukcyjnych na zasadzie doświadczeń zdobytych przy eksploatacji.

Omówimy pokrótce te 3 punkty.

A) Celem zapewnienia warsztatom odpowiednich surowców i półfabrykatów należy sprecyzować wymagania im stawiane w formie warunków technicznych dla poszczególnych materiałów. Warunki takie znajdujemy częściowo w gotowej formie w PPNE (miedź, przewody, oprawki do żarówek, taśma izolacyjna) lub w rozpowszechnionych u nas normach niemieckich (np. mika, prespan). Zadaniem kierownictwa technicznego jest opracowanie takich warunków dla jaknajwiększej ilości podstawowych materiałów (druty nawojowe, miedź komutatorowa, druty opornikowe, smary, stal na wały twornikowe). Specjalna kontrola techniczna winna czuwać nad tem, aby wszelkie dostarczane do magazynu materiały odpowiadały tym warunkom. O ile sprawdzenie pewnych własności materiału jest na miejscu niemożliwe ze względu na trudności zaopatrzenia się w potrzebne do tego, a nieraz bardzo kosztowne, urządzenia, korzystać można ze specjalnych laboratoriów, wysyłając tam próby do zbadania.

B) Stosowanie racjonalnych metod pracy i wprowadzanie do nich udoskołań technicznych jest bez wątpienia jednym z naczelných zadań kierownictwa warsztatu. Zagadnienie to obejmuje dobór odpowiednich maszyn, narzędzi, przyrządów, sprawdzianów, szablonów oraz dokładne analizowanie pracy, która ma być wykonana, i szczegółowe

opracowanie sposobu jej wykonania. Wyczerpujące omówienie tej kwestji stanowi samo w sobie bardzo obszerny temat i wykraczałoby poza ramy niniejszego referatu. Z konieczności więc ograniczam się do poruszenia paru tylko fragmentów.

Specyficznie „elektryczny” dział warsztatu, jakim jest nawijalnia, daje pole do zastosowania szeregu specjalnych maszyn, które pozwalają na usprawnienie pracy zarówno pod względem jakościowym, jak i pod względem czasu jej trwania, rentując się bez wątpienia przy nieco większej produkcji. Z maszyn takich wymienić można: maszyny do formowania cewek twornikowych i magnesowych, maszynę do oprasowywania zapomocą mikafolium boków cewek twornikowych, frezarkę do wycinania miki w komutatorach, maszynę do bandażowania tworników, instalacje różnych typów do suszenia, impregnowania i compoundowania i t. d.

Na specjalne podkreślenie zasługuje rola spawania elektrycznego w warsztacie naprawczym. Sposób ten jest niczem niezastąpiony w całym szeregu wypadków — jak np. nadlewanie wytartych lub skrzywionych wałów twornikowych; przypawanie odłamanych części do kadłubów silników; wylanie i ponowne wytaczanie w kadłubach silników miejsc, w których osadzone są panewki twornikowe i panwie na osi wozu; sztukowanie metodą spawania na styk drutów nawojowych w cewkach magnesowych i twornikach; nadlewanie pierścieni w nastawnikach przy lokalnym wypaleniu i t. d., i t. d.

Pierwszym organem, powołanym do kontroli jakości wykonania, jest majster. Przy nowoczesnej organizacji warsztatu majster jest prawie zupełnie odciążony od obowiązków administracyjnych, a główny nacisk położony jest na jego rolę jako instruktora dla podległych mu pracowników, odpowiedzialnego za techniczną stronę wykonywanych w jego dziale prac. Ogólny nadzór i ogólną odpowiedzialność ponosi oczywiście prócz tego kierownik warsztatu. Wykończony przez warsztaty produkt przed odesłaniem do magazynu przechodzi jeszcze przez ręce specjalnego organu, kontroli technicznej.

W związku ze sprawą kontroli wykonania przytoczę w formie przykładu wykaz ważniejszych urządzeń i aparatów, w jakie zaopatrzone są Warsztaty Główne Tramwajów Warszawskich w dziale elektrycznym:

- 1) 3 transformatory przewoźne do prób wytrzymałości izolacji (napięcie do 3000 V),
- 2) stacja próbna do prób wytrzymałości izolacji (napięcie do 3000 V) i do wykrywania zwarć międzynitkowych w twornikach i cewkach magnesowych,
- 3) 2 wolt-omomierze do pomiaru oporności izolacji,
- 4) mostek Wheatstone'a — Thompsona,
- 5) mostek Wheatstone'a podręczny,
- 6) amperomierz i woltomierz z kontaktami do komutatora, do sprawdzania tworników,
- 7) stacja próbna do sprawdzania automatów wagonowych przy obciążeniu do 300 A,
- 8) tablica przenośna z przyrządami rejestrującymi (2 amperomierze i woltomierz) do badania silników w wozie,
- 9) stacja próbna do badania silników pod obciążeniem (jedna maszyna pracuje jako silnik, druga jako prądnicą obciążona opornikami),
- 10) woltomierz i amperomierz przenośne,
- 11) tachometry.

Aparaty te służą zarówno do przeprowadzania stałych prób kontrolnych jak i do badań specjalnych.

Systematycznie przeprowadza się następujące próby kontrolne:

- 1) Przy przewijaniu tworników każda cewka twornikowa przed założeniem próbowana jest na wytrzymałość

izolacji między 2 sąsiednimi bokami napięciem 500 V. Po włożeniu cewek w żłobki, zabiciu klinów i założeniu przewidywanych bandażów, lecz przed wlutowaniem końców uzwojenia do komutatora, próba powyższa zostaje powtórzona. Po uzwojeniu twornika prawidłowość uzwojenia sprawdzona zostaje za pomocą woltomierza i amperomierza wymienionych w p. 5). Wreszcie sprawdza się wytrzymałość izolacji względem korpusu napięciem 2200 V.

2) Cewki magnesowe nowowykonane lub naprawione sprawdza się na zwarcia międzynitkowe.

3) W twornikach naprawianych sprawdza się wytrzymałość izolacji względem korpusu napięciem 1500 V.

4) Po naprawie lub rewizji silnika sprawdza się wytrzymałość izolacji względem korpusu napięciem 1500 V, mierzy się oporność izolacji (min 1 MΩ) oraz mierzy się opory twornika i cewek magnesowych głównych i zwrotnych.

5) W nastawnikach sprawdza się wytrzymałość izolacji względem korpusu napięciem 2200 V.

6) W automatach sprawdza się wytrzymałość izolacji oraz próbuje się automat pod obciążeniem, nastawiając odpowiednio prąd wyłączający.

7) Wagon po rewizji głównej podlega następującym próbom elektrycznym: próbuje się wytrzymałość izolacji sieci silnikowej i oświetleniowej napięciem 1500 V (przy wszelkich położeniach korby nastawnika); mierzy się oporność izolacji sieci silnikowej i oświetleniowej; mierzy się opory silników, oporników i hamulca solenoidowego, przyczem pomiar tych oporów wykonywa się dwukrotnie na kontaktach obu nastawników, celem skontrolowania nie tylko oporu wymienionych wyżej obiektów, lecz również oporu wszystkich połączeń.

C) Codzienne zetknięcie się z pracą sprzętu elektrycznego, porównywanie pracy różnych typów silników i aparatów, krytyczna obserwacja uszkodzeń, szczególnie uszkodzeń systematycznie się powtarzających — pozwalają często na wykrycie słabszych punktów w konstrukcji, a w konsekwencji na podjęcie prób poprawienia konstrukcji, co nieraz zostaje uwieńczone pomyślnym skutkiem.

Istnieje drugi jeszcze motyw przeprowadzania zmian konstrukcji przez warsztaty naprawcze. Przedsiębiorstwa tramwajowe, istniejące po kilkanaście lub dwadzieścia kilka lat, posiadają w swym taborze po kilka lub nawet kilkanaście różnych typów silników, nastawników lub automatów. Jest to zjawisko prawie nieuniknione: z jednej strony bowiem trudno wyrzucić stary, lecz zdolny jeszcze do użytku sprzęt, z drugiej strony przy zakupowaniu nowego, trudno wobec ciągłego postępu techniki nabywać przestarzałe typy, tylko gwoździ zachowania jednostajności sprzętu. Nie trzeba zaś wyjaśniać, jak taka różnorodność jest niewygodna zarówno z punktu widzenia magazynowego, jak i warsztatowego. W wielu wypadkach warsztaty mogą tu dużo zrobić w kierunku normalizacji, nie całych maszyn i aparatów, lecz pewnych części składowych. Jeżeli przytem normalizację tę przeprowadza się stopniowo przy okazji rewizji głównej i większych napraw oraz w miarę zużywania się normalizowanych części, to nakład zarówny w formie dodatkowej robocizny, jak i materiału jest stosunkowo niewielki i łatwo może się amortyzować.

Jako przykład zmian konstrukcyjnych, wprowadzonych przez Warsztaty Główne Tramwajów Warszawskich bądź w celu poprawienia konstrukcji, bądź ze względów normalizacyjnych, przytoczę kilka poniższych wypadków:

a) W pewnych typach nastawników pierścieniowych palce kontaktowe umocowane były na kwadratowych belkach żelaznych, izolowanych naciągniętą na nie koszulką izolacyjną, bakelitową lub mikanitową. Przy zanieczyszczeniu tej izolacji łatwo następowały połączenia między są-

siednimi palcami kontaktowymi, powodujące często w konsekwencji uszkodzenie tej izolacji i nawet przebicie do żelaza. Tytułem próby zastąpiono belki żelazne belkami drewnianymi impregnowanymi w parafinie, wzorując się na jednym z posiadanych typów nastawnika. Wynik próby był pomyślny, wobec czego przeróbkę zastosowano do obecnej chwili już w kilkudziesięciu nastawnikach różnych typów z wynikiem bardzo dodatnim.

Równocześnie przeprowadzono ujednolajnienie typu palców kontaktowych w 4 typach nastawników, z których każdy posiadał inne palce.

Wreszcie znormalizowano częściowo pierścienie kontaktowe w 5 typach nastawników przez zastosowanie do nich miedzi o jednakowym przekroju. Długości pierścienia oczywiście ujednolajnić się już nie daje.

b) Jeden z posiadanych typów automatów przy silniejszych zwarcjach ulegał bardzo często silnemu opaleniu i zgrzewaniu się kontaktów. Przez zastosowanie ruchomych różków, włączonych równolegle do głównego kontaktu, umieszczonych zewnątrz pudła automatu i przerywających prąd nieco później, niż główny kontakt, przeniesiono łuk, powstający przy przerywaniu prądu, na zewnątrz automatu, co znakomicie poprawiło jego pracę. Wzorowano się tu na innym posiadanym typie automatu.

3) W innym automacie wyłącznik nożowy zastąpiono wyłącznikiem młoteczkowym.

4) Tramwaje Warszawskie posiadają m. in. silniki GTM2i w dwóch odmianach: z łożyskami ślizgowymi (starszej dostawy) i rolkowymi, różniące się równocześnie nieco wymiarami kadłuba, co utrudniało wymiennność w wozie jednego silnika na drugi. Od pewnego czasu przystąpiono do przerobienia we własnym zakresie silników starszych na łożyska rolkowe, doprowadzając równocześnie kadłub (przez nadlewanie i niewielkie przetaczanie i struganie) do takich wymiarów, aby uzyskać wymiennność z nowszym typem.

5) Przez zmianę osłon wentylacyjnych w jednym z typów silnika osiągnięto zmniejszenie się jego nagrzewania o kilkanaście stopni.

6) W jednym z typów silników, który przegrzewał się przy pracy, zastosowano tytułem próby dla kilku silników uzwojenie z izolacją azbestową. Ze względu na stosunkowo krótki czas pracy uzwojonych w ten sposób silników (niecałe pół roku) próby nie można jeszcze uważać za zakończoną, jednak dotychczasowa obserwacja zdaje się przemawiać za jej pomyślnym wynikiem. Wobec tendencji do powiększania szybkości handlowej, moc starszych silników okazać się może niedostateczna. Zastąpienie izolacji bawełnianej azbestową może tu dać poważne korzyści.

Ograniczając się do powyższych przykładów, zaznaczę, że wykonywano jeszcze cały szereg drobnych przeróbek z pomyślnym wynikiem.

*

*

*

Niemalą usługę przy gospodarowaniu sprzętem elektrycznym i jego konserwacji oddaje odpowiednio prowadzona kartoteka sprzętu i częściowo połączona z nią statystyka. W warsztatach Tramwajów Warszawskich sprawa ta w zarysach zorganizowana jest w następujący sposób.

Każdy silnik, wirnik i nastawnik posiada w kartotece swą kartę, na której zarejestrowany jest typ, numer, dostawca, data dostawy i cena. W znajdujących się poniżej rubrykach notuje się pod odpowiednią datą, do którego silnika dany wirnik, lub do którego wozu dany silnik czy nastawnik został wbudowany, kiedy został z niego wybudowany, z jakiego powodu, jaki był zakres i koszt naprawy lub rewizji. W karcie tej odnotowuje się równocześnie wszelkie zmiany,

przeróbki i t. p. Karty te służą do wyciągania bezpośrednich wniosków co do pracy poszczególnych elementów. Tak np. zbyt często powtarzające się uszkodzenia i naprawy danego wirnika wskazują, iż należy zwrócić specjalną uwagę na stan jego izolacji, już może skruszałej wskutek długiej lub zbyt ciężkiej pracy. Koszt powtarzających się często napraw może być tak duży, że należy wirnik zakwalifikować do przezwójowania. Równocześnie karty te służą jako podstawa do statystyk ilości i rodzajów uszkodzeń w pewnych okresach czasu, co znów pozwala ocenić skuteczność wprowadzonych zmian, przeróbek, wpływ pór roku na pracę poszczególnych elementów, wyższość jednych typów nad innymi i t. p. Wreszcie sama już ewidencja całego sprzętu wprowadza pewien porządek w gospodarowaniu nim i umożliwia każdorazowo natychmiastowe stwierdzenie, gdzie się dany przedmiot znajduje.

Analogiczne karty prowadzone są dla całych wozów. Karta wozu pod względem treści składa się z 2 części. Pierwsza część zawiera dane opisowe wozu, a więc jego numer, typ

(symbol), dostawcę, datę dostawy, wagę, powierzchnię lakierowania, ilość miejsc, rodzaj silników, nastawników, automatów, ogrzewania, hamulców, maźnic i resorów. W drugiej części notuje się w porządku chronologicznym zmiany w konstrukcji lub w urządzeniach wozu, zmiany zajezdni macierzystej, daty rewizji głównych i częściowych, naprawy sieci elektrycznej i wymianę żarówek, naprawy uszkodzeń z wypadków, wymiany automatów oraz przegląd automatów i silników w wozie, naprawy nastawników, oraz analogiczne dane dla ważniejszych mechanizmów.

Poruszony w powyższym referacie temat konserwacji sprzętu elektrycznego zawiera tyle drobnych szczegółów, związanych z różnymi typami sprzętu i różnymi warunkami lokalnymi, że trudno uważać go za wyczerpany w tych parusęt wierszach. Chodziło raczej o podkreślenie pewnych linii wytycznych i wypuklenie pewnych ważniejszych momentów, jak również o danie impulsu do wymiany spostrzeżeń i danych, zdobytych w praktyce, pomiędzy przedstawicielami poszczególnych przedsiębiorstw tramwajowych.

SAMOCZYNNY REGULATORY NAPIĘCIA DO OBWODÓW ŚWIETLNYCH W WAGONACH TRAMWAJOWYCH

Inż. K. Jaszewski

Streszczenie. W związku z dodatnimi wynikami prób regulatorów t. zw. wibracyjnych i ich zupełnie nowym zastosowaniem do potrzeb trakcyjnych, autor niniejszego referatu na zaproszenie i z inicjatywy Komisji Referatowej S. E. P. podaje poniżej opis i matematyczne uzasadnienie działania tych regulatorów.

Powszechnie stosowany sposób zasilania prądem obwodów świetlnych w wagonach tramwajowych bezpośrednio z sieci jezdnej ma, jak wiadomo, tę ujemną stronę, że przy istniejących naogół dużych spadkach napięcia roboczego, dochodzących niekiedy do 50% i więcej, natężenie oświetlenia ulega wielkiemu wahaniu.

Specjalnie dotkliwie dało się to odczuć z chwilą wprowadzenia na linjach podmiejskich i w komunikacji międzymiastowej specjalnych reflektorów do oświetlenia toru w czasie jazdy. Oświetlenie to, zwłaszcza w naszych stosunkach, przy panujących na peryferiach miast „egipskich ciemnościach”, braku dyscypliny przechodniów i przy obecnej tendencji do zwiększania szybkości handlowej, stało się ze względu na bezpieczeństwo ruchu wprost konieczne.

Żarówka zwykłego reflektora, który stanowi t. zw. „światło policyjne” do jazdy w śródmieściu, łączona jest w jeden z obwodów szeregowo z żarówkami oświetlenia wewnętrznego i z tego powodu moc jej jest ograniczona.

Dla otrzymania dostatecznie silnego oświetlenia toru moc żarówki reflektorowej winna wynosić co najmniej 100 W i dlatego wydziela się ją zwykle w oddzielny obwód w połączeniu szeregowym z odpowiednim opornikiem.

Jest to rozwiązanie, co prawda, bardzo nieekonomiczne, gdyż lwią część energii marnuje się nieprodukcyjnie w oporniku, — ale zato b. proste; zresztą innego rozwiązania, równie prostego, jak dotąd niema.

Wahania natężenia światła wewnątrz wozu, aczkolwiek niemile dla pasażerów, żadnych ujemnych skutków poza chwilową np. przerwą lektury wywołać nie mogą; inaczej jest ze światłem reflektora, służącego do oświetle-

nia toru: przy dużych spadkach napięcia wahania światła dochodzą chwilami, a czasem i na dłuższe okresy czasu prawie do całkowitego przyćmienia i jazdy pociemku, co może być już połączone z poważnym niebezpieczeństwem, zwłaszcza na szlakach podmiejskich, przy skrzyżowaniach dróg i t. d. Potęgą tu jeszcze niebezpieczeństwo czynnik fizjologiczny — własność oka ludzkiego, polegająca na tem, że zdolność rozróżniania przedmiotów przy oświetleniu malejącem zanika szybciej, niż samo oświetlenie.

Do samoczynnego utrzymywania stałego napięcia na żarówkach w wozach tramwajowych były dotąd stosowane wyłącznie t. zw. lampy oporowe z włókem żelaznym, wypełnione wodorem, w celu jak najlepszego odprowadzania ciepła. Działanie regulacyjne tych lamp polega, jak wiadomo, na zmianie oporności włókna żelaznego lampy wraz ze zmianą jego temperatury. Lampa taka, włączona szeregowo z żarówkami, usiłuje zachować w obwodzie prąd o stałym natężeniu, niezależnie od wahań napięcia zasilającego w granicach, stanowiących zakres regulacji danej lampy.

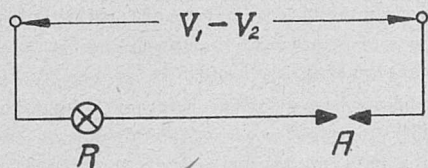
Napotykanie w praktyce trudności ze stosowaniem regulacyjnych lamp oporowych, zwłaszcza do reflektorów wagonowych (które tu ze względów zrozumiałych zostaną pominięte), skłoniły autora niniejszego artykułu do szukania rozwiązania zagadnienia w podobny sposób, jak to ma miejsce z samoczynną regulacją napięcia prądnic, t. j. przez przystosowanie regulatorów wibracyjnych do nowego zadania.

Trwające od kilku miesięcy próby tych regulatorów w ruchu na jednej z elektrycznych kolejek dojazdowych wykazały, że pracują one bez zarzutu i jak dotąd — niezawodnie.

Zasada działania wibracyjnych regulatorów napięcia polega, jak wiadomo, na wprowadzeniu do obwodu, w którym ma być utrzymany prąd o stałym natężeniu przy wahającym się napięciu zasilającym, przerwy w postaci wib-

rującego kontaktu, jak to ma miejsce np. w cewce Rumkorfa.

Na rysunku 1-y przedstawiony jest schematycznie w uproszczonej postaci obwód żarówki R , załączonej na wahające się napięcie w granicach od V_1 do V_2 . W szereg z żarówką włączony jest kontakt wibrujący A , który za-



Rys. 1.

pomocą opisanego dalej urządzenia okresowo zamyka i otwiera obwód kilkadziesiąt razy na sekundę. W rezultacie otrzymujemy w obwodzie prąd tętniący o przebiegu, podanym na rys. 2-gim, gdzie

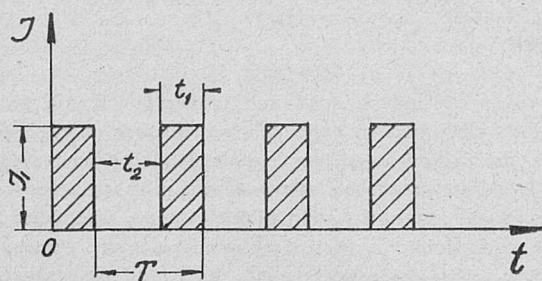
t_1 — czas trwania zwarcia kontaktu A ,

t_2 — czas trwania rozwarcia kontaktu A ,

I_1 — natężenie prądu przy zwarcie kontaktu A pod napięciem V_1 ,

T — czas trwania jednego okresu prądu tętniącego,

$f = \frac{1}{T}$ — częstotliwość prądu tętniącego.



Rys. 2.

Przy dostatecznie dużej częstotliwości prądu tętniącego żarówka świeci w sposób ciągły bez uchwytnej dla oka migotania, tak jakby przez nią przepływał pewien prąd zastępczy o stałym natężeniu J_z , mniejszy od J_1 przy tym samym napięciu V_1 .

Zmniejszenie natężenia prądu w obwodzie przy niezmienionym napięciu V_1 można przypisać pozornemu wzrostowi oporności obwodu z wielkości początkowej R do wielkości pewnego oporu zastępczego R_z , którego wartość da się określić z wzoru na ilość energii, doprowadzonej do obwodu w jednostce czasu:

$$\frac{V_1^2}{R} t_1 f = \frac{V_1^2}{R_z}, \text{ skąd } R_z = R \frac{t_1 + t_2}{t_1}$$

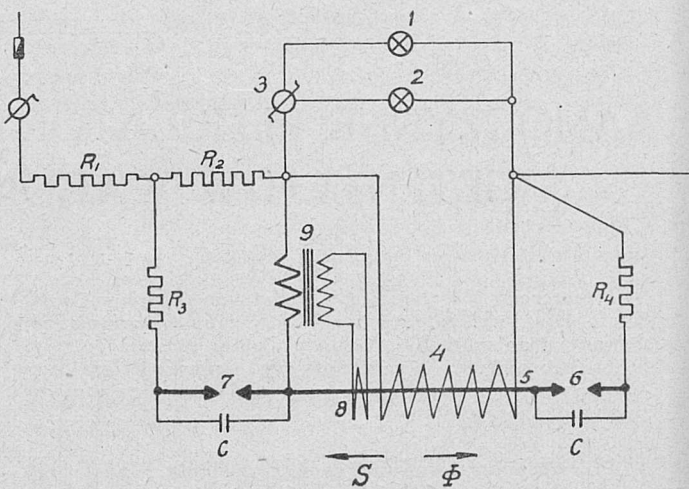
Z powyższego równania widać, że opór zastępczy R_z jest zależny tylko od R i od czasu trwania zwarcia i rozwarcia kontaktu A . Stosunek $\frac{t_1 + t_2}{t_1} = K$ nazywa się współczynnikiem regulacji i może przybierać wartości w granicach od 1 przy $t_2 = 0$ do ∞ przy $t_1 = 0$.

Aby utrzymać zatem w obwodzie żarówki prąd o stałym natężeniu przy wahającym się napięciu wystarczy tak sterować kontaktem A , aby $\frac{K_1}{K_2} = \frac{V_1}{V_2}$.

We wzorach powyższych uwidoczniła się cała zaleta systemu regulacji zapomocą czynnika niematerjalnego, jakim jest czas trwania przerwy i zwarcia kontaktu wibrującego oraz wielki zasięg tej regulacji. Wobec stosun-

kowo nikłej masy części ruchomej kontaktu wibrującego szybkość reagowania regulatora na wahania napięcia jest tak wielka, że nawet przy wahaniami o charakterze uderzeniowym, jak to ma miejsce np. przy ruszaniu wagonu, nie można zauważyć zmian w natężeniu światła żarówki. Dla ułatwienia zrozumienia zasady działania regulatora wibracyjnego obok podany jest schemat połączeń oraz wykres prądu i zależności matematyczne w formie jaknajbardziej uproszczonej. Na rysunku 3-im podany jest schemat połączeń regulatora wibracyjnego syst. „Era”, zainstalowanego na wagonach motorowych Elektrycznych Kolejek Dojazdowych Warszawa—Grodzisk.

Żarówki 1 i 2 dla obu reflektorów wagonu motorowego przez przełącznik 3 oraz opory szeregowe R_1 i R_2 są załączone na napięcie sieci jezdnej. Równolegle do żarówki włączona jest cewka napięciowa regulatora 4, której rdzeń żelazny 5 może swobodnie wibrować w obie strony wzdłuż osi cewki. Na obu końcach rdzenia są umieszczone kontakty 6 i 7. Kontakt 7 przy zwarcu za-



Rys. 3.

łącza równolegle do oporu R_2 opór R_3 i zwiększa przez to prąd w żarówce, a tem samem i napięcie na jej zaciskach; kontakt 6 przy zwarcu łączy równolegle do żarówki opór R_4 , przez co zmniejsza się prąd w żarówce i napięcie na jej zaciskach. Na wibrujący rdzeń 5 działają dwie siły przeciwnie skierowane: siła S regulowanej sprężyny i siła Φ — od strumienia magnetycznego cewki 4. Siły te są tak dobrane, że przy napięciu roboczym w granicach od 0 do dolnej granicy regulacji kontakt 7 jest zwarty, lecz z chwilą podniesienia się napięcia ponad tę granicę następuje rozwarcie kontaktu 7 i obniżenie napięcia na żarówce i cewce regulatora, skutkiem czego kontakt 7 zamyka się ponownie i następuje w ten sposób wibracyjne zwieranie i rozwieranie kontaktu 7. Czas zwarcia i rozwarcia reguluje się przytem samoczynnie, stosownie do istniejącego w danej chwili napięcia. Innymi słowy, współczynnik regulacji K przybiera samoczynnie taką wartość, aby prąd zastępczy w żarówce był wielkością stałą. Po wzroście napięcia sieci ponad połowę zakresu regulacji rdzeń regulatora zaczyna pracować na kontakcie 6, który w analogiczny sposób włącza i wyłącza opór bocznikowy R_4 , utrzymując w ten sposób w dalszym ciągu stałe napięcie na żarówce.

Aby przyspieszyć częstotliwość wibracji rdzenia żelaznego i przez to uniknąć ewent. migotania światła żarówki, obok cewki napięciowej działa dodatkowo na rdzeń cewka 8, zasilana prądem wtórnym z małego transfor-

torka, którego obwód pierwotny włączony jest w ten sposób, że przepływa przez niego prąd tętniący do obu kontaktów 6 i 7.

Poszczególne oporniki wraz z regulatorem umieszczone są na wspólnej płycie turbonitowej i stanowią jedną całość konstrukcyjną.

SAMOCZYNNA SYGNALIZACJA NA PRZEJAZDACH

Tadeusz Jawor

Streszczenie. Autor podaje zasady działania samoczynnego elektrycznego urządzenia, zabezpieczającego przejazdy kolejowe, polegającego na samoczynnym podawaniu sygnałów ostrzegawczych przy nadejściu pociągów do przejazdu, jak również na samoczynnym kasowaniu sygnału ostrzegawczego po minięciu przejazdu przez pociąg.

Stale wzrastający ruch kołowy, a szczególnie samochodowy, wymaga zastosowania na skrzyżowaniach w jednym poziomie torów kolejowych z drogami, czyli na tak zwanych przejazdach, specjalnych środków ostrożności.

Stosowane obecnie rogatki mechaniczne wymagają ludzkiej obsługi, co powoduje wysokie koszty eksploatacji tego rodzaju zabezpieczeń.

Jak i w innych dziedzinach techniki, tak i tu rozwój elektrotechniki pozwolił rozwiązać zagadnienie zabezpieczenia takich skrzyżowań w poziomie w sposób prosty, niekosztowny i pewnie działający.

Najprostszym, najbardziej celowym i w większości wypadków wystarczającym środkiem okazał się świetlny sygnał ostrzegawczy, o światłości dostatecznej do zauważenia z odległości kilkuset metrów nawet przy jaskrawo świejącym słońcu. Sygnał taki nie posiada żadnych ruchomych, mechanicznie pracujących części i dlatego konserwacja jego sprowadza się do minimum.

Aby światło tych sygnałów bardziej zwracało na siebie uwagę, można je uczynić błyskawicą, to jest zapalając się i gasnącym naprzemiennie.

Wskazywanie, czy przejazd przez tor kolejowy jest dozwolony czy wzbroniony, można oczywiście wykonać w sposób najrozmaitszy. Ogólnie się przyjęło, że sygnałem, wskazującym zbliżanie się pociągu do przejazdu, jest błyskowe światło czerwone o częstotliwości około 80 błysków na minutę.

Teoretycznie wystarczałoby sygnalizowanie tylko w tym czasie, gdy pociąg zbliża się do przejazdu. Jednakże uszkodzenie sygnalizacji w takim wypadku nie ujawniłoby się niczem nazewną, co mogłoby mieć bardzo niepożądane następstwa.

Dlatego też normalnie sygnalizuje się również wolną drogę przez przejazd i to za pomocą światła białego, również błyskowego, o mniejszej częstotliwości błysków, niż czerwone. Normalnie światło białe posiada 40 błysków na minutę. Brak światła w tym przypadku na sygnałach oznacza uszkodzenie sygnalizacji i wskazuje na konieczność ostrożności przy przekraczaniu przejazdu. Sygnały świetlne, bardzo dobrze spełniające swoje zadanie przy ruchu samochodowym, muszą być w większości wypadków uzupełniane za pomocą sygnałów akustycznych (podawanych dzwonkami, syrenami i t. p.) ze względu na ruch kołowy i pieszy. W poszczególnych przypadkach wystarcza zastosowanie tylko samych sygnałów akustycznych.

Najlepszym środkiem do uruchamiania samoczynnie sygnałów na przejeździe przez zbliżający się pociąg okazały się izolowane odcinki torowe, pracujące prądem ciągłym.

Z dotychczasowych wyników prób regulatorów wibracyjnych w zastosowaniu do potrzeb oświetleniowych trakcji elektrycznej należy się spodziewać, że ta ostatnia zyska niewątpliwie nowy czynnik, usprawniający działanie bądź co bądź niepozbawionego wagi urządzenia, jakim jest w trakcji oświetlenie elektryczne.

W tym celu szyny toru kolejowego, połączone elektrycznie na stykach, zostają użyte jako 2 elektryczne przewody, łączące źródło prądu i odbiornik, załączone na końcach takiego odcinka: źródło — na jednym końcu, odbiornik — na drugim. Od reszty toru szyny takiego odcinka są odizolowane za pomocą specjalnych łącz izolacyjnych.

Jeżeli taki odcinek toru jest niezajęty przez żadną oś taboru (pociągu), to odbiornik (przełącznik) otrzymuje prąd ze źródła za pośrednictwem przewodów, utworzonych z szyn i znajduje się w stanie czynnym. Rdzeń elektromagnesu przełącznika jest namagnesowany i przyciąga kotwicę z kontaktami.

Obecność jednej chociażby osi wagonu lub lokomotywy na takim odcinku powoduje zbocznikowanie przez mały opór osi (prawie zwarcie) uzwojenia przełącznika, pozbawienie go prądu — jego stan bierny. Kotwica przełącznika opada i włącza inne kontakty, niż wówczas, gdy jest ona przyciągnięta.

Zastosowanie izolowanych odcinków torowych, pracujących prądem ciągłym, posiada tę ogromną zaletę, że wszelkie uszkodzenia, jakie mogą zajść w tych odcinkach, jak pęknięcie jakiegokolwiek złączki na styku, przewodów łączących i t. p., powoduje stan bierny odpowiedniego przełącznika torowego i skutkiem tego powstanie takich sygnałów, jakie powstają przy zbliżaniu się pociągu do przejazdu. Pęknięcie którejkolwiek szyny w obrębie izolowanego odcinka torowego również powoduje powstanie sygnałów ostrzegawczych. W ten sposób wszelkie niedokładności łatwo się objawiają nazewną i mogą być szybko usunięte. Należy zresztą zaznaczyć, że tego rodzaju uszkodzenia trafiają się bardzo rzadko.

Ponieważ instalacje samoczynnej sygnalizacji na przejazdach pracują bez stałego nadzoru, a często znajdują się w miejscach odległych od miejsc zamieszkania personelu konserwującego, wszystkie części, z których te urządzenia się składają, muszą być przystosowane i obliczone na trwałą i niezawodną pracę.

Urządzenia systemu Ericssona odpowiadają wszelkim wymaganiom, stawianym tego rodzaju urządzeniom, i dzięki zastosowaniu specjalnie pomyślanych konstrukcji i celowo opracowanych schematów połączeń działają pewnie i dokładnie.

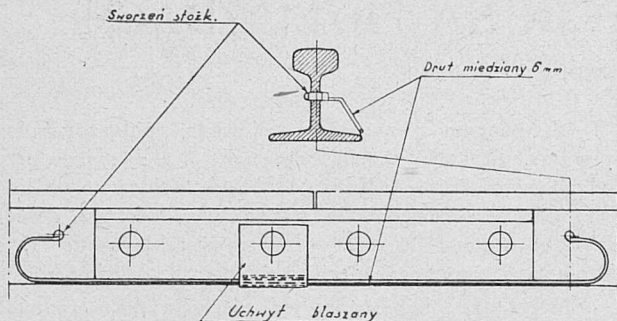
Zasadniczymi częściami składowymi samoczynnej sygnalizacji na przejeździe są:

- 1) izolowane odcinki torowe z ich zasilaniem i odbiornikami prądu (przełącznikami torowymi),
- 2) sygnały świetlne,
- 3) dzwonki,
- 4) urządzenie, zasilające w energię elektryczną całą instalację,
- 5) urządzenia dodatkowe, jak: aparaty do otrzymywania światła błyskowego, dodatkowe przełączniki torowe, napięciowe i t. p.

1) Izolowane odcinki torowe.

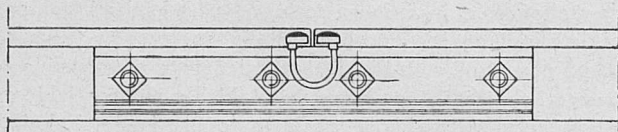
Długość izolowanych odcinków torowych waha się w zależności od szybkości pociągów i miejscowych warunków w dość szerokich granicach od 56 do 4000 metrów.

Pierwsza cyfra odnosi się do szybkości 10 km/godz. i czasu ostrzegania na 20 sekund przed zbliżającym się pociągiem, druga — do szybkości 120 km/godz. i czasu 2 minut. W przeciętnych warunkach, dla szybkości pocią-



Rys. 1.

gu 80 km/godz. i czasu ostrzegania 30 sekund, długość tę przyjmuje się równą 700 metrom. Ponieważ szyny kolejowe w obrębie izolowanego odcinka torowego służą jako przewodniki prądu, muszą stanowić elektryczną całość. Z tego powodu na złączach szynowych, gdzie kontakt jest spowodowany tylko dociskiem łubek do szyn, muszą być zastosowane specjalne złączki. Złączki te bywają wykonywane w 2 odmianach. Złączki pierwszego typu (rys. 1) składają się z drutu miedzianego, zamocowanego swymi końcami w szynach zapomocą wyżłobionych stożków żelaznych. Drut jest albo

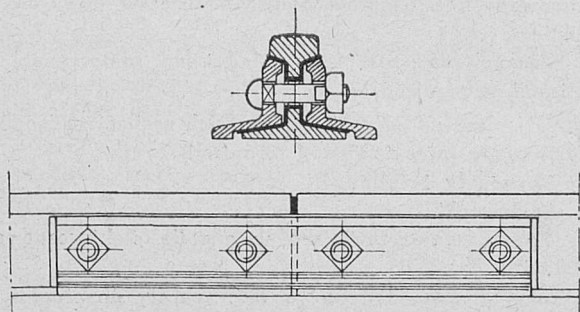


Rys. 2.

schowany pod łubkami, albo podtrzymywany specjalnymi uchwyty, osadzonymi pod łbami śrub łubków.

Złączki drugiego typu (rys. 2) składają się z kawałków linki miedzianej o przekroju 35 mm², umocowanych końcami w żelaznych obsadkach, które są przypasowane do zewnętrznej strony główek stykających się szyn.

Na swych końcach izolowany odcinek torowy musi być oddzielony od reszty toru zapomocą złącz izolacyjnych (rys. 3). Izolację złącza uzyskuje się przez zastosowanie przekładek z twardej (szarej) fibry, umieszczanych pomiędzy łubkami i szynami, oraz zastosowanie tulejek, zakładanych na śruby łączące łubki. Złącza takie wyrabiane są dla



Rys. 3.

wszystkich, normalnie stosowanych typów szyn, jak „S”, „8 b” i „6 d”, „40” i t. p.

Zasilanie izolowanych odcinków torowych odbywa się normalnie na ich końcach prądem stałym, czerpanym z baterji lub prostowników.

Do zasilania izolowanych odcinków torowych wystarcza w normalnych warunkach napięcie 1 V, przyczem szyny nie muszą leżeć na tłuszczu, wystarczy tylko, aby podsypka nie dotykała do stopek szyn.

Jako baterji do zasilania izolowanych odcinków torowych czyli baterji torowej używa się wysokopojemnościowych ogniw alkalicznych węglowo-cynkowych typu A-D, lub rzadziej ogniw Edisona.

Ogniwa typu A-D posiadają biegun węglowy, obliczony na 2500 Ah, i biegun cynkowy na 500 Ah. Biegun węglowy wytrzymuje 5-krotną wymianę bieguna cynkowego i elektrolitu.

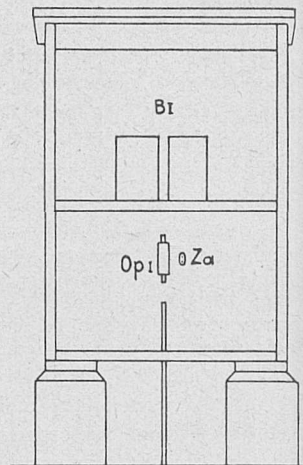
W normalnych warunkach baterja torowa składa się (dla pewności w działaniu) z 2 ogniw, połączonych równolegle, i wymaga wymiany elektrody cynkowej i elektrolitu raz na pół roku, a elektrody węglowej — raz na 2 i pół roku.

Baterję torową razem z oporem, zabezpieczającym ją od zwarcia w chwili znajdowania się pociągu na izolowanym odcinku torowym, umieszcza się w małej szafce obok toru (rys. 4).

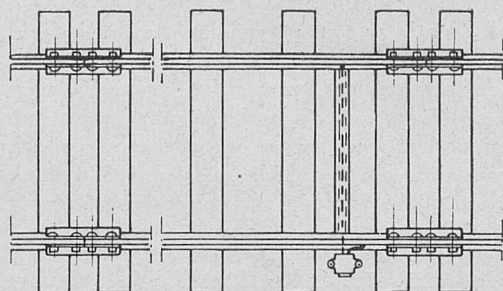
Baterja jest przyłączona do szyn zapomocą dwużyłowego kabla, zakończonego przy szynach żelazną końcówką, zalaną masą izolacyjną. Z końcówki prowadzą do obu szyn toru linki miedziane, zamocowane w szynach zapomocą stożków, dociskanych do szyn śrubami (rys. 5).

W razie zastosowania do zasilania izolowanych odcinków torowych prostowników (przyczem z reguły stosuje się bardzo tanie i trwałe suche prostowniki miedzio-owe), dodaje się dla pewności działania i uniezależnienia się od przerw w sieci zasilającej akumulatorowe baterje wyrównawcze żelazo-niklowe, jako wymagające najmniejszej obsługi.

W tym przypadku prostowniki i baterje umieszcza się w głównej szafce rozdzielczej przy sygnałach na przejeździe, a połączenie zespołu prostownikowego z końcem izolowanego odcinka torowego wykonywuje się zapomocą gołych przewodów napowietrznych na słupach telegraficznych, przyczem przewody spełniają jednocześnie rolę oporu, zabezpieczającego zespół przed zwarciem osiami pociągu. W ten sposób



Rys. 4.

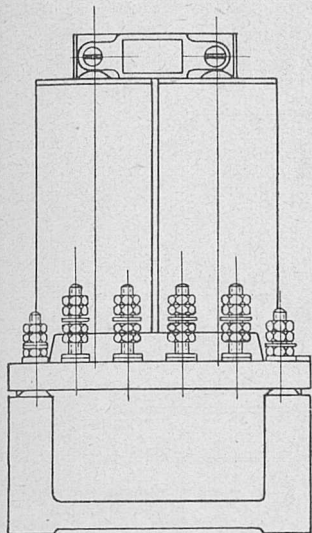


Rys. 5.

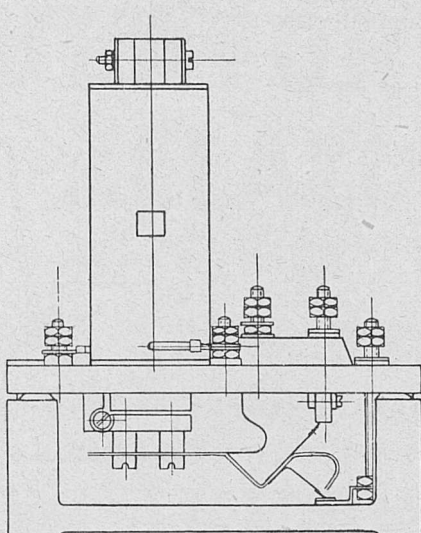
otrzymuje się scentralizowanie wszystkich urządzeń w jednym miejscu, co ogromnie ułatwia ich konserwację.

Jako odbiorniki prądu na drugim końcu izolowanych odcinków torowych służą normalnie przekaźniki torowe

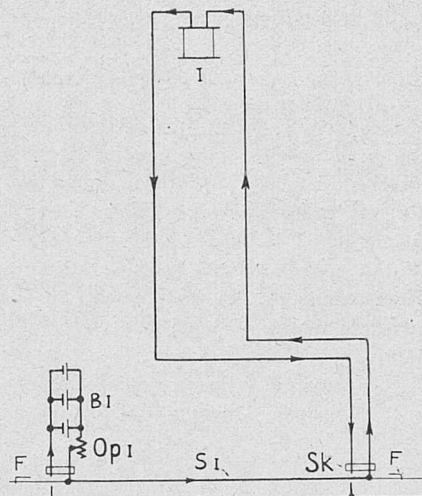
lowanych odcinków torowych, albo tych samych przekaźników torowych na prąd stały, co i poprzednio, jednak zasilanych z odcinków torowych za pośrednictwem małych suchych prostowniczków miedzio-
wych.



Rys. 6a.



Rys. 6b.



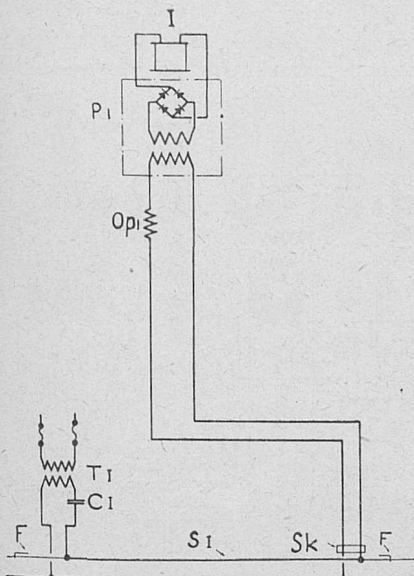
Rys. 7.

o oporze 4 omów. Konstrukcja tych przekaźników oczywiście jest solidna i są one tak zabezpieczone przed wpływami zewnętrznymi, aby mogły lata całe pracować bez najmniejszego dozoru (rys. 6).

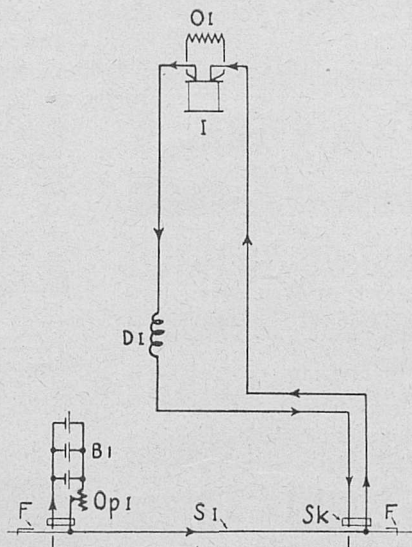
Wszystko wyżej powiedziane dotyczy linii kolejowych z trakcją parową (rys. 7). Przy trakcji elektrycznej wykonanie izolowanych odcinków torowych zależy przedewszystkiem od rodzaju trakcji.

W razie użycia dla powrotu prądu trakcyjnego obu szyn, trzeba stosować na końcach izolowanych odcinków torowych cewki dławikowe, które nie stanowią przeszkody dla przepływu przez nie stałego prądu trakcyjnego, natomiast prawie nie przepuszczają zmiennego prądu, użytego do samoczynnej sygnalizacji.

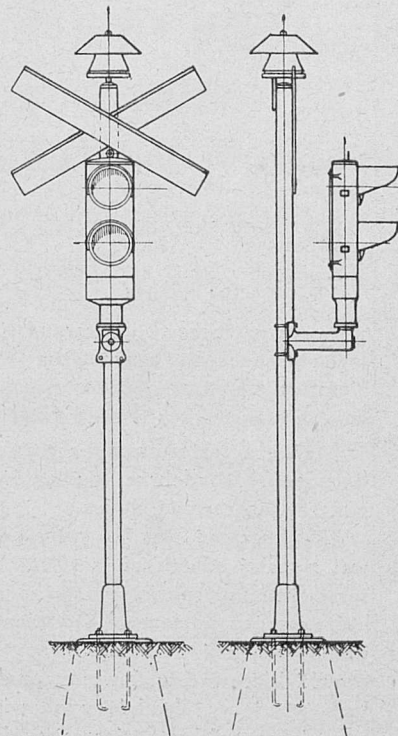
Jeżeli trakcja odbywa się prądem zmiennym i powrót prądu odbywa się tylko jedną szyną, najekonomiczniej jest używać izolowane odcinki torowe, pracujące prądem stałym, przeznaczając dla sygnalizacji drugą szynę. Dla ochrony w tym przypadku przekaźników od możliwości oddziaływa-



Rys. 8.



Rys. 9.



Rys. 10.

Jeżeli trakcja odbywa się prądem stałym i powrót prądu trakcyjnego odbywa się jedną szyną, stosuje się odcinki torowe, pracujące prądem zmiennym (rys. 8). Izolowane odcinki torowe zasilane są wtedy prądem zmiennym ze specjalnego transformatora, który jest ochroniany cewką dławikową przed zwarcieniem przez osie pociągu. Jako przekaźników torowych używa się wtedy albo dwufazowych przekaźników tarczowych na prąd zmienny, zasilanych bezpośrednio z izo-

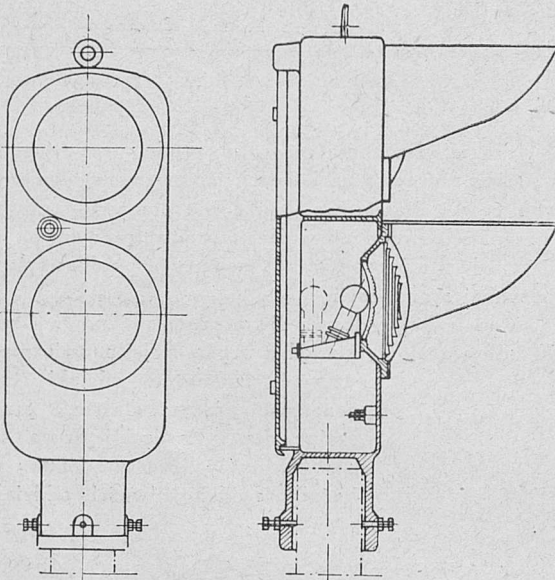
nia zmiennego prądu trakcyjnego na ich uzwojenia, stosuje się cewki dławikowe, umieszczone między przekaźnikami a odcinkami torowymi, oraz bocznikuje się uzwojenia przekaźników torowych

specjalnymi oporami omowemi. Można stosować również w tym przypadku do samoczynnej sygnalizacji prąd zmienny, jednak o innej częstotliwości, niż prąd trakcyjny. Przekazniki torowe muszą być wówczas typu selektrywnego, to jest pracować tylko przy częstotliwości prądu sygnalizacyjnego, natomiast być nieczułym na częstotliwość prądu trakcyjnego (rys. 9).

2) Sygnały świetlne.

Sygnał świetlny (rys. 10) składa się z podstawy żeliwnej, osadzonej w fundamencie betonowym, stalowego słupa rurowego i właściwej latarni sygnałowej. Latarnia sygnałowa nie jest wykonana jako jeden odlew, lecz składa się z poszczególnych jednostek sygnałowych, skręconych na śruby. W ten sposób można latarnię sygnałową tworzyć z różnej ilości jednostek. Ma to tę zaletę, że w razie uszkodzenia latarni nie trzeba jej wymieniać w całości, lecz tylko poszczególne jej części składowe.

Normalnie latarnia sygnałowa (rys. 11) składa się tylko z 2 jednostek — jedna dla światła czerwonego, druga dla



Rys. 11.

światła białego. Każda jednostka składa się z żarówki na napięcie 12–16 V o mocy 12 watów, której włókno świecące umieszczone jest ściśle w ognisku układu 2 soczewek schodkowych: wewnętrznej — barwnej i zewnętrznej — bezbarwnej.

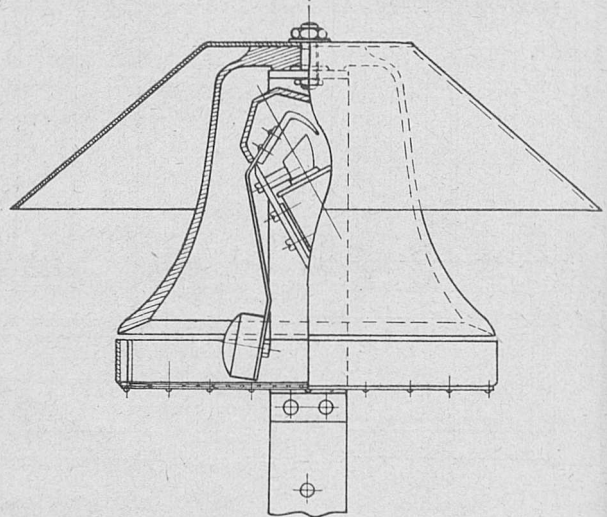
Jednostka sygnałowa dla światła czerwonego posiada wewnętrzną soczewkę czerwoną, a jednostka dla światła białego — soczewkę wewnętrzną o lekkim zabarwieniu niebieskim, co łącznie z żółtawym kolorem światła żarówki daje w efekcie czysto białe światło.

Dzięki zastosowaniu soczewek światła sygnału są widoczne bardzo dobrze z odległości kilkuset metrów nawet podczas jaskrawego słońca.

Aby uczynić światło sygnałowe dobrze widocznym nawet z małej odległości (z 10 m), można stosować soczewki sektorowe (ze specjalnym wykonaniem części soczewki), które oprócz poziomego strumienia głównego wysyłają dodatkowy strumień boczny, dający się przez przekręcanie soczewki kierować w dowolny punkt, z którego ma być dobrze widzialny. Zgodnie z obowiązującymi przepisami nad latarnią sygnałową umieszczany jest „krzyż św. Andrzeja”, pomalowany w pasy białe i czerwone.

3) Dzwonek.

Dzwonek (rys. 12), stosowany do samoczynnej sygnalizacji na przejeździe, jest specjalnie mocnej konstrukcji i daje około 100 uderzeń na minutę. Najważniejszą jego częścią jest kontakt samoprzerwywacza, jest wykonany w postaci 3 niezależnych od siebie grup kontaktowych.



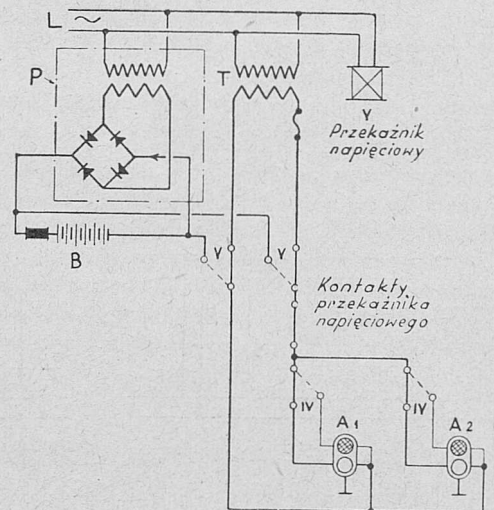
Rys. 12.

Grupa kontaktów, z jakiegokolwiek powodu chwilowo nieczynna, wskutek działania kontaktów II grupy, a zatem i dzwonka, oczyszcza się i z powrotem jest zdolna do pracy.

Dzwonek jest słyszalny z odległości 50 m przy przejeżdżającym pociągu.

4) Urządzenia do zasilania instalacji.

Odbiorcami energii elektrycznej w urządzeniach samoczynnej sygnalizacji na przejazdach są przede wszystkim żarówki sygnałów, następnie dzwonki, aparaty błyskowe i inne dodatkowe przekazniki. Przekazniki torowe mają swoje oddzielne zasilanie bądź z baterji, bądź z prostowników.



Rys. 13.

Obecność dzwonków, aparatów błyskowych i przekazników przemawia za zastosowaniem do ich zasilania prądu stałego, ponieważ aparaty te są wtedy znacznie tańsze. Prąd stały można obecnie bardzo prosto otrzymać, stosując bardzo pewne i tanie suche prostowniki miedziowe. Zasilanie urządzeń prądem stałym ma tę ogromną zaletę, że przez

zastosowanie akumulatorowej baterji wyrównawczej o odpowiedniej pojemności, załączonej na stałe doładowywanie przez prostownik, można uniezależnić instalację samoczynnej sygnalizacji od przerw w sieci prądu zmiennego zasilającego.

Ponieważ żarówki sygnałowe pracują jednakowo dobrze przy prądzie stałym, jak i przy prądzie zmiennym, w systemie Ericssona żarówki normalnie są przyłączone przez transformator do źródła prądu zmiennego i tylko na wypadek zaniku napięcia w sieci zasilającej są przełączane na baterję wyrównawczą (rys. 13). Przełączenie to wykonywa swemi kontaktami specjalny przekaźnik napięciowy, załączony wprost na napięcie sieci zasilającej. Przy tym sposobie włączenia żarówek unika się niepotrzebnego i nieekonomicznego przetwarzania prądu i obciążenia prostownika i baterji, bo żarówki są najpoważniejszym odbiornikiem energii elektrycznej.

5) Aparaty błyskowe.

Najważniejszą częścią całej instalacji, sprawiającą zazwyczaj najwięcej kłopotu, są aparaty błyskowe. Ponieważ białe światło na słupach sygnałowych, sygnalizujące wolną drogę przez przejazd, pali się prawie stale z małymi przerwami podczas przejeżdżania pociągów (wtedy bowiem pali się światło czerwone), aparaty błyskowe powinny być liczone na pracę bez przerwy.

Stosowane są różnego typu aparaty błyskowe: ciepłne,

Uzwojenie elektromagnesu zwykłego przekaźnika torowego składa się z 2 cewek. Uzwojenie aparatu błyskowego składa się z jednej cewki, zamiast drugiej nawinięte są na rdzeń elektromagnesu płytki miedziane naprzemian z fibrowymi. Do kotwicy elektromagnesu przymocowany jest przerywacz prądu specjalnej konstrukcji. Jest to ampulka szklana z rtęcią, pozbawiona powietrza. W szkło jej są wtopione 2 płytki kontaktowe.

Ruchy kotwicy elektromagnesu powodują ruchy przymocowanej do niej ampulki i przelewanie się rtęci i w ten sposób zwieranie i otwieranie kontaktu.

Uzwojenie cewki elektromagnesu wraz z kontaktem ampulki jest połączone szeregowo i włączone do źródła prądu (baterji wyrównawczej).

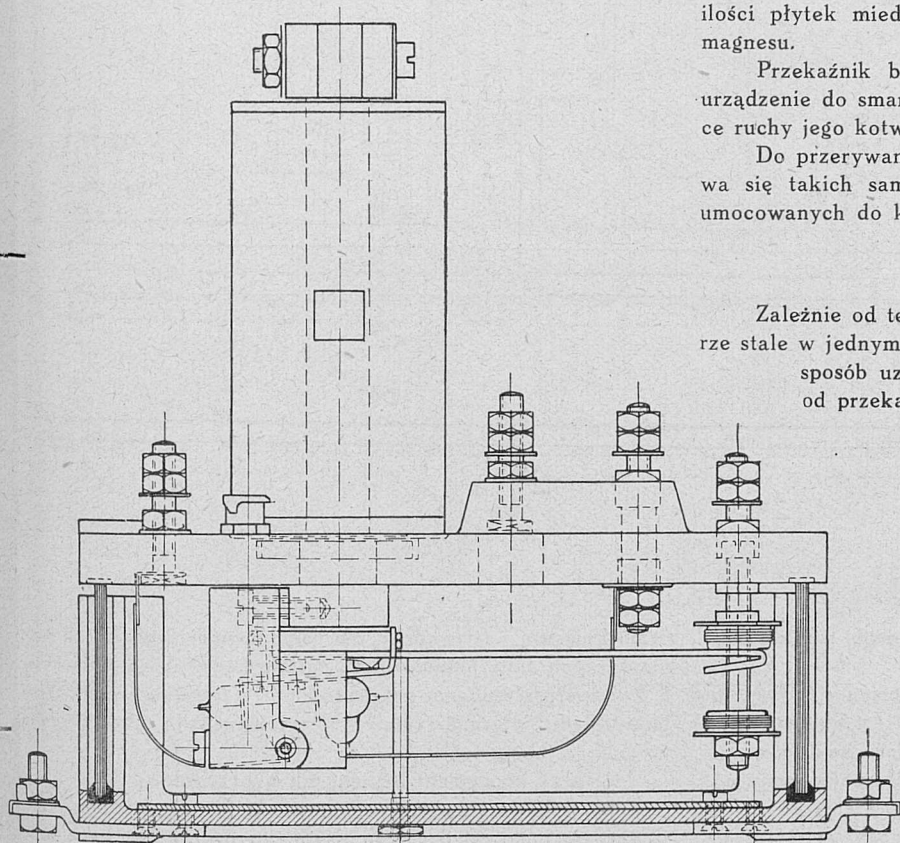
Gdy przekaźnik błyskowy jest nieczynny, kotwica jego opada i kontakt rtęciowy jest zwarty. Gdy przekaźnik błyskowy jest połączony ze źródłem prądu, popłynie przez niego prąd; strumień jednak magnetyczny, przyciągający kotwicę, nie może powstać odrazu, bo jego wzrost jest opóźniany przez przeciwstrumień prądów wirowych, które się w tym momencie wzbudzają w płytkach miedzianych, nasadzonych na rdzeń elektromagnesu; zamiast drugiej cewki kotwica elektromagnesu wraz z ampulką będzie przyciągnięta jednak po pewnym czasie, rtęć w ampulce rozerwie kontakt i rdzeń elektromagnesu zacznie tracić strumień, znów z opóźnieniem (z powodu prądów wirowych), aż wreszcie kotwica opadnie. Wtedy gra zacznie się od początku. Ilość przyciągnięć kotwicy, czyli ilość błysków, można regulować przez zmianę ilości płytek miedzianych, nasadzonych na rdzeń elektromagnesu.

Przekaźnik błyskowy posiada ponadto poziomnicę, urządzenie do smarowania osi kotwicy, urządzenie łagodzące ruchy jego kotwicy i t. p.

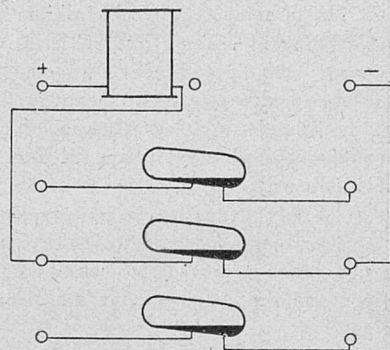
Do przerywania prądu w żarówkach sygnałowych używa się takich samych kontaktów rtęciowo-próżniowych, umocowanych do kotwicy przekaźnika błyskowego.

Układy połączeń.

Zależnie od tego, czy ruch pociągów odbywa się po torze stale w jednym, czy w obu kierunkach, stosuje się różny sposób uzależnienia świateł sygnałowych i dzwonek od przekaźników torowych.



Rys. 14.



Rys. 14a.

motorkowe, składające się z grupy zwykłych przekaźników, pracujących szeregowo i t. p.

Firma Ericsson skonstruowała aparat błyskowy (rys. 14), w którym za podstawę wzięto konstrukcję zwykłego przekaźnika torowego na prąd stały i w wykonaniu oparto się na przekaźnikach o opóźnionym działaniu.

Najprostszą jest instalacja dla normalnej linii dwutorowej o ruchu pociągów po każdym torze tylko w jednym kierunku.

Instalacja w tym przypadku składa się z 2 izolowanych odcinków torowych po jednym w każdym torze.

Odcinki rozciągają się w każdym z torów na odpowied-

nią dla warunków danego przejazdu odległość, od przejazdu w stronę, z której zbliża się pociąg.

Końcowe, złącza izolowanych odcinków umieszcza się za przejazdem, licząc w kierunku biegu pociągu, aby sygnał wolnej drogi powstał dopiero wtedy, gdy ostatnia oś pociągu minie przejazd.

W tym przypadku obwody prądu dla żarówek, czy to czerwonego, czy białego światła, a także obwody prądów dla dzwonek i aparatów błyskowych są zależne od kontaktów przekaźników torowych. Żadnych dodatkowych urządzeń instalacja nie posiada. Bierne kontakty przekaźników torowych (zwarte, gdy kotwica przekaźnika opadła), włączone w obwód dzwonka, są połączone równolegle, tak że opadnięcie kotwicy któregośkolwiek przekaźnika torowego powoduje jego uruchomienie (rys. 15).

W ten sam sposób wyłącza się światło białe, a włącza czerwone.

Instalacja dla linii jednotorowej, oprócz 2 jednakowej długości długich izolowanych odcinków torowych, rozciągniętych w obie strony od przejazdu, posiada jeszcze w środku między nimi na samym przejeździe trzeci krótki izolowany odcinek torowy, o długości jednej szyny (rys. 16).

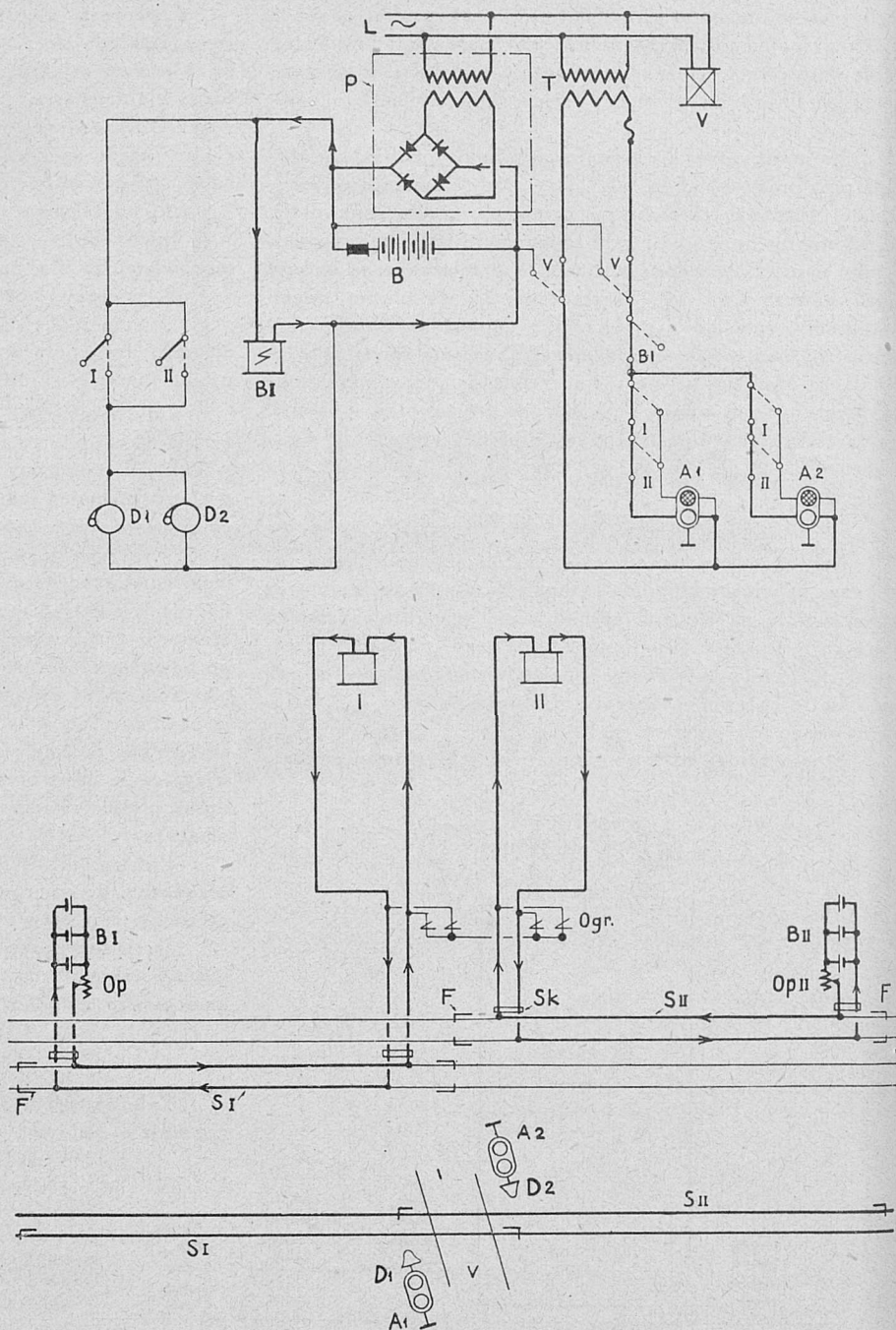
Oprócz 2 przekaźników torowych, należących do długich odcinków, w skład instalacji wchodzi jeszcze:

- 1 lub 2 przekaźniki odłączające,
- przekaźnik sygnałowy.

Instalacja z 1 przekaźnikiem odłączającym pracuje dobrze, o ile pociągi lub pojedyncze wagony motorowe, drezyny i t. p., chodzące po danej linii, są dłuższe od środkowego odcinka (mają dłuższe od niego rozstawienie skrajnej osi).

Wtedy sygnalizacja po przejściu pociągu powraca do stanu normalnego, to jest sygnalizuje światłem białym wolną drogę przez przejazd, gdy ostatnia oś taboru zejdzie z długiego odcinka przed przejazdem, licząc w kierunku ruchu pociągu.

W przypadku wagonu motorowego lub lokomotywy albo drezyny o rozstawieniu osi skrajnych mniejszym od długości odcinka środkowego, instalacja wróciłaby wprawdzie na chwilę do stanu normalnego, gdy ostatnia oś taboru zejdzie z drugiego odcinka, ale zaraz po wejściu pierwszej osi taboru na długi odcinek, znajdujący się za przejazdem, spowodowałaby niepotrzebnie przejazd wzbudzony czerwonym światłem, aż do całkowitego opuszczenia przez osie taboru drugiego, długiego odcinka torowego. Aby uniknąć tego rodzaju nieprawidłowości w działaniu sygnalizacji,

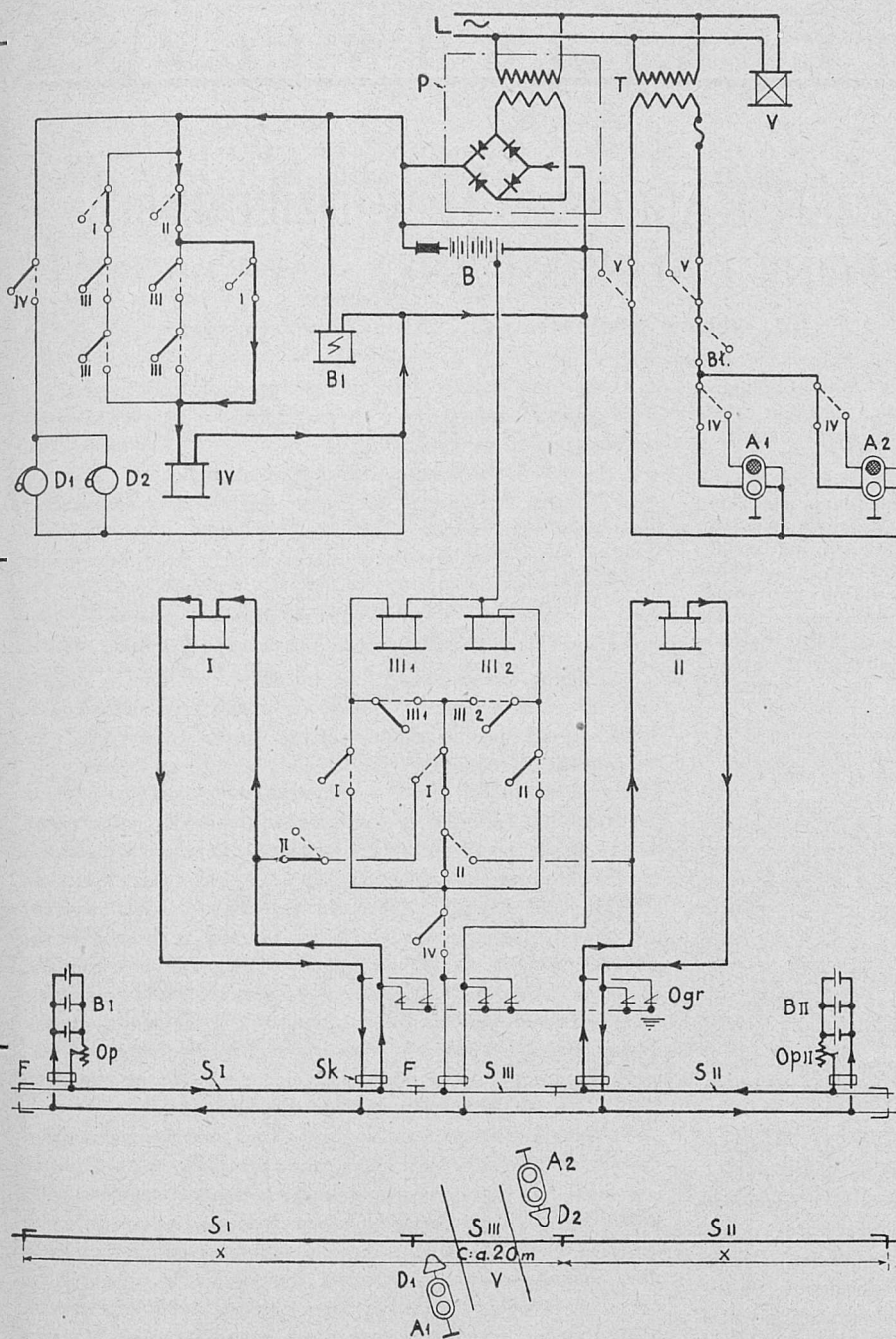


Rys. 15.

firma Ericsson wprowadziła dla samoczynnej sygnalizacji na przejazdach linii jednotorowej patentowany układ połączeń z 2 współpracującymi przekaźnikami odłączeniowymi. Dla tego układu połączeń sygnał wolnego przejazdu przez skrzyżowanie występuje:

- przy pociągach długich, jak poprzednio,
- przy pociągach krótkich w chwili, gdy pierwsza oś taboru po minięciu drugiego krótkiego odcinka wchodzi na drugi długi odcinek torowy.

Oprócz przekaźników odłączeniowych instalacja posiada jeszcze przekaźnik sygnałowy. Jest on konieczny z tego względu, że wykonanie potrzebnych zależności między sygnałami i przekaźnikami wymagałoby przekaźników o bardzo dużej ilości kontaktów. Tymczasem wszystkie uzależnienia przeprowadza się z 1 przekaźnikiem sygnałowym, a jego kontakty sterują prąd żarówek sygnałowych i prąd dzwonek.

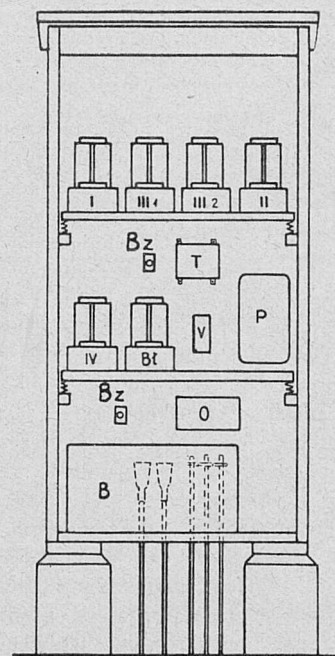


Rys. 16.

Wszystkie aparaty, wchodzące w skład instalacji, jak: prostownik z akumulatorową baterią wyrównawczą, przekaźnik napięciowy, transformator lampowy, przekaźniki torowe, przekaźniki odłączeniowe, przekaźniki błyskowe oddzielne dla światła białego i czerwonego oraz, w przypadku zasilania izolowanych odcinków torowych przez prostowniki, również i te zespoły prostownikowe bateryjne, — znajdują się we wspólnej głównej szafce rozdzielczej, umieszczonej na przejeździe (rys. 17).

Skoncentrowanie wszystkich aparatów w jednym miejscu znakomicie ułatwia ich konserwację.

Samoczynna sygnalizacja na przejazdach systemu Ericsona została zainstalowana w Polsce na kilku przejazdach.



Rys. 17.

SEKCJA TELETECHNICZNA

POSTĘPY POŁĄCZEŃ KABLOWYCH W DZIEDZINIE
TELEFONJI DALEKOSIĘŻNEJ

Inż. Wacław Günther

Streszczenie. Artykuł niniejszy zawiera krótki opis niektórych ulepszeń i zmian, wprowadzonych w ciągu ostatnich paru lat przez praktykę budowy kabli dalekosiężnych, oraz niektóre nowe zastosowania, badane dotąd tylko teoretycznie i laboratoryjnie, które, nie będąc wprowadzone jeszcze w praktyczne użycie, mogą być jednak uważane, jako przewidywania przyszłości. Z zagadnień pierwszych podano nowe używane już systemy pupinizacji, udoskonalenie pupinizacji obwodów muzycznych (radjowych) w kablu dalekosiężnym, telefonję wielokrotną na kablu pupinowanym, pewne postępy automatyzacji międzymiastowych połączeń kablowych i nowe tendencje w montażu kabla dalekosiężnego. Zagadnienia drugie obejmują telefonję wielokrotną na kablu dalekosiężnym niepupinowanym i na skablowanych dalekosiężnych obwodach spółśrodkowych.

Wstęp. Postępy połączeń kablowych w dziedzinie telefonji dalekosiężnej z punktu widzenia praktycznego i ekonomicznego zasadniczo można podzielić na dwie kategorie: te udoskonalenia i rozwój, które nie stanowią właściwie żadnych nowych odkryć technicznych ani teoretycznych, lecz tylko stosunkowo drobne zastosowania, mające jednak bardzo duże znaczenie praktyczne i ekonomiczne, i te wielkie postępy, wydedukowane na podstawie gruntownych badań teoretycznych i prób praktycznych, przeprowadzanych w laboratoriach starego i nowego świata, które stawiają wprost nieograniczone horoskopy na przyszłość.

Referat niniejszy ma na względzie przede wszystkim te pierwsze kategorie zagadnień.

Nowe tendencje w stosowanych dotychczas systemach pupinizacji. Gdy zaczęły wchodzić w użycie kable telefoniczne i wyszła na jaw rola, jaką odgrywa w przesyłaniu sygnału ich duża pojemność w porównaniu z przewodami napowietrznymi, pojawiła się myśl u Thompsona, Pupina i Krarupa kompensowania wpływów tej pojemności przez sztuczne wprowadzanie do obwodu indukcyjności; powstały znane trzy systemy, z których najbardziej dla kabli dalekosiężnych lądowych rozpowszechnił się, jak wiadomo, system Pupina, dla kabli zaś morskich i dla linii mieszanych, ze znanych powodów, — system Krarupa. Mówić tu będziemy tylko o pupinizacji. Powstał w krótkim stosunkowo czasie w praktyce używany cały szereg systemów i stopni pupinizacji, który, zdawało się, od paru lat sprowadził się do znanych i zaleconych przez C. C. I. F. (Comité Consultatif International des Communications Téléphoniques à grande distance) zasadniczych trzech systemów, oznaczonych, jak wiadomo, znakami: Nr. Ia (system Standard'a); Nr. Ib (system Siemens'a) i Nr. II. Co do stopnia pupinizacji ustaliły się zasadniczo 3 stopnie: pupinizacja mocna, średnia i lekka, z których praktyka w bardzo prędkim czasie usunęła pupinizację średnią, pozostawiając przeważnie tylko mocną i lekką, stosując jedną i drugą tak do obwodów dwutorowych, jak i jednotorowych.

Taki stan rzeczy egzystował do niedawna, jeszcze parę lat temu, powiedzmy, w chwili powstania pierwszych kabli dalekosiężnych w Polsce. Praktyka jednak, do której przy-

łącza się już i Polska, idzie dalej naprzód. Wchodzi tu w grę cały szereg skomplikowanych czynników, z których za najważniejsze można uważać:

- 1) pewne faktyczne niedomagania ruchu;
- 2) coraz bardziej surowe wymagania, stawiane połączeniom dalekosiężnym;
- 3) dążenia do pewnego uproszczenia i ujednostajnienia urządzeń;
- 4) pojawienia się nowych zagadnień i nowych możliwości w celu ekonomiczniejszego wyzyskania kabla.

Rozwój ten przejawiał się przede wszystkim w prawie całkowitem zaniechaniu w budowie nowych kabli obwodów dwutorowych, mocno pupinowanych; nowe inwestycje projektują już zasadniczo tylko obwody dwutorowe, lekko pupinowane na żyłach cienkich, na przykład, o średnicy 0,9 mm, pozostawiając niejako z konieczności obwody jednotorowe mocno pupinowane na żyłach grubych 1,3 mm dla połączeń międzynarodowych krótszych, do 500 km, wyjątkowo do 700 km (na obwodach pochodnych). Są to więc z reguły nie obwody tranzytowe, lecz tylko łączące ze sobą dwa sąsiednie państwa. Należy zaznaczyć, że poza połączeniami o charakterze wybitnie lokalnym magistrale krajowe wszystkich państw dostosowują się również do tych ogólnych międzynarodowych tendencji rozwojowych, co zresztą jest nawet uzgodnione przez wzajemne porozumienie na zjazdach C. C. I. F. (księga żółta 1930 r., str. 268).

W miarę rosnących wymagań na terenie międzynarodowym, wydłużania się kontynentalnych połączeń kablowych i w myśl powyższej zasady jaknajwiększego przystosowania kablowych sieci narodowych również dla celów międzynarodowych, w dalszym ciągu daje się zauważyć zanikanie obwodów jednotorowych na korzyść dwutorowych przy równoczesnem skracaniu praktycznego zasięgu tych pierwszych. Równocześnie z tem powstają nowe zagadnienia praktyczne:

- 5) podniesienia prędkości przenoszenia;
- 6) podniesienia w pewnych wypadkach częstotliwości krytycznej;
- 7) tworzenia dodatkowych obwodów mownych na częstotliwościach nośnych w kablu pupinowanym;
- 8) zwiększenie roli wzmacniaków bez niebezpieczeństwa gwizdu i potęgowania szmerów linjowych.

Rezultatem tych dążeń musiała być tendencja do obniżania stopnia pupinizacji, która, jak się okazuje, stosowana była dotąd naogół przesadnie, skracania długości odcinków pupinowskich i do coraz lepszego wyrównania obwodów, do czego nadają się najbardziej obwody dwutorowe.

Jakby kończąc pierwszy etap, osiągnięty przez praktykę w tym kierunku, ostatnie zebranie ogólne C. C. I. F., które odbyło się w Budapeszcie w roku zeszłym, wypowieda się już kategorycznie w pewnych rzeczach, dotyczących powyższych zagadnień; a więc nie zaleca się już nadal wogóle stosowania pupinizacji, nazywanej dotąd mocną, względnie średnią, t. j. 177/63 mH i 177/107 mH przy zasadniczej

długości odcinka pupinowskiego 1830 m (system Nr. Ia) i 200/70 mH przy długości odcinka pupinowskiego 2000 m (system Nr. Ib), natomiast wprowadzono, jako zaleconą, nową pupinizację i nową długość odcinka pupinowskiego, dwa razy krótszą od dotąd stosowanych, a mianowicie wprowadza się dodatkowo do poprzednio zalecanych pupinizacji 88/50 mH i 88/36 mH przy długościach odcinków pupinowskich, jak poprzednio 1830 m i przy długości dwa razy krótszej, t. j. 915 m.

W pierwszym wypadku, t. j. przy utrzymaniu odcinka pupinowskiego 1830 m, a zredukowaniu pupinizacji z 177/63 mH na 88/50 mH, względnie 88/36 mH, przy pewnym zwiększeniu tłumienia podniesiono prędkość przenoszenia, osiągając ok. 23 400 km/sec zamiast 17 000 km/sec dla obwodów macierzystych i ok. 24 400 km/sec, względnie 28 700 km/sec zamiast 21 000 km/sec dla obwodów pochodnych; otrzymuje się więc w zakresie przepisanego czasu przenoszenia 250 milisekund stosunkowo większy zasięg bez konieczności schodzenia do pupinizacji słabej 44/25 mH, pozostawionej w dalszym ciągu, jako zaleconej. Równocześnie z tem podniesiona zostaje częstotliwość krytyczna z 2 900 okr/sec na ok. 4 000 okr/sec w obwodach macierzystych i z 3 600 okr/sec na ok. 4 200 okr/sec, względnie 4 900 okr/sec, w obwodach pochodnych.

W drugim wypadku, t. j. przy takim samym zredukowaniu stopnia pupinizacji, ale i przy równoczesnym skróceniu do połowy długości odcinka pupinowskiego, otrzymano prędkości przenoszenia, zbliżone do poprzednich przy pupinizacji 177/63 mH, częstotliwość krytyczna zaś podnosi się znacznie, a mianowicie z 2 900 okr/sec na około 5 700 okr/sec. w obwodach macierzystych i z 3 600 okr/sec. na 5 900 okr/sec, względnie 7 000 okr/sec, w obwodach kombinowanych.

W jednym i drugim wypadku osiąga się znaczne złagodzenie przebiegu krzywych indukcyjności pozornej w zależności od częstotliwości w zakresie pasma mownego, łatwiejsze wyrównanie linii i zredukowanie wpływów zjawiska echa.

Drugą bardzo ważną sprawą dla praktyki, w której ogólne zebranie C. C. I. F. w Budapeszcie w r. 1934 wypowiedziało się kategorycznie, jest skrócenie dopuszczalnej długości obwodów jednorodnych do 300 km.

Te dwie decyzje C. C. I. F. będą miały zasadniczy wpływ na kierunek dalszego rozwoju kabli dalekosiężnych; jak widzimy z powyższego, pupinizacja 177/63 mH i obwody jednorodne, dłuższe ponad 300 km, mogą być już uważane za przestarzałe.

Specjalna pupinizacja obwodów muzycznych. Ze sprawą podwyższenia częstotliwości krytycznej obwodów przez obniżenie pupinizacji, względnie skrócenie odcinka pupinowskiego, wiąże się sprawa udoskonalenia i usprawnienia obwodów dla przesyłania muzyki (radiowych) w kablu. Dotychczas zalecane przez C. C. I. F. rodzaje pupinizacji obwodów muzycznych są następujące:

1) typ Ia — odcinek pupinowski 1830 m; obwód rzeczywisty 1,3 mm — 15 mH, obwód pochodny 0,9 mm — 9 mH;

2) typ Ib — odcinek pupinowski 2000 m; obwód pochodny 0,9 mm — 9,4 mH;

3) typ II — odcinek pupinowski 1 700 m; obwód rzeczywisty 1,4 mm lub obwód pochodny 0,9 mm — 12 mH.

W praktyce stosowana była również pupinizacja w typie Ia — 15,5 mH. Przepisana częstotliwość krytyczna — co najmniej ok. 10 000 okr/sec. Pupinizacja 15,5 mH i 15 mH przy długości odcinka pupinowskiego 1830 m nie osiągała do tej częstotliwości; gorzej jednak było ze sprawą wyrównania tłumienia całkowitego w funkcji częstotliwości w za-

kresie przepisanego pasma od 50 do 6 400 okr/sec, które dla częstotliwości skrajnych może wynosić najwyżej + 0,5 nep. różnicy w stosunku do tłumienia przy 800 okr/sec. dolna granica zaś na przestrzeni całego pasma nie może przekraczać — 0,2 nep. Praktyka wykazała, a w tem także już i praktyka polska, że jest to rzecz naogół bardzo trudna; szczególnie duży niekorzystny wpływ mają tu połączenia między studjem a kablem dalekosiężnym, które często nie stoją na wysokości zadania.

Stosowane obecnie małe napozór udoskonalenie rozwiązuje odrazu większość szczegółów całego tego zagadnienia; polega ono na zmniejszeniu indukcyjności cewek pupinowskich do połowy i na rozmieszczeniu ich nie tylko w studniach pupinowskich, ale i w środkowym złączu, t. j. tak zw. złączu „C” normalnego odcinka pupinowskiego. W myśl poprzednio wyłuszczonych zasad osiąga się przez to ok. dwukrotne podwyższenie częstotliwości krytycznej; przy utrzymaniu takiej samej prędkości przenoszenia wspomniane wyrównanie staje się daleko dokładniejszym i łatwiejszym nie tylko do 6 400 okr/sec, ale i do przeszło 10 000 okr/sec, co w każdym razie podnosi dobroć transmisji. Sprawa pomieszczenia jednej małej cewki radiowej w złączu „C” jest praktycznie zupełnie rozwiązana. Szczupłość ram niniejszego referatu nie pozwala na bardziej szczegółowe przedstawienie porównawcze tego zagadnienia.

Telefonia wielokrotna na kablu dalekosiężnym pupinowanym. Dalszym postępem, stosowanym już ok. roku w praktyce kilku państw w Europie, co do którego, zdaje się, wspomniany zjazd w Budapeszcie nie wypowiedział się jeszcze kategorycznie, jest tworzenie na obwodach pochodnych w kablu jeszcze jednego obwodu mownego na częstotliwości nośnej; mielibyśmy więc przy obwodach dwutorowych na dwóch czwórkach dwa obwody rzeczywiste i dwa obwody pochodne, z których jeden byłby, jak dotąd, zwykły, przenoszący częstotliwości akustyczne, drugi zaś — utworzony przez modulację częstotliwości nośnej, czyli w każdej parze czwórek o jeden obwód więcej, niż dotychczas. Idzie więc tu o zwykłe kable dalekosiężne pupinowane, a nie o dalekosiężne kable wysokiej częstotliwości, o których będzie mowa dalej.

Zastosowanie takie dla obniżenia wpływów modulacji między częstotliwością mowną i nośną stawia duże wymagania pod względem strat na histerezę w cewkach pupinowskich, których konstrukcję, może właśnie z tego powodu, ostatnio znacznie polepszone, stosując nowe materiały paramagnetyczne na rdzenie i obniżając ich straty histerezowe do 1/4 strat poprzednio dopuszczanych; również wykonanie samego kabla i jego montaż w terenie pod względem wyrównania pojemności dla uniknięcia przesłuchu muszą być z całą dokładnością wykonane, co także obecnie posuwa się do coraz większej precyzji. Wchodzą tu w grę także i wzmacniaki, które muszą być przystosowane do odpowiedniego wzmocnienia wyższych, niż dotychczas częstotliwości.

W Anglii i w Italii telefonję nośną w kablu pupinowanym zastosowano do typu Nr. Ia o 1 830 m długości odcinka pupinowskiego na obwodach pochodnych lekko pupinowanych, obniżając ich pupinizację z 25 mH do 18 mH i zbliżając ich tłumienie do tłumienia obwodów rzeczywistych, spupinowanych jak przedtem 44 mH. Częstotliwość krytyczna tych pochodnych obwodów ze zniżoną pupinizacją otrzymuje się równą ok. 7 000 okr/sec, co pozwala już na stosowanie modulacji.

W Niemczech, gdzie od paru lat przeważnie stosują typ Nr. II o 1 700 m długości odcinka pupinowskiego, zastosowano telefonję nośną na obwodach dotąd używanych dwutorowych lekko pupinowanych, t. j. 30/12 mH tak rze-

cywistych, jak i pochodnych, używając dolnego pasma bocznego modulacji na częstotliwości nośnej 6000 okr/sek; zaznaczyć należy, iż częstotliwość krytyczna wszystkich tych obwodów jest ponad 7000 okr/sek. Jest to więc znakomite wyzyskanie kabli, które były budowane jeszcze przed stosowaniem telefonii nośnej w kablach pupinowanych.

Zastosowanie telefonii nośnej w kablu pupinowanym, po odpowiednim przystosowaniu wzmacniaków przez nadanie im potrzebnej charakterystyki, wymaga tylko specjalnych urządzeń dodatkowych dla obwodu na częstotliwości nośnej na skrajnych stacjach nadawczo - odbiorczych.

Ostatnio, idąc w myśl tendencji obniżania stopnia pupinizacji i podniesienia roli wzmacniaków, zaczęto budować specjalne kable dalekosiężne pupinowane, przystosowane do telefonii wielokrotnej i nie odpowiadające żadnemu z zalecanych dotąd przez C. C. I. F. typów. Tak na przykład w Niemczech, w niektórych nowobudowanych kablach przy długości odcinka pupinowskiego 1700 m zastosowano częściowo do obwodów dwutorowych rzeczywistych o średnicy żył 1,4 mm pupinizację zaledwie 3,2 mH, uzyskując częstotliwość krytyczną ok. 20 000 okr/sek i prędkość przenoszenia 105 000 km/sek.

Na obwodach tych zastosowano trzy częstotliwości nośne, a mianowicie: 4000, 8000 i 12000 okr/sek, wykorzystując górne pasma boczne modulacji, na jednym więc obwodzie fizycznym otrzymano w ten sposób 4 obwody mowne.

Ten nowy rodzaj dalekosiężnych połączeń kablowych stawia nowe wymagania dla kabli, cewek i wzmacniaków; nie sposób sprawy te bliżej tutaj poruszać, są to zagadnienia, które praktyka w dość szybkim tempie rozwiązuje. O kablach samych, ich coraz lepszym wyrównaniu w fabryce i przy montażu i sprowadzaniu wszelkich sprzężeń do możliwego minimum było już wspomniane, o cewkach — w krótkości również; należy jeszcze parę słów poświęcić wzmacniakom.

Ze wzrostem używanych częstotliwości rosną tłumienia i tu ciężar zadania przechodzi na wzmacniaki; z jednej strony muszą one przy zupełnym bezpieczeństwie przeciw samowzbudzeniu, o ile nie mają być gęściej rozmieszczone, dawać większe wzmocnienie, przyczem stabilizacja tego wzmocnienia odgrywa dużą rolę, z drugiej strony zaś kabel poza wyrównaniem, musi być tak zabezpieczony od wpływów zewnętrznych, aby powstające w nim zaburzenia i szmery były zredukowane do tego stopnia, żeby możliwym było obniżyć wejściowy poziom transmisji przed wzmocnieniem znacznie niżej, niż to dotąd było dozwolone; podobne znaczenie mają również przesłuchy. Może tu pomóc specjalne ekranowanie obwodów, przeznaczonych do częstotliwości nośnych, aby mogły w nich pozostać prawie wyłącznie tylko nieuniknione nigdy szmery, powstające w nich samych wskutek zmian i różnic temperatury między poszczególnymi odcinkami długiej trasy.

Pozostają jeszcze szmery, powstające w samych wzmacniakach, i wpływy modulacji; tu właśnie występuje rola nowych typów wzmacniaków trzystopniowych stabilizowanych ze sprzężeniem zwrotnym. Wzmacniaki takie z reguły używane być muszą w telefonii nośnej na kablach dalekosiężnych niepupinowanych, o czym będzie mowa dalej.

Automatyzacja międzymiastowych połączeń kablowych. Z postępami dalekosiężnych połączeń kablowych łączy się bezpośrednio coraz bardziej rozpowszechniająca się w wielu państwach europejskich automatyzacja międzymiastowa. Dwa zagadnienia rozwiązuje tu praktyka: przesyłanie impulsów sygnalizacyjnych, uruchamiających odpowiednie urządzenia automatyczne w ten sposób, aby prąd mowny nie mógł przypadkowo również uruchomić tych urządzeń, i dru-

gie zagadnienie — urządzenia licznikowe, rejestrujące nie tylko liczbę i czas rozmowy, ale i kilometrów.

Co do zagadnienia pierwszego, można przypomnieć omawiane już u nas stosowanie kombinacji czterech częstotliwości: 500, 600, 750 i 900 okr/sek. Z tych czterech częstotliwości tworzy się 14 kombinacji; 10 z tych czternastu kombinacji odpowiada 10-ciu znakom cyfrowym, wybranie więc danej cyfry zależałoby nie od pewnej liczby impulsów prądu stałego, jak to mamy w automatycznych urządzeniach zwykłych, lecz od przesłania pewnej kombinacji dwóch lub trzech częstotliwości, doskonale przekazywanych przez wszystkie wzmacniaki; idzie więc tu o selektywność przekazników, reagujących tylko na dane częstotliwości. Kombinacji tych prawie z 100% pewnością nie odtworzy żaden głos ludzki w ten sposób, aby mogły być uruchomione przypadkowo dane przekazańniki. Jako curiosum należy zaznaczyć, że obecnie przeważnie używany sygnał wywoławczy w telefonii dalekosiężnej, składający się z 20 impulsów na sekundę o częstotliwości 500 okr/sek przy pewnej wprawie może być odtworzony przez głos ludzki z dokładnością, wystarczającą do uruchomienia danego przekazańnika. Pozostałe 4 z czternastu kombinacji mogą służyć jako sygnał wywoławczy, sygnał zajętości i t. p.

Stosowana na większą skalę automatyzacja międzymiastowa, naprz. w wielkim okręgu lub w całym danym państwie, wymaga dużej jednolitości tak urządzeń stacyjnych, jak i jednolitości pod względem rodzaju obwodów kablowych. Jak widzieliśmy na początku niniejszego referatu, praktyka wprowadziła w tej dziedzinie pewne ujednostajnienia, lecz dalszy rozwój, nowe systemy pupinizacji i nowe kable telefonii nośnej różniczkują spowrotem już pewną, zdawało się, ustalającą się normalizację.

Nowe tendencje w montażu kabla dalekosiężnego. Równoległe ze wszystkimi powyższymi udoskonaleniami w systemach, nowych zastosowaniach i fabrykacji kabli dalekosiężnych, podlega rewizji i sam sposób montażu w terenie; precyzja wyrównania montażowego idzie coraz dalej, a ze względów ekonomicznych również szybkość i łatwość wykonania. Po wygaśnięciu licencji wyrównania pojemnościowego przez krzyżowanie w czwórkach i przez włączenie kondensatorów stosuje się coraz bardziej system mieszany; podlegają udoskoleniu kondensatorki wyrównawcze, które przybierają kształt cienkich patyczków z pojemnością, proporcjonalną do ich długości; przez skrócenie długości tych kondensatorków dobiera się wprost w sposób ciągły ich pojemność, jaka jest w danym wypadku potrzebna. Po uzyskaniu możliwości stosowania mieszanego systemu wyrównawczego powstają próby wogóle skrócenia montażu przez stosowanie na odcinku pupinowskim, zamiast dotychczasowych siedmiu złącz mierzonych i wyrównywanych, tylko trzech takich złącz, przyczem pozostałych złącz niewyrównywanych, t. j. łączonych według t. zw. ślepego schematu, może być albo tylko 2, czyli razem na odcinku pupinowskim, byłoby wszystkiego 5 złącz i odcinek ten składałby się więc tylko z 6 długości fabrycznych po ok. 305 m zamiast dotychczasowych 230 m (przy długości odcinka pupinowskiego 1830 m), — lub też pozostałych złączy niewyrównywanych może być 4, t. j. odcinek pupinowski, jak dotychczas, miałby 8 długości po 230 m każda.

Zaznaczyć jednak należy, iż pod względem technicznym redukcja wyrównywanych złączy tylko do 3 musi dać rezultaty gorsze, nawet gdyby wyrównanie jeszcze udoskonalili przez użycie precyzyjniejszych przyrządów pomiarowych w montażu i korzystać z ludzi bardzo pewnych i wysoko wykwalifikowanych.

Wprowadzone w życie postępy techniczne pod względem ekonomicznym. Postęp techniczny w praktyce uzależnio-

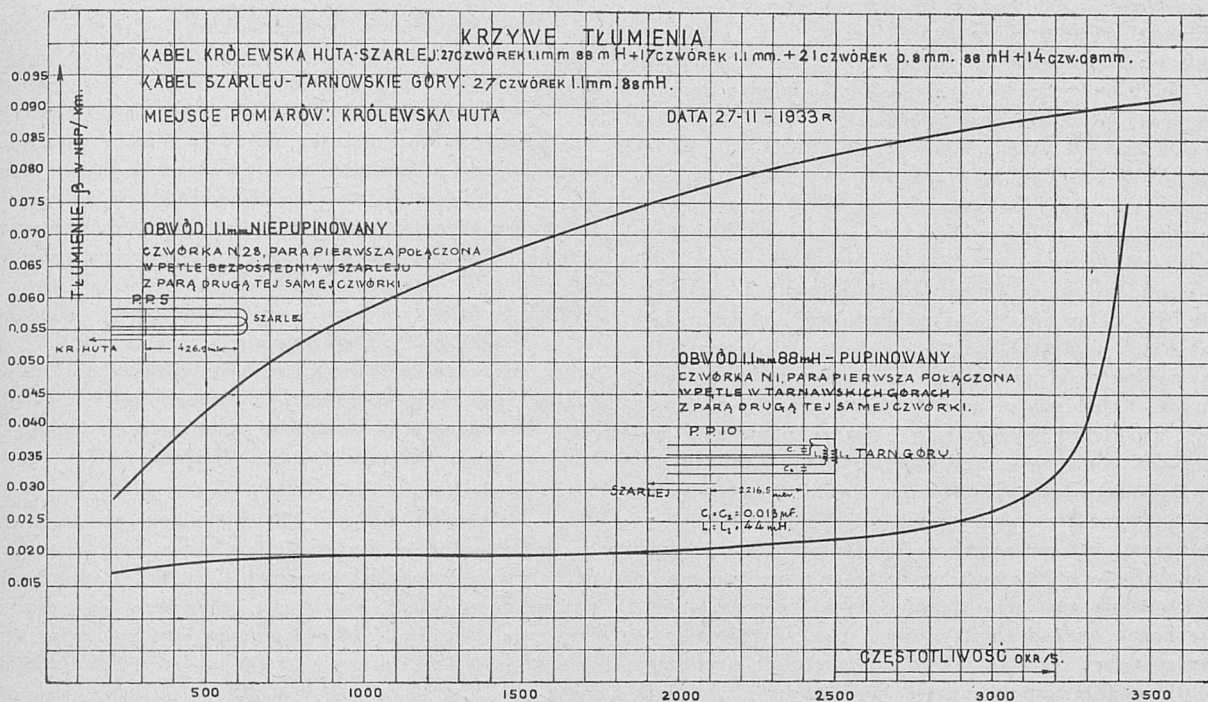
ny jest w przeważającej mierze od względów ekonomicznych, a więc w pierwszym rzędzie od wysokości inwestycji i kosztów eksploatacji; wspomniane dotąd zastosowania i ulepszenia nie stanowią odkryć ani nowych wynalazków, są tylko rozwojem praktyki, podporządkowanej tym względom, i egzystują w wielkich centrach świata już od szeregu lat.

dające naprz. po 4 kilocykle i dające dostateczne warunki prostolinijności.

Oczywiście poza 7 kilocykli przejdziemy szybko w sferę pozaakustyczną, lecz tu przychodzi z pomocą praktyka radiowa, narzucając niemal wszelkie możliwości modulacji. Pozostaje więc znowu sprawa wzmacniaków, ich charakterystyki, stopnia wzmocnienia i ich odległości między sobą,

ODCINEK KRÓLEWSKA HUTA - TARNOWSKIE GÓRY 26.42 Km

SIEĆ KABLI OKRĘGOWYCH NA GÓRNYM ŚLĄSKU



Rys. 1.

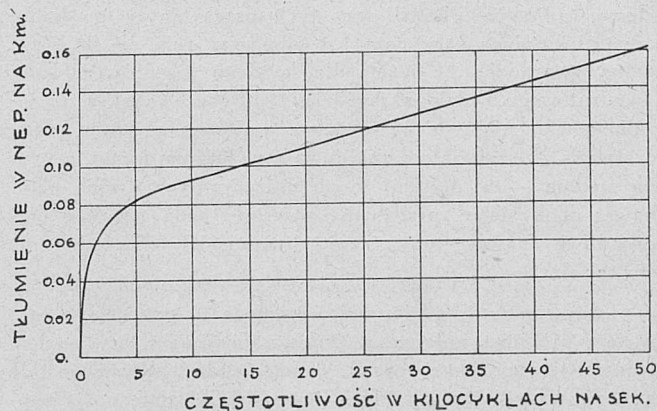
Przykład krzywych tłumienia kablowych obwodów pupinowanych i niepupinowanych w zależności od częstotliwości do 3,5 kc/sek.

Telefonia wielokrotna na kablu dalekosiężnym niepupinowanym. Traktując nawet w krótkości o postępach dalekosiężnych połączeń kablowych, nie można pominąć nowych zupełnie zastosowań, które jeszcze nie weszły w życie praktyczne, lecz wytrzymały próby, dokonane na wielką skalę w warunkach, najbardziej zbliżonych do przewidywanych warunków praktyki w przyszłości, możliwe, że niedalekiej. Są to: telefonia wielokrotna na kablach dalekosiężnych niepupinowanych i telefonia wielokrotna bardzo wysokiej częstotliwości na przewodach spółśrodkowych.

Przesyłaniu sygnałów w kablu na dalekie odległości stoi na przeszkodzie ich stosunkowo duże tłumienie, rosnące dość szybko ze wzrostem częstotliwości. Jeżeli przyjrzymy się krzywym, przedstawionym na rys. 1, to od razu przypomnimy sobie tę zależność między tłumieniem i częstotliwością w kablowych obwodach niepupinowanych i rolę, jaką odgrywa pupinizacja w zakresie przysyłanego pasma częstotliwości mownych; obniża ona i wyrównuje tę krzywą na przestrzeni całego tego pasma.

Jeżeli jednak pójdziemy dalej ze zwiększeniem częstotliwości, to, jak przedstawia nam rys. 2, tłumienie niepupinowanych obwodów kablowych nie rośnie już tak gwałtownie z częstotliwością; krzywa, przedstawiona na rysunku, ma charakterystyczne „kolano”, gdzieś około 2 do 7 kilocykli, przebiegając dalej, wprawdzie stale rośnie, lecz już jednostajnie i niezbyt gwałtownie; można więc od ok. 7 kilocykli wzwyż wybrać na tej krzywej odcinki, odpowia-

stabilizacji wzmocnienia, regulacji wpływów zmian temperatury na tłumienie, usunięcia wpływów modulacji, a ze strony kabli — zabezpieczenia ich od wpływów zewnętrznych, zredukowania przesłuchów i wogóle wszelkich szme-



Rys. 2.

Przykład krzywych tłumienia kablowych obwodów niepupinowanych w zależności od częstotliwości do 50 kc/sek.

rów, niepozwalających na obniżenie do niskich granic poziomów transmisji.

Epokowe, można powiedzieć, badania nad tem wszystkim przeprowadzono niespełna dwa lata temu w Ameryce, zakładając specjalny dla tych prób kabel w kształcie pętli

ok. 40 km długości koło Nowego Yorku na drodze w stronę Chicago i tworząc początek i koniec tej pętli w miejscowości Morristown w stanie New Jersey, gdzie stworzono całe laboratorium badawcze.

Kabel składał się z 68 par o średnicy 1,3 mm niepupinowanych, poprzęplatanych nieużywanych do tych doświadczeń, a odgrywającymi tylko rolę t. zw. „separatorów”, czwórkami, o średnicy żył 0,9 mm. Te 68 par rozdzielono na dwie połowy, łącząc w każdej połowie 34 pary w szereg i uzyskując w ten sposób dwutorowy obwód o całkowitej długości, równej około 34×40 km, t. j. ok. 1360 km. Na stacji wzmacniakowej w Morristown, t. j. na początku i końcu pętli, utworzonej z całego kabla, między łączone w szereg pary powstawiano wzmacniaki, tak że ten próbny obwód otrzymał 35 wzmacniaków czterodrutowych, rozdzielonych co 40 km, t. j. zaledwie dwa razy gęściej, niż to ma miejsce na zwykłych naszych obwodach dwutorowych lekko pupinowanych. Częstotliwość przesyłano do 40 kc/sek. dzieląc ten zakres na pasma po 4 kc i uzyskując w ten sposób 9 obwodów mownych na częstotliwościach nośnych; używane były dolne pasma boczne modulacji. Aparatura cała na punktach skrajnych nie wiele różniła się od aparatury telefonji wielokrotnej na liniach napowietrznych, używanej w Ameryce. Kabel użyty, poza wspomnianymi „separatorami”, był zwykłej konstrukcji z izolacją papierowo-powietrzną; dla obniżenia przesłuchu w środku każdego odcinka wzmacniakowego zastosowano specjalne wyrównanie sprzężeń pojemnościowych i indukcyjnych między poszczególnymi parami zapomocą małych kondensatorów i małych transformatorów z rdzeniem powietrznym; wyrównanie to było zrobione na specjalnej tablicy, na którą były wyprowadzone końce wszystkich używanych par. Wyrównanie to dało bardzo dobry rezultat, tak że przypuszczalnie możnaby uniknąć stosowania wspomnianych „separatorów” z czwórek o średnicy żył 0,9 mm i kabel używany byłby zupełnie normalnej konstrukcji. Pod względem przesłuchu przy tych próbach były o tyle lepsze warunki, niż te, które ewentualnie będą w rzeczywistej praktyce, że na obu torach badanego obwodu dwutorowego transmisja szła w jednym i tym samym kierunku, jednak uzyskane tu zabezpieczenie całego kabla od wpływów zewnętrznych, t. j. od wpływów urządzeń prądu silnego, od sąsiednich przewodów telegraficznych i wogóle sygnalizacyjnych, a także od wpływów nadawczych stacyj radiowych, które przy tych przesyłanych po kablu częstotliwościach zaczynają już odgrywać rolę, — daje zupełną gwarancję, że jeżeli dla każdego kierunku obwodu dwudrutowego będzie przewidziano odrębny kabel, t. j., jeżeli, mówiąc utartym już w naszej praktyce językiem, grupa czerwona żył będzie się znajdowała w jednym kablu, a grupa zielona — w drugim, to po ułożeniu tych dwóch kabli nawet obok siebie, przesłuchy powstałe będą zupełnie nieszkodliwe nawet przy częstotliwościach wyższych, niż 40 kc/sek.

Nie podano nigdzie, więc nie mogę tu przytoczyć, jaki w tem próbnym połączeniu dopuszczono najniższy poziom transmisji wejściowej przed wzmacniakami, aby pozostałe szmery, powstające w samych obwodach od zmienności temperatury i jej różnic na poszczególnych odcinkach trasy, nie były szkodliwe; uniknięto jednak zbyt wielkich wzmocnień i poziomy transmisji utrzymano na należytej wysokości, choć wzmocnienie dzięki trzystopniowemu, stabilizowanemu wzmacniakom ze sprzężeniem zwrotnym, o których już było wspomniane, przy częstotliwościach 40 kc/sek dochodziło do 6 neperów. Wzmacniaki te przy zmianie napięcia anodowego od 240 do 260 woltów wykazywały różnicę wzmocnienia mniejszą, niż 0,01 db. (0,00115 nep), oprócz tego znacznie

obniżały w porównaniu ze zwykłymi wzmacniakami poziom zaburzeń modulacyjnych w stosunku do poziomu sygnału; wzmocnienie samych wzmacniaków mogło dochodzić bezpiecznie do 7 neperów.

Tłumienie średnie na 40 km odcinka wzmacniakowym dla częstotliwości 20 kc/sek, wynosiło ok. 4,5 nep., dochodząc do ok. 6 nep. dla częstotliwości równej 40 kc/sek, dla częstotliwości najniższej 4 kc tłumienie to wynosiło ok. 3,3 nep.; odpowiednio do tego była też uformowana charakterystyka wzmacniaków.

Poza stabilizacją wzmacniaków, tak ważną przy łączeniu ich większej liczby w szereg, zastosowano jeszcze automatyczną regulację różnic tłumienia, spowodowanych zmianami temperatury i opartą na zmianach oporności omowej obwodu nastawniczego; obwód ten, leżąc w kablu, podlegał zmianom oporności omowej spowodu zmian temperatury w taki sam sposób, jak wszystkie żyły kabla; obwód ten wprowadza się jako jeden z boków zrównoważonego mostka Wheatstone'a; gdy ze wzrostem temperatury oporność omowa obwodu nastawniczego wzrosła, równowaga mostka zostaje naruszona i wychylenie galwanometru działa na przekaźnik, uruchamiający motorek, który skolei przez przekaźniki i drugi motorek porusza tarczę, wyłączając lub włączając odpowiedni opornik w regulowanych obwodach i w obwodzie nastawniczym, dopóki znów równowagą mostku nie zostanie ustalona.

Na skonstruowanym w ten sposób dwutorowym obwodzie o całkowitej długości 1360 km niepupinowanego kabla, po zastosowaniu wprawdzie dość skomplikowanych urządzeń wyrównawczych, otrzymano zupełnie odpowiadające potrzebom praktyki wyniki na 9 obwodach mownych telefonji wielokrotnej. Prędkość przenoszenia wynosiła tu przeszło 160 000 km/sek, czyli 40 000 km w 250 milisekundach.

W artykule p. t. „Carrier in cable”, ogłoszonym w czerwcu 1933 r. w „Electrical Engineering”, autorowie opisanych powyżej prób pp. A. B. Clark i B. W. Kendall, wspominają jeszcze o dalszych bardzo zajmujących doświadczeniach; połączyli oni mianowicie 9 uzyskanych obwodów mownych na różnych częstotliwościach nośnych w szereg ze sobą, otrzymując w ten sposób jeden obwód dwutorowy o długości całkowitej 9 razy większej, t. j. ok. 12 300 km; obwód ten więc co 1360 km przechodził 9 razy na coraz to inną częstotliwość i posiadał jakby w szereg załączonych przeszło 300 wzmacniaków; osiągnięty rezultat pod względem możliwości dobrego przesyłania rozmowy był zupełnie zadawalający. Nie poprzestano na tem; dwa toru obwodu dwutorowego połączono w szereg, czyli uzyskano możliwość przesłania jednostronnej rozmowy na obwodzie o całkowitej długości, równej 24 600 km, posiadającym przeszło 600 wzmacniaków w szereg i składającym się z odcinków po 1360 km, każdy z inną częstotliwością nośną; otrzymana rozmowa jednostronna nie o wiele podobno była gorsza od poprzedniej. Zaznaczyć należy dla ciekawości, że całkowite tłumienie takiego obwodu wynosiło ok. 2 700 nep, czyli ok. 24 000 db, co w skali energetycznej podstawia się jak 1 do 10^{2400} i co sięga w sferę stosunków astronomicznych.

Telefonja wielokrotna na przewodach spółśrodkowych. Rzecz w praktyce również jeszcze nie stosowana, tem niemniej także opracowana teoretycznie i zbadana praktycznie w Ameryce koło miejscowości Phoenixville na linii próbnej, o długości ok. 800 m.

Sprawa przesyłania prądów szybkozmiennych po przewodach spółśrodkowych, t. j. po jednym przewodzie w kształcie drutu masywnego, umieszczonego w środku przewodnika rurowego, jako drugiego przewodu, nie jest nową;

zajmowali się nią Thomson, Rayleigh, Heaviside i inni; ostatnio Dr. Sehelhunoff w październiku roku zeszłego w The Bell System Technical Journal ogłosił zwięzłą teorię tego zagadnienia.

Korzyści tego rodzaju obwodów polegają z jednej strony na możliwości przesyłania bardzo wysokich częstotliwości przy stosunkowo umiarkowanym tłumieniu, co pozwala na stosowanie na wysoką skalę telefonii wielokrotnej, z drugiej zaś strony na powstającej, dzięki zjawisku naskórkowości, bardzo dużej izolacji tych obwodów od wpływów zewnętrznych, co przy częstotliwościach powyżej 150 kc/sek staje się prawie idealnym, gdyż, poczynając mniej więcej od tych częstotliwości, obwód powstaje właściwie na zewnętrznej powierzchni przewodu wewnętrznego i na wewnętrznej powierzchni przewodu zewnętrznego.

Nie będziemy się tu wdawali w opis konstrukcji obwodów spółśrodkowych, która posiada już parę wariantów i która w praktyce przejdzie jeszcze całą ewolucję, nim dojdzie do formy wygodnej, przypominającej prawdopodobnie swą giętkością i wyglądem zewnętrznym dzisiejsze nasze kable; zasadniczo przewód środkowy — drut, podtrzymywany jest w środku przewodu cylindrycznego — rurki zapomocą krążków izolujących, lub też, przy małych przekrojach przewodu zewnętrznego, zapomocą nawiniętego spiralnie na przewód wewnętrzny sznurka. Izolacja ta jednak powinna być taka, aby zasadniczo można było dielektryk między przewodami uważać za jednolity powietrzny lub gazowy.

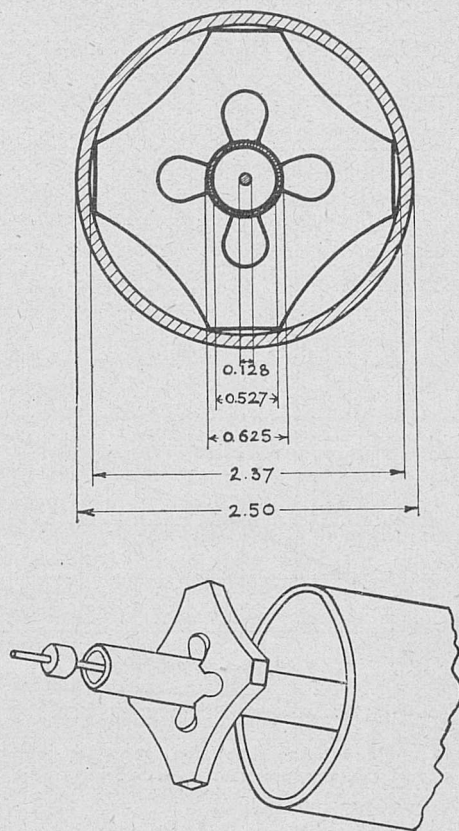
Zewnętrzna średnica takiego obwodu spółśrodkowego może się wahać od 7,5 mm do 15,5 mm; ten pierwszy wymiar niedaleko wybiega poza przyjmowaną średnicę zwykłej czwórki o średnicy 1,3 mm żył, tak, że przy budowie nowego kabla możnaby go wstawić w środek rdzenia kablowego na miejsce zwykle używanego w tym miejscu ekranowanego obwodu radiowego, który skolei możnaby przenieść do jednej z następnych warstw. O ile taki obwód spółśrodkowy miałby być skonstruowany samodzielnie, powinien otrzymać zwykłą osłonę ołowiową, stosowaną przy normalnych kablach.

Można tu używać nie tylko dwóch przewodów spółśrodkowych, lecz i kilku, np. trzech: jeden przewód masywny środkowy, w koło niego przewód drugi w kształcie rurki, a wkoło tej rurki przewód trzeci w kształcie rurki większej. Otrzymamy w ten sposób dwa obwody fizyczne wysokiej częstotliwości, z których pierwszy stanowi powierzchnia zewnętrzna drutu środkowego i powierzchnia wewnętrzna rurki wewnętrznej, drugi zaś obwód fizyczny uformowany jest przez powierzchnię zewnętrzną rurki wewnętrznej i powierzchnię wewnętrzną rurki zewnętrznej, podczas gdy powierzchnia zewnętrzna tej ostatniej stanowi doskonały ekran, zabezpieczający od wpływów zewnętrznych oba obwody fizyczne. Rys. 3 przedstawia konstrukcję i podaje w calach angielskich wymiary takiego kabla, używanego podczas prób, wykonywanych w Phoenixville. Wkładki izolacyjne ze specjalnego materiału podtrzymują i centrują w możliwie dokładny sposób wszystkie spółśrodkowe przewody; rozstawione one są w rurce zewnętrznej co dwa do czterech stóp, w rurce zaś wewnętrznej — co 6 do 12 cali angielskich.

Niektóre rezultaty tych prób podane zostały w artykule, opracowanym przez Lloyd'a Espenschied'a i M. E. Strieby'ego i zatytułowanym: „System for wide band transmission over coaxial lines” (The Bell System Technical Journal, październik 1934).

Linia próbna w Phoenixville, o długości ok. 800 m, zbadana praktycznie i wyposażona w konkretne urządze-

nia, była dla 1 000 kc/sek, t. j. miliona okr/sek. Pewne badania na krótkich odcinkach robione były przy częstotliwościach, dochodzących do 20 000 kc/sek, t. j. 20 milionów okresów na sekundę, wogóle zaś w obwodach spółśrodko-



Rys. 3.

Przekrój i widok obwodów spółśrodkowych, używanych do badań w Phoenixville (S. Z. A. P.). (The Bell System Technical Journal, październik 1934).

wych przy większych średnicach zewnętrznego przewodu cylindrycznego spodziewają się mieć możność przesyłania częstotliwości do 50 000 kc/sek, t. j. 50 milionów okresów na sekundę.

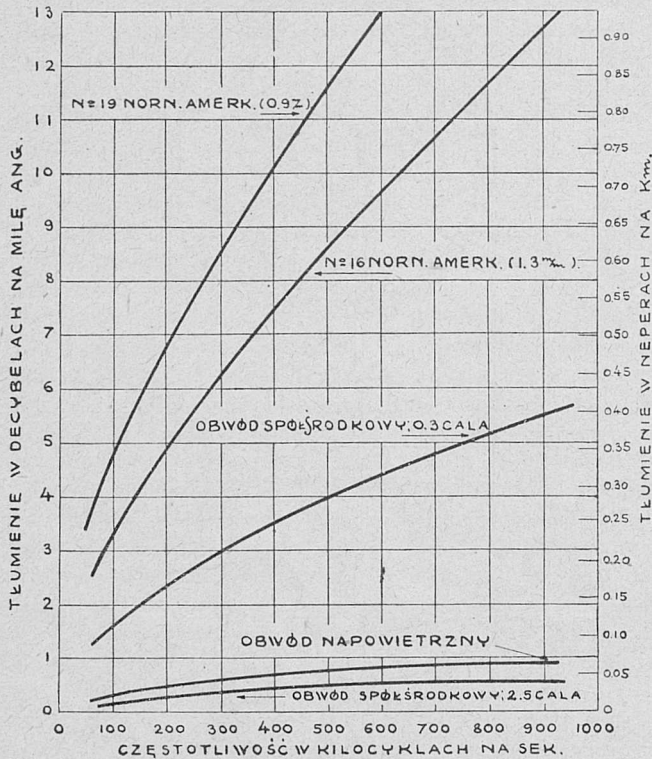
Są to częstotliwości fal radiowych, a ostatnia nawet, odpowiadająca długość fali poniżej 60 m, wkracza już w dziedzinę krótkofalową.

Może powstać zagadnienie, czy nie ekonomiczniej będzie zamiast wysyłania fal radiowych w przestrzeń we wszystkich kierunkach z amplitudą, jak wiadomo, malejącą zasadniczo z kwadratem odległości, budować specjalne kanały pod postacią obwodów spółśrodkowych, przesyłających tylko w jednym kierunku energię sygnalizacyjną, wzmacnianą co pewne odległości po drodze i całkowicie zabezpieczoną od interferencji wpływów zewnętrznych.

Zagadnieniem pierwszym, które się tu nasuwa, jest sprawa tłumienia na przestrzeni całego pasma częstotliwości aż do 1 000 kc/sek i wynikającej stąd największej możliwej odległości międzywzmacniakowej, jak również sprawa charakterystyki samych wzmacniaków, któreby wzmacniały poszczególne częstotliwości odpowiednio do ich tłumienia w linii; niemniej ważną także jest sprawa zniesztaleń.

Krzywe, przedstawione na rys. 4, dają wymowną charakterystykę tłumienia obwodów spółśrodkowych w porównaniu z obwodami napowietrznymi i kablami nieupinowanymi; widzimy, że obwody spółśrodkowe o średnicy zewnętrznego przewodu 0,3 cala angielskiego, t. j. około 7,6 mm, zajmują miejsce pośrednie pod względem tłumie-

nia między obwodami napowietrznymi i kablowymi niepupinowanymi (Nr. 16 i Nr. 19 B & C według norm amerykańskich odpowiadają bardzo blisko przekrojom, używanym u nas o średnicach 1,3 mm i 0,9 mm), obwody spółśrodkowe zaś o średnicy zewnętrznego przewodu 2,5 cala angielskiego.



Rys. 4.

Krzywe porównawcze tłumienia kablowych-obwodów niepupinowanych, obwodów napowietrznych i obwodów spółśrodkowych w zależności od częstotliwości do 1000 kc/sek. (The Bell System Technical Journal, październik 1934).

skiego, t. j. około 61,5 mm mają już przy bardzo wysokich częstotliwościach tłumienie nawet mniejsze od obwodów napowietrznych.

Przy praktycznym wykonywaniu obwodów spółśrodkowych, nad fabrykacyjnymi sposobami których dużo już myślano, musiano brać pod uwagę pewną tolerancję niedostatecznie idealnej spółśrodkowości obu przewodów; specjalne badania wykazały, że przy nieznacznej i praktycznie zawsze osiągalnej ekscentryczności, miała ona stosunkowo nieduży wpływ na zwiększenie tłumienia.

Jak wiadomo, współczynnik cieplny przy prądach szybkozmennych spowodu maskórkowości znacznie maleje w stosunku do tego współczynnika przy prądzie stałym, i, przyczynając od około 50 kc/sek, już niezależnie od przekroju przewodu dochodzi mniej więcej do ok. 0,002 na 1°C , co stanowi ok. połowy 0,00393, przyjętego przy prądzie stałym przez Międzynarodowy Komitet Elektrotechniczny. Rzecz ma się zupełnie tak samo i w obwodach spółśrodkowych. Jeżeli w obwodach tych straty w dielektryku są małe w porównaniu ze stratami w miedzi, co zwykle ma miejsce, można przyjąć, że zmiany tłumienia, spowodowane zmianami temperatury, są prawie proporcjonalne do zmian oporności.

Ciekawą rzeczą, dotyczącą tłumienia, jest jeszcze to, że przy jednakowej przewodności przewodów jest pewien stały stosunek wewnętrznej średnicy przewodu zewnętrznego do zewnętrznej przewodu wewnętrznego, przy którym otrzymuje się minimalne tłumienie. W wypadku miedzi stosunek ten wynosi ok. 3,6; jeżeli, co już próbowano, jako

zewnętrzny przewód służy osłona ołowiowa, stosunek ten wzrasta do 5,3. Stosunki te przy częstotliwościach ponad, zdaje się, 50 kc/sek są już stałe i niezależne od częstotliwości.

Jak już można wywnioskować z poprzedniego, oporność pozorna obwodów spółśrodkowych również nie zależy od przekrojów przewodów, lecz od stosunku ich średnic; przy gazowym dielektryku i przy wyżej omówionym stosunku średnic 3,6 oporność charakterystyczna wynosi dla obwodów spółśrodkowych ok. 75 omów.

Przy tak wysokich częstotliwościach szybkość przesyłania jest prawie stała i bardzo zbliżona do szybkości rozchodzenia się światła w przestrzeni, a więc do szybkości fal elektromagnetycznych.

Przejdźmy skoiei do sprawy wzmocnienia. Należało skonstruować wzmacniak, któryby wzmacniał całe pasmo częstotliwości, powiedzmy od 60 do 1000 kc, t. j. pasmo na przestrzeni różnicy 940 000 okr/sek, z charakterystyką, możliwie zbliżoną do charakterystyki tłumienia obwodu spółśrodkowego. Prawda, że konstrukcja wzmacniaków radiowych dla podobnych częstotliwości doszła do bardzo dużej doskonałości, ale jest tu pewna różnica.

Odbiorniki radiowy nastroja się za każdym razem do danej długości fali, t. j. wzmacniania on w danej chwili stosunkowo bardzo wąskie pasmo częstotliwości, wzmacniak telefoniczny zaś w naszym wypadku musi być przystosowany do wzmacniania w odpowiednio wzrastający sposób całego bardzo szerokiego pasma częstotliwości, dochodzącego w swym zakresie, jak widzieliśmy, do różnicy ok. miliona okresów na sekundę; w odbiorniku radiowym mogą być stosowane duże oporności pozorne obwodów wejściowych lampek, tutaj oporności pozorne z wielu powodów muszą być raczej niskie; całkowite wzmocnienie wzmacniaka jest tu więc uzależnione od możliwości samych lampek i od liczby stopni wzmocnienia, przyczem ze względu na konieczność łączenia dużej liczby wzmacniaków w szereg sprawa stałości i sprowadzenia do minimum zniekształceń odgrywa tu bardzo ważną rolę.

Biorąc pod uwagę te względy i zakładając, że obwód, prawie całkowicie odosobniony od wpływów zewnętrznych, posiada tylko szmery i zaburzenia, pochodzące od zmian i różnic temperatury na jego przebiegu i od wyższych pasm modulacji, skonstruowano wzmacniak trzystopniowy ze sprzężeniem zwrotnym, przy którym praktycznie otrzymane rezultaty pozwalały na najniższy poziom transmisji przy wejściu do wzmacniaka, równy — 55 db, t. j. 6,33 nep i na najwyższy poziom transmisji przy wyjściu ze wzmacniaka — + 5 db, t. j. 0,575 nep; całkowite więc wzmocnienie, wzmacniaka wynosiło 60 db, t. j. ok. 7 nep.

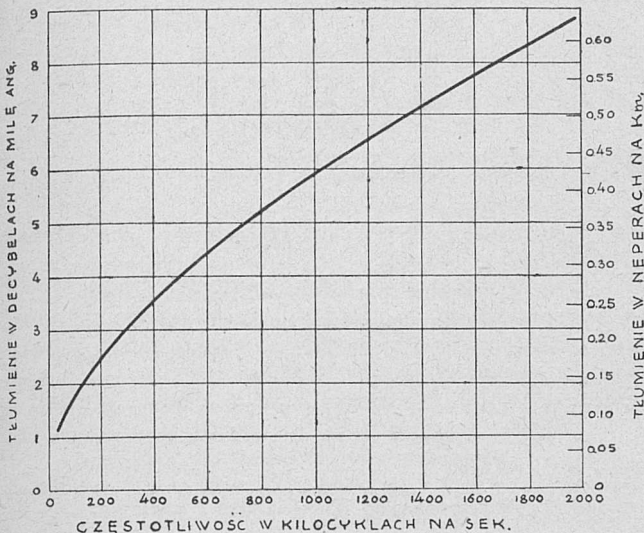
Przyjmując te warunki, możemy obecnie, na podstawie krzywej tłumienia (rys. 4) obwodu spółśrodkowego, określić odległości międzywzmacniakowe.

Tłumienie na odcinku wzmacniakowym może więc dochodzić do 60 db, czyli wzmacniaki należy rozstawić w obwodzie o średnicy zewnętrznej 0,3 cala angielskiego co 10 mil ang., czyli co ok. 16 km; stanowi to $\frac{1}{5}$ odcinka wzmacniakowego przyjmowanego dziś za normalny; odnosi się to do częstotliwości granicznej 1000 kc/sek.

Wspomniani autorzy amerykańscy proponują stosowanie części wzmacniaków bez obsługi na miejscu, t. j. wzmacniaki takie byłyby umieszczane po drodze w skrzyniach hermetycznych i obsługiwane na odległość przez zasilanie ich prądem zmiennym normalnym o częstotliwości handlowej, naprz. 60 okr/sek, przesyłanym równocześnie po obwodzie spółśrodkowym wraz z prądami szybkozmennymi. Można by więc rozstawiać stacje wzmacniakowe z obsługą co trzeci lub nawet co czwarty odcinek wzmacniakowy,

tak że stacje te znajdowałyby się co ok. 50 lub ok. 70 km, co już zupełnie odpowiada obecnym warunkom.

Daleko lepiej sprawa przedstawiałaby się, gdybyśmy wzięli obwód spółśrodkowy, przedstawiony na rys. 3, o zewnętrznej średnicy 2,5 cala ang., t. j. ok. 61 mm; jest to przekrój, odpowiadający grubości dziś używanych kabli da-



Rys. 5.

Krzywe tłumienia obwodu spółśrodkowego o zewnętrznej średnicy 0,3 cala angielskiego, w zależności od częstotliwości do 2000 kc/sek. (The Bell System Technical Journal, październik 1934).

lekosieżnych. Jak widać z rys. 4, warunki tłumienia przedstawiają się tu znacznie lepiej; tłumienie jest ok. 10 razy mniejsze i, co zatem idzie, rozstawienie wzmacniaków mogłoby być na odległości 10 razy większej, niż poprzednio obliczone.

Mając możliwość przesyłania częstotliwości do 1000 kc/sek i przyjmując pasmo częstotliwości mownej od 250 — 2750 okr/sek, możemy przy zastosowaniu modulacji, poczynając od ok. 60 kc/sek, całe pasmo od 60 — 1000 kc/sek, t. j. zakres 940 kc, podzielić na 220 pasm po 4 kc w każdym pasmie. Wynika stąd, że na jednym takim obwodzie spółśrodkowym możemy otrzymać na częstotliwościach nośnych 220 obwodów mownych jednorodowych lub 110 obwodów mownych dwutorowych. Wszystkie te obwody byłyby równocześnie wzmacniane przez jeden wzmacniak, czyli właściwie punkt wzmacniakowy takiego kabla sprowadziłby się do jednego tylko wzmacniaka.

Gdybyśmy mogli stosować jeszcze wyższe częstotliwości, co zasadniczo nawet i na obwodzie spółśrodkowym o zewnętrznej średnicy tylko 0,3 cala ang., jak wskazuje rys. 5, przy częstszym rozstawieniu punktów wzmacniakowych jest możliwe, a daleko łatwiejsze na obwodach o średnicach zewnętrznych większych, lecz nie przekraczających grubości dzisiejszych kabli, naprz. gdybyśmy stosowali częstotliwości nośne do 5000 kc/sek, to moglibyśmy otrzymać na jednym obwodzie fizycznym ok. 1000 obwodów mownych jednorodowych i ok. 500 obwodów mownych dwutorowych, przesyłanych i wzmacnianych przez szereg pojedynczych wzmacniaków, łączonych za sobą.

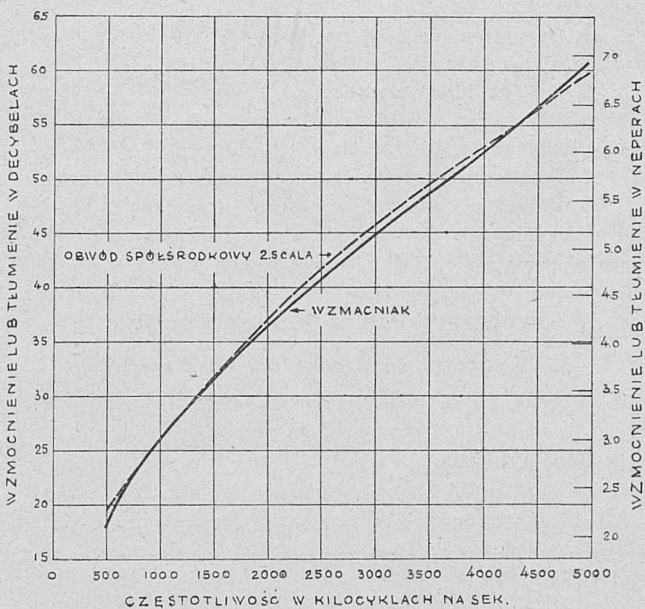
Wzmacniak taki do 5000 kc/sek z charakterystyką, dostosowaną do tłumienia obwodu spółśrodkowego, o zewnętrznej średnicy 2,5 cala ang., został zbudowany i zbadany. Rys. 6 podaje jego charakterystykę.

Z konstrukcją takiego wzmacniaka wiąże się niezbadana jeszcze dokładnie sprawa wartości całkowitej przesyłanej mocy, zależnej od rozkładu energii w czasie i na po-

szczególne częstotliwości nośne; zsumowanie tych energii, pochodzących od kilkuset równocześnie przesyłanych rozmów, jest rzeczą bardzo trudną.

Sprawa modulacji nie przedstawia się też zupełnie prosto; wspomniani autorzy proponują podwójną lub nawet potrójną modulację, polegającą na tem, że cały zakres przesyłanych częstotliwości dzieli się zapomocą filtrów pasmowych na grupy, względnie dalej na podgrupy. Każdej grupie odpowiada modulator grupowy, przejmujący wspólnie modulację przez poszczególne filtry pasm częstotliwości, należących do danej grupy. Każdemu z tych pasm odpowiada właściwy modulator danego obwodu mownego, w wypadku modulacji podwójnej, lub danej podgrupy, w wypadku modulacji potrójnej, przed którą w tym razie znajduje się jeszcze jeden stopień filtrów i modulatorów, odpowiadających częstotliwościom nośnym, należącym do danej podgrupy. Tak samo przedstawia się sprawa demodulacji na końcu odbiorczym, tylko w odwrotnym kierunku.

Na zakończenie należy zaznaczyć, że o ile telefonja wielokrotna w kablu niepupinowanym z 9-ma obwodami mownymi na częstotliwościach nośnych została, jak widzieliśmy, odtworzona praktycznie na odcinku próbnym w ten sposób, że mogłaby już pod względem technicznym być brana pod uwagę przy projektowaniu nowych rzeczywistych połączeń telefonicznych, o tyle telefonja wielokrotna na obwodach spółśrodkowych została zbadana dopiero teoretycznie; na krótkim stosunkowo odcinku próbnym zostały przeprowadzone szczegółowe i wielorakie pomiary i badania właściwości samych obwodów spółśrodkowych, które zresztą całkowicie potwierdziły wnioski teoretyczne. Zostały skonstruowane, zbadane i zmierzone odpowiednie wzmacniaki, została zbadana częściowo projektowana aparatura, jak: filtry kwarcowe, modulatory grupowe i t. p.,



Rys. 6.

Krzywe tłumienia obwodu spółśrodkowego o zewnętrznej średnicy 2,5 cala ang. i charakterystyka wzmacniaka w zależności od częstotliwości do 5000 kc/sek. (The Bell System Technical Journal, październik 1934).

lecz całość praktycznie na odcinku wystarczającej długości zestawioną w rzeczywistości jeszcze nie była; jednak — zupełnie możliwe jest, że telefonja wielokrotna na obwodach spółśrodkowych wkrótce przejdzie i to ostatnie stadium prób, jak to miało miejsce z telefonją wielokrotną w kablu niepupinowanym.

SEKCJA RADJOTECHNICZNA

Patrz zeszyt Przeglądu Radjotechnicznego

Z ŻYCIA ORGANIZACYJ

STOWARZYSZENIE ELEKTRYKÓW POLSKICH

VII WALNE ZGROMADZENIE S. E. P. W BYDGOSZCZY.

Opłaty zjazdowe.

Opłaty zjazdowe wynoszą: **Wpisowe** — a) dla członków S. E. P., urzędników państwowych i samorządowych, wojskowych oraz towarzyszących im pań — po zł. 10 od osoby, b) dla gości — po zł. 15 — od osoby. **Udział w koloacji koleżeńskej:** ad a) — zł. 8, ad b) — zł. 10 od osoby. Udział w wycieczkach pozjazdowych (patrz niżej). Komplet referatów (członkowie S. E. P. nie płacą) — zł. 3.

Uprawnienia uczestników Walnego Zgromadzenia.

Uczestnikom Zjazdu, którzy opłacili wpisowe, przysługują następujące przywileje:

1. Ulgi kolejowe indywidualne (wg. tabeli „B”) w obie strony.
2. Bezpłatne przejazdy tramwajowe w Bydgoszczy.
3. Zwolnienie od podatku magistrackiego od hoteli w Bydgoszczy.
4. Bezpłatne wejście na Wystawę Elektrotechniczną S. E. P. przez cały czas jej trwania.
5. Ulgowe bilety do teatru.
6. Bezpłatny udział we wszystkich wycieczkach w Bydgoszczy w dn. 30 i 31 maja i 1 czerwca.
7. Bezpłatne otrzymanie wydawnictw zjazdowych.
8. Prawo wstępu na wszystkie posiedzenia Walnego Zgromadzenia (na posiedzenie dla załatwienia spraw formalnych mają wstęp tylko członkowie S. E. P.).

Program wycieczek pozjazdowych.

1. Wycieczki do Gródka dn. 1 i 2 czerwca.

(Całkowity koszt udziału dla członków S. E. P. zł. 20, dla gości zł. 25).

Sobota 1.IV.35.

O godz. 20,00 wyjazd z Bydgoszczy kurjerem do stacji kolejowej Laskowic (20,45) położonej na trasie Bydgoszcz — Tczew — Gdańsk — samochodami na naciegi w Żurze (10 km) i Osia (14 km).

Niedziela 2.VI.35.

7,00 msza św.

7,30 pieszo (1 km) do lasu na śniadanie.

8,30 wyjazd samochodami przez las (5 km) do Piekła nad górną partją zbiornika zakładu Żurskiego.

Przejazd łodziami po zbiorniku (10 km) doliną rzeki w otoczeniu uroczych lasów do zapory w Żurze.

10,30. Zwiedzenie zapory i zakładu wodno-elektrycznego w Żurze.

12,00. Przejazd samochodami do Gródka (10 km).

13,00. Obiad w hali maszyn elektr., przygotowany na kuchenkach fabryki grzejników w Gródku.

14,30. Zwiedzenie fabryki i laboratoriów (chemicznego, wysokich napięć 600 000 V i badalni grzejników).

16,30. Zwiedzenie zakładu wodno-elektrycznego.

18,00. Odjazd samochodami do Laskowic. Odjazd pociągami w kierunkach na Bydgoszcz — Poznań — Katowice — Kraków, oraz na Bydgoszcz — Toruń — Warszawę, lub na Grudziądz — Mławę — Warszawę, lub na Tczew — Gdańsk — Gdynię. Samochody będą do wszystkich pociągów od godz. 17,00 do 22,00.

2. Wycieczka do Torunia dn. 2 czerwca.

(Całkowity koszt udziału dla członków S. E. P. zł. 12, dla gości zł. 15).

8,05. Wyjazd z Bydgoszczy.

9,02. Przyjazd do Torunia Dworzec Przedmieście.

9,15—11,00. Zwiedzenie Rozgłośni Toruńskiej Polskiego Radja.

11,00. Przejazd tramwajami na nowy most im. Marszałka Piłsudskiego, zwiedzenie mostu i panorama Torunia.

11,45. Nabożeństwo w kościele św. Jana względnie wolny czas do godziny 13-ej ze względu na nabożeństwa w kościołach.

13,00. Obiad w Dworze Artusa (Rynek Staromiejski).

14,30. Zwiedzenie zabytków m. Torunia (pieszo): Ratusz, Muzeum, kościół N. M. P., Krzywa Wieża, dom Kopernika, kościół św. Jana, zamek, kościół św. Jakóba.

17,30. Przejazd tramwajami do elektrowni Miejskiej i podstacji „Gródka” z pierwszym transformatorem na 60 kV, wyprodukowanym w kraju.

Wyjazd do domu z powrotem.

3. Wycieczka do Gdyni przez Szwajcarię Kaszubską dn. 2 i 3 czerwca.

(Całkowity koszt udziału dla członków S. E. P. 1 dzień zł. 30, 2 dni zł. 55; dla gości 1 dzień zł. 35, 2 dni zł. 60).

Niedziela 2.VI.1935.

Wyjazd z Bydgoszczy rano, o 7,30 w Koronowie (25 km).

8,15. Widok na miasto. Trasa (50 km) przez Bory Tucholskie do Piekła, spacer do Brdy i Nadleśnictwa.

W Tucholi 10,30 — postój 15 minut.

Przez Czersk do Kościerzyny (50 km). **Obiad w Kościerzynie o godz. 13,00 do 14,00.** Odjazd z Kościerzyny o godz. 14,00, wysiadanie w Wieżycy (przy restauracji), zwiedzanie najwyższego wzniesienia na Pomorzu (333 m).

O godz. 16,00 odjazd do Kartuz. Zwiedzenie słynnego kościoła Kartuzjanów i najbliższego wzniesienia z cudownym widokiem na jeziora, otaczające Kartuzy.

19,00 odjazd przez Żukowo — Chylonę do Gdyni. Autobusy zajeżdżają na Kamienną Górę (ok. godz. 21,00 lub 22,00), z której rozciąga się cudowny widok na tysiące migających świateł portowych, a na horyzoncie blizy helskie

rzucając przenikliwe światła aż do Gdyni. Niezapomniane wrażenia. Autobusy zajeżdżają przed hotele. Kolacja.

Noclegi w Gdyni.

Poniedziałek 3.VI.1935.

9,00. Śniadanie w hotelach.

10,00. Zwiedzanie portu i urządzeń portowych. Obiad.

W południe wycieczka na Hel i do Jastarni.

Powrót ok. 18,00 statkiem do Gdyni.

Odjazd pociągami ok. 19,20.

KOMUNIKAT

Polskiego Komitetu Elektrotechnicznego i Polskiego Komitetu Wielkich Sieci Elektrycznych.

1. Posiedzenia Commission Electrotechnique Internationale (CEI) w Hadze i Brukseli.

W roku bieżącym odbędą się posiedzenia plenarne komitetów Międzynarodowej Komisji Elektrotechnicznej, której komitetem krajowym jest P. K. E. Posiedzenia Komitetów: Nomenklatury, Maszyn, Turbin parowych, Aluminium, Oleji, Linij napowietrznych, Radjokomunikacji, Instalacji na okrętach oraz Kabli elektrycznych odbędą się w dn. od 18 do 21 czerwca w Hadze. Posiedzenia Komitetów: Symboli, Oprawek żarówek, Napięć, Prądów normalnych i izolatorów, Trakcji, Przyrządów pomiarowych, Oznaczeń zacisków oraz Wyłączników odbędą się w dn. od 24 do 27 czerwca w Brukseli.

Na posiedzenia CEI wyjeżdżają tylko reprezentanci Polskiego Komitetu Elektrotechnicznego, a więc przede wszystkim stali delegaci P. K. E. do Komitetów CEI oraz osoby zaproszone przez Zarząd P. K. E. Obrady dotyczą, jak zwykle, spraw normalizacji międzynarodowej.

2. Przesunięcie terminu Sesji Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques à Haute Tension.

Pierwotny termin Sesji (od dn. 6 do 15 czerwca) został na wniosek Rady CIGRE przesunięty o trzy tygodnie. Sesja odbędzie się w dn. od 27 czerwca do 6 lipca. Program ogólny Sesji jest następujący: od 27 do 29 czerwca: Sekcja 3-a (Eksploracja i ochrona sieci), od 1 do 3 lipca: Sekcja 1-a (Wytwarzanie i przetwarzanie energii), od 4 do 6 lipca: Sekcja 2-a (Konstrukcja linii napowietrznych i kablowych).

Udział w Sesji CEI jest dostępny dla każdego, kto się zgłosi za pośrednictwem Polskiego Komitetu Wielkich Sieci. Zgłoszenia należy przysyłać na ręce Sekretarza Generalnego S. E. P. (Warszawa, Królewska 15). Wpisowe wynosi 375 fr. fr., o ile zostało wpłacone na 30 dni przed Sesją lub wcześniej. Wpisowe to należy wpłacać pod adresem Biura Konferencji w Paryżu.

Uczestnicy Sesji otrzymują bezpłatnie po jednym egzemplarzu wszystkich referatów. Ponadto uzyskują oni zniżki na kolejach francuskich, zniżki w hotelach w Paryżu (patrz Nr. 5 „Przeglądu Elektrotechnicznego” z r. b. str. 112), mogą uczestniczyć w wycieczkach (za specjalną opłatą). Polski Komitet Wielkich Sieci ze swej strony rozpoczyna zabiegi o uzyskanie dla polskich członków Konferencji zniżek na polskich kolejach i paszportów ulgowych.

3. Zapisy warunkowe na Sesję Konferencji Wielkich Sieci i posiedzenia CEI.

Zarządy P. K. E. i P. K. W. S., chcąc ułatwić wyjazd na posiedzenia CEI i Sesję CIGRE szerszemu gronu osób, postanowiły przyjmować zapisy warunkowe od osób, które swój wyjazd uzależniają od uzyskania paszportu ulgowego. Osoby te mogą wpłacić wpisowe (wyłącznie do dnia 10 maja 1935 roku) na konto Stowarzyszenia Elektryków Polskich w P. K. O. Nr. 625, zamiast wprost do zagranicznego biura

zjazdu. Po otrzymaniu wpłaty, S. E. P. rozpocznie akcję o uzyskanie paszportów ulgowych i w razie jej powodzenia prześle wpisowe do biura zjazdu. W przeciwnym przypadku wpisowe będzie mogło być odebrane po potrąceniu drobnej sumy kosztów manipulacyjnych.

Wpisowe na Sesję CIGRE wynosi 375 fr. fr. płatnych w Paryżu, lub 145 złotych płatnych w S. E. P. Wpisowe na posiedzenie CEI wynosi 4 funty ang. płatne w Londynie lub 115 złotych płatnych w S. E. P. Zarówno przy wysyłaniu wpisowego zagranicę, jak i do S. E. P. należy jednocześnie wysłać do S. E. P. zgłoszenie na blankiecie, który dostarcza Sekretariat Generalny S. E. P. na żądanie.

Stowarzyszenie może przeprowadzać starania o paszporty ulgowe **tylko dla osób biorących udział w zebraniach**, a nie dla osób towarzyszących im.

PROGRAM ODCZYTÓW NA MIESIĄC MAJ 1935 R.

SEKCJA RADJOTECHNICZNA.

Środa, 15 maja:

Inż. St. de Walden: „*Współczesne radjopelengatory okrętowe*”.

Środa, 19 maja:

Inż. W. Struszyński: „*Teoria reakcji z niewłaściwą fazą*”.

Odczyty odbędą się o godz. 20-ej w lokalu S.E.P. przy ul. Królewska 15.

STOWARZYSZENIE TELETECHNIÓW POLSKICH.

Czwartek, 9 maja:

Inż. P. Mosiewicz: „*Źródła prądów specjalnych w automatycznych centralach telefonicznych: 1) rtęciowe prostowniki sterowane jako impulsatory do wybierników, 2) zespoły dzwonienia i sygnalizacji*”.

Środa, 22 maja:

H. V. Alexandersson, inż. firmy Ericsson: „*Ericssons System für Gesellschaftsanschlüsse und Selectoranlage für Eisenbahnen*”.

Odczyty odbędą się o godz. 19-ej w lokalu Stow. Teletechn. Polskich przy ul. Nowogrodzkiej 45.

ODDZIAŁ KRAKOWSKI.

Protokół

z Walnego Zebrania członków Krakowskiego Oddziału Stowarzyszenia Elektryków Polskich, odbytego w dniu 26 lutego 1935 r.

Zebranie wyznaczone na godz. 17,30 nie odbyło się z powodu braku wymaganej regulaminem ilości członków.

O godz. 18,15 kol. Prezes Dubeltowicz otworzył następne Walne Zebranie ważne bez względu na ilość obecnych. Obecnych było 26 członków a mianowicie: A. Blumenthal, W. Cieślowski, H. Dubeltowicz, Z. Francki, J. Gajl, K. Jabłoński, A. Karcz, St. Kijas, L. Lelito, H. Limanowski, T. Moskalewski, E. Nagelberg, R. Nowak, J. Orski, J. Pawlik, J. Piekarski, J. Pilkiwicz, M. Porębski, J. Probst, St. Rondański, J. Schmidt, W. Styś, A. Tartakower, L. Zgliński, T. Zięba, A. Zimmels.

Porządek dzienny: 1) Wybór przewodniczącego Zebrania, 2) Odczytanie protokołu z poprzedniego Walnego Zebrania, 3) Sprawozdanie Zarządu i Komisji Rewizyjnej, 4) Uchwalenie preliminarza budżetowego na rok 1935, 5) Wybór Zarządu, 6) Wybór Komisji Rewizyjnej, 7) Sprawa pomocy koleżeńskej, 8) Wnioski.

Przed porządkiem Prezes stwierdza prawomocność uchwał Walnego Zebrania, poczem kol. M. Porębski zabiera głos w sprawie porządku dziennego i prosi o traktowanie dwu wniosków, a mianowicie: o obniżenie wkładek kwartalnych i o stwierdzenie uprawnień Komisji Rewizyjnej razem

ze sprawą budżetu i sprawozdaniem. Ponieważ nie było sprzeciwów, Prezes przyjmuje tę zmianę porządku dziennego.

Następnie przystąpiono do obrad:

1) Na wniosek Prezesa wybrano przewodniczącego kol. L. Zglińskiego.

2) Sekretarz odczytał protokół z poprzedniego Walnego Zebrania, który przyjęto bez zmian.

3) Sekretarz odczytał sprawozdanie z czynności Zarządu, poczem Skarbnik przedstawił zamknięcie rachunkowe, a następnie zabrał głos kol. M. Porębski i w imieniu Komisji Rewizyjnej stwierdził, że stan kasy, jak również cała księgowość jest w zupełności zgodna z dowodami kasowymi. W dalszym ciągu kol. M. Porębski przedstawił stan zaległych wkładek członkowskich oraz wyraził życzenie pod adresem przyszłego Zarządu, aby bilans zamykano rzeczywiście z dniem 31.XII., a w końcu stawia wniosek o udzielenie ustępującemu Zarządowi absolutorjum z podziękowaniem za czynności.

W dyskusji nad sprawozdaniem Zarządu i Komisji Rewizyjnej zabrał głos kol. Skarbnik i wyjaśnił, że faktyczne zaległości wkładek wynoszą w dniu 26 lutego 1935 r. tylko zł. 157. Następnie zabrał jeszcze głos kol. M. Porębski, poczem jednomyślnie uchwalono absolutorjum dla ustępującego Zarządu w myśl wniosku Komisji Rewizyjnej.

Przystąpiono do rozpatrywania wniosku kol. M. Porębskiego o stwierdzenie uprawnień Komisji Rewizyjnej. Kol. Przewodniczący odczytuje wniosek i zaznacza, że uważa go za nieumotywowany, poczem udziela głosu kol. M. Porębskiemu, który uzasadnia swój wniosek. W dyskusji nad tym wnioskiem zabierali kolejno głos kol. H. Dubeltowicz przeciw, W. Cieślowski przeciw, W. Styś przeciw, M. Porębski za, E. Nagelberg przeciw, z prośbą do wnioskodawcy aby swój wniosek wycofał, J. Pawlik przeciw, J. Pilkiewicz przeciw, kol. Z. Francki prosi wnioskodawcę o wycofanie wniosku, kol. W. Cieślowski ditto, — Kol. M. Porębski wyjaśnia ponownie swój punkt widzenia, poczem kol. H. Dubeltowicz stwierdza, że § 28 Regulaminu Oddziału uprawnia bezspornie Komisję Rewizyjną do wykonywania kontroli w dowolnych terminach i dowolną ilość razy. Kol. M. Porębski oświadcza w końcu, że wniosek swój wycofuje.

4) Kol. Skarbnik odczytał proponowany przez Zarząd budżet na rok 1935 opierający się na dotychczasowych wkładkach w wysokości zł. 12 kwartalnie. Na prośbę kol. Porębskiego Skarbnik przedstawił budżet w razie obniżenia wkładek do wysokości 10 zł. kwartalnie, z której to alternatywy wynikło, że nawet po obniżeniu wkładek, w myśl wniosku kol. kol. Porębskiego, Kijasa i Zimmelsa, majątek Oddziału wzrośnie. Zabiera głos kol. Cieślowski i prosi o traktowanie sprawy obniżki wkładek łącznie ze sprawą pomocy koleżeńskiej. Kol. M. Porębski jest przeciwny łączeniu tych spraw i przemawia za obniżeniem wkładek. Kol. T. Moskalewski przemawiał za łącznym traktowaniem tych dwu spraw i zaproponował, aby pozostawić dotychczasową wysokość wkładek oraz by Oddział jako taki przekazywał po 2 zł. kwartalnie od członka na pomoc koleżeńską. Następnie zabierali głos kol. H. Dubeltowicz i T. Moskalewski, poczem kol. Przewodniczący zapytał czy sprawę obniżki wkładek połączyć ze sprawą pomocy koleżeńskiej, a po uchwaleniu łącznego traktowania tych spraw, kol. Sekretarz odczytuje pismo Zarządu Głównego w sprawie pomocy koleżeńskiej. W dyskusji zabierali kolejno głos kol.: J. Pawlik, T. Moskalewski, M. Porębski, W. Styś, L. Zgliński i W. Cieślowski. Kol. Przewodniczący poddał wniosek o obniżenie wkładek począwszy od II kwartału 1935 do I kwartału 1936 łącznie, na zł. 10 kwartalnie, pod głosowanie. Wniosek uchwalono jednomyślnie.

W sprawie pomocy koleżeńskiej zabierali głos kolej-

no kol.: L. Zgliński, M. Porębski, T. Moskalewski, L. Lelito, H. Dubeltowicz i M. Porębski, który postawił propozycję przymusowego opodatkowania członków Oddziału na przeciąg 1 roku w wysokości zł. 2 kwartalnie od członka na rzecz pomocy koleżeńskiej. Zabierali jeszcze głos kol.: H. Dubeltowicz, L. Zgliński, Z. Francki, J. Orski, T. Moskalewski, poczem kol. Przewodniczący poddał propozycję kol. Porębskiego pod głosowanie. Jedenastu głosami przeciw ośmiu uchwalono przymusowe opodatkowanie się.

Kol. Przewodniczący poddaje pod głosowanie budżet Oddziału w alternatywie z obniżką wkładek. Budżet uchwalono jednomyślnie.

5) Na wniosek kol. Porębskiego wybrano Komisję-matkę w osobach kol.: W. Cieślowskiego, Z. Franckiego i A. Zimmelsa, która ma przedstawić kandydatury do przyszłego Zarządu i Komisji Rewizyjnej, poczem Przewodniczący przerwał obrady na 10 minut.

O godz. 20,25 podjęto ponownie obrady i Komisja-matka przedstawiła kandydatury: prezes: kol. L. Zgliński, wiceprezes: kol. M. Porębski, członkowie Zarządu: E. Nagelberg, J. Orski, J. Schmidt; Komisja Rew.: W. Cieślowski, J. Pilkiewicz, St. Rodański.

Kilku kolegów postawiło jeszcze dalsze kandydatury, a mianowicie: kol. Porębski proponuje kol. W. Cieślowskiego na wiceprezesa, kol. J. Pawlik proponuje kol. Nagelberga na wiceprezesa oraz kol. T. Moskalewskiego na członka Zarządu.

W tajnem głosowaniu kartkami, które liczyli skrutatorowie kol. J. Pawlik i T. Zięba oraz sekretarz, otrzymali: kol. L. Zgliński 21 głosów, kol. M. Porębski 2 głosy, kol. E. Nagelberg 2 głosy, kol. W. Cieślowski 1 głos razem 26 głosujących.

Prezesem został więc wybrany kol. Leonard Zgliński. Przystąpiono do wyboru wiceprezesa:

W tajnem głosowaniu jak poprzednio otrzymali: kol. Nagelberg 14 głosów, kol. Cieślowski 9, kol. Porębski 1 głos, 1 kartka biała, razem 26 głosujących.

Wiceprezesem został więc wybrany kol. Edward Nagelberg.

W następnym tajnem głosowaniu na członków Zarządu otrzymali:

Kol. J. Schmidt 21 głosów, J. Orski 18, T. Moskalewski 13, St. Kijas 12, W. Cieślowski 6, J. Pilkiewicz 4 głosy, J. Gajl 1 głos, razem było 25 głosujących.

Wybrani zostali więc: kol. kol. J. Schmidt, J. Orski i T. Moskalewski.

6) W głosowaniu na członków Komisji Rewizyjnej otrzymali: kol. kol. W. Cieślowski 20 głosów, J. Pilkiewicz 20, St. Kijas 15, St. Rodański 14, Z. Francki 1 głos, M. Porębski 1 głos.

Wybrani zostali więc: kol. kol. W. Cieślowski, J. Pilkiewicz i St. Kijas.

Kol. L. Zgliński złożył podziękowanie za pracę ustępującemu prezesowi kol. Dubeltowiczowi.

Kol. Dubeltowicz życzy nowemu prezesowi kol. Zglińskiemu owocnej pracy.

8) Sekretarz referował pismo Zarządu Głównego w sprawie uwag o redagowaniu „Przeglądu Elektrotechnicznego”. Kol. Porębski proponuje zwołać wkrótce zebranie dyskusyjne w tej sprawie. Kol. Zgliński przyjął tę propozycję, jako dezyderat pod adresem nowego Zarządu.

W końcu na propozycję kol. Z. Franckiego wyrażono podziękowanie wszystkim kolegom, którzy pracowali przy organizacji Zjazdu i Pokazu.

O godz. 21,05 kol. Przewodniczący zamknął Zebranie.

Sekretarz:	Przewodniczący:
(-) W. Styś	(-) L. Zgliński

ODDZIAŁ POZNAŃSKI

Protokół

z Walnego Roczne Zebrania, odbytego w dniu 21 lutego 1935 roku.

Punktualnie o godz. 20-tej zagają Prezes kol. Stanowski Roczne Walne Zebranie na salce cukierni „Fangrata” przy Alejach Marcinkowskiego 8. Spowodu braku wymaganego quorum kol. Prezes odroczył Roczne Walne Zebranie do godz. 20 min. 30 w tym samym dniu i tej samej salce.

1) W obecności następujących członków zwyczajnych: Skiby, Mołczki, Otlewskiego, Stanowskiego, Kortylewskiego, Dzierzbickiego, Sroczynskiego, Frankowskiego, Siwińskiego, Buławskiego, Koźniewskiego, Wekera i Żołubaka, zagaił kol. Prezes Stanowski o godz. 20 min. 40 Roczne Walne Zebranie w drugim terminie, odczytując następujący porządek obrad przyjęty jednogłośnie.

- 1) Zagajenie.
- 2) Wybór przewodniczącego Walnego Zebrania.
- 3) Odczytanie protokołu z ostatniego Walnego Zebrania.
- 4) Sprawozdanie Zarządu:
 - a) ogólne,
 - b) kasowe,
 - c) bibliotekarza.
- 5) Sprawozdanie Komisji Rewizyjnej.
- 6) Zatwierdzenie preliminarza budżetowego na rok 1935.
- 7) Wybór Prezesa i Członków Zarządu.
- 8) Wybór Komisji Rewizyjnej.
- 9) Wnioski.
- 10) Wolne głosy.

2) Kol. Prezes prosi o wysunięcie kandydatów na przewodniczącego Walnego Zebrania. Postawiono dwie kandydatury: kolegów Koźniewskiego i Wekera. Na przewodniczącego wybrano kol. Wekera Henryka, który dziękując za wybór, wspomniął gorliwą pracę ustępującego Zarządu i wyraził ubolewanie spowodu stosunkowo małego zainteresowania członków Zebraniem, poczem oddał głos kol. Sekretarzowi celem odczytania protokołu z ostatniego Walnego Zebrania.

3) Protokół przyjęto bez zmian.

4) Kol. Sekretarz odczytał sprawozdanie ogólne Zarządu z działalności Oddziału w roku sprawozdawczym, poczem kol. Buławski nadmienia, że w sprawozdaniu tem nie wymieniono odbycia Walnego Zebrania przed Zebraniem Zarządu, plenarnemi, odczytawami i towarzyskimi.

Odnosnie odczytanego przez kol. Skarbnika sprawozdania kasowego, zapytuje kol. Buławski: czem się tłumaczy stosunkowo wysoki koszt za odczyty, oraz jaki jest stan zaległości składkowych od kolegów członków i byłych członków.

Kol. Skarbnik wyjaśnia następująco: w kosztach za urzędzane odczyty objęte są przejazdy prelegentów, kosztu najmu salki, kosztu za wypożyczenie epidjaskopu i t. p. Największe zaległości składkowe pozostawili koledzy: Namysł, Michalik, Łysiński, Rzęcki i Rubieński, przyczem ściąganie tych zaległości od dwóch ostatnich jest wątpliwe.

Kol. Bibliotekarz oznajmił, że stan biblioteki z roku ubiegłego jest nadal aktualny i zdaniem jego tylko brak odpowiedniej gotówki przyczynił się do niepodwyższenia stanu. Kupno szafy na książki zależne jest od pomieszczenia w przyszłości sekretarjatu naszego Oddziału.

W dyskusji nad sprawozdaniami zabierają głos koledzy: Skiba z zapytaniem ile płacimy za lokal na cele Stowarzyszenia oraz komunikuje, że może oddać do biblioteki kilka książek technicznych pochodzących od zlikwidowanej

firmy Siemens, Żołubak wskazując na coraz to trudniejszą sytuację finansową Oddziału Poznańskiego Związku Przedsiębiorstw Elektrotechnicznych i Korporacji Przemysłu Elektrotechnicznego, spowodu zmniejszania się wpływów, oświadcza, że Oddział nasz winien uiszczać za korzystanie z wspólnego sekretarjatu kwotę 10.— zł. miesięcznie. Na powyższe zapytanie i wywody odpowiada kol. Prezes. Za korzystanie z lokalu Oddział płaci miesięcznie 5.— zł. Wychodzą z założenia, że z przypadającej Oddziałowi rocznej sumy 320.— zł. (40 członków po 8.— zł. rocznie), przeznaczone zostałyby 120.— zł. rocznej opłaty za lokal, pozostałoby na bieżące wydatki, odczyty i inne nieprzewidziane 200.— zł., co, jak to doświadczenie wykazało, jest niewystarczające. Kol. Prezes zwraca się do kol. Koźniewskiego z gorącym apelem o zgłoszenie Poznańskiej Elektrowni Miejskiej jako zbiorowego członka naszego Oddziału.

5) Sprawozdanie Komisji Rewizyjnej odczytuje kol. Żołubak zaznaczając, że wydatki są zupełnie realne i życiowe oraz, że saldo jest zgodne ze stanem gotówki w kasie, wobec czego kol. Żołubak w imieniu Komisji Rewizyjnej wnosi o udzielenie całemu Zarządowi absolutorjum i wyrażenie Zarządowi podziękowania za doprowadzenie finansów naszego Oddziału do porządku drogą oszczędnej, celowej i racjonalnej gospodarki. Wniosek o udzielenie Zarządowi absolutorjum przyjęto jednogłośnie.

6) W sprawie odczytanego przez kol. Skarbnika preliminarza budżetowego na rok 1935, zabierają głos koledzy: Koźniewski jest zdania, że uchwalenie budżetu przed dokonaniem wyboru nowego Zarządu może przyczynić się w pewnym stopniu do skrepowania nim nowego Zarządu. Kol. Prezes Stanowski wyjaśnia, że w uchwalonym budżecie Zarząd ma do dyspozycji kwotę 176.— zł. ma więc w pewnych granicach wolną rękę w całokształcie budżetu. W końcu kol. Prezes Stanowski dziękuje członkom ustępującego Zarządu, zwłaszcza kol. Skarbnikowi za owocną współpracę dla dobra Stowarzyszenia.

7) Kol. Przewodniczący dziękując ustępującemu Zarządowi za pełną poświęcenia pracę, proponuje, aby stary Zarząd pozostał jeszcze jeden rok in corpore. Ponieważ jednakże kol. Stanowski rzekł się kandydatury prezesa i wysunął poniższy skład nowego Zarządu: kol. Weker — Prezes; kol. Koźniewski — Wiceprezes; kol. Siwiński — Sekretarz; kol. Otlewski — Skarbnik; kol. Mołczko — Bibliotekarz, przystąpiono do wyboru Prezesa. Wystawiono dwie kandydatury: kol. Wekera Henryka i kol. Stanowskiego. W tajnem głosowaniu otrzymali: kol. Weker 10 głosów, kol. Stanowski 1 — oddano 2 kartki białe. Na Wiceprezesa wysunięto dwie kandydatury: kol. Stanowskiego i kol. Buławskiego. W wyniku głosowania kol. Stanowski przeszedł większością głosów (11), podczas gdy na kol. Buławskiego głosowało 2 kolegów. Z dwóch kandydatów na sekretarza otrzymali kol. Kortylewski 9 głosów, kol. Skiba 4 głosy. Kol. Otlewski wybrano ponownie skarbnikiem przez aklamację. W głosowaniu nad kandydaturą bibliotekarza otrzymał kol. Sroczynski 9 głosów, na kandydaturę kol. Frankowskiego oddano 4 głosy. Wybrano zatem Zarząd w składzie następującym:

Prezes kol. Weker Henryk; Wiceprezes kol. Stanowski Stanisław; Sekretarz kol. Kortylewski Stanisław; Skarbnik kol. Otlewski Wiktor; Bibliotekarz kol. Sroczynski Marcin.

8) Do Komisji Rewizyjnej wybrano ponownie kol. Żołubaka, jako przewodniczącego, jako ławników — ponownie kol. Mołczko, a w miejsce kol. Klimowicza — kol. Dzierzbickiego.

9) Kol. Stanowski referuje dwa wnioski zasadnicze z prośbą o przedyskutowanie ich i zajęcie odpowiedniego stanowiska:

a) *w sprawie redagowania Przeglądu Elektrotechnicznego*. Po odczytaniu pism Koła Wileńskiego z dnia 1 lutego b. r. i Zarządu Głównego z dnia 5 lutego b. r., kol. Stanowski prosi Walne Zebranie o sformułowanie odpowiedniego wniosku dla Zarządu Głównego. Wywiązuje się krótka dyskusja, w wyniku której zebrani przychylają się zupełnie do wywodów Koła Wileńskiego w tej sprawie. Walne Zebranie poleciło nowo obranemu Zarządowi opracować wniosek w sprawie redagowania „Przeglądu Elektrotechnicznego” i przesłać go Zarządowi Głównemu. W wniosku tym należy zwrócić uwagę specjalną na zupełny brak w „Przeglądzie Elektrotechnicznym” rzeczy interesujących jak:

1) artykułów czysto praktycznych wyjętych wprost z życia codziennego.

2) artykułów o najnowocześniejszych zdobyczach elektrotechnicznych, jak np. o projektach budowy najnowocześniejszych elektrowni i jej urządzeń.

3) artykułów z dziedziny trakcji (zwłaszcza o trolleybusach).

4) danych dotyczących elektryfikacji kraju, zwłaszcza budowy węzła warszawskiego.

5) danych o wypadkach i najważniejszych wyroków sądowych.

6) o normach i przepisach elektrotechnicznych.

W końcu zaznaczyć należy, że miesięczne obroty energii elektrycznej aczkolwiek w zasadzie bardzo potrzebne, należałoby skomprimować.

b) *w sprawie Komisji Pomocy Koleżeńskiej S.E.P.* Po odczytaniu przez kol. Stanowskiego odezwy Zarządu Głównego S.E.P. z dnia 21 stycznia 1935, kol. Przewodniczący proponuje przyjąć propozycję Zarządu Głównego.

Kol. Buławski rozszerza wniosek kol. Wekera, mianowicie proponuje zaznaczyć w piśmie do Zarządu Głównego, że Oddział nasz nie przyjmie żadnej odpowiedzialności za ściągłość składek od kolegów, którzy się zdeklarują opłacać składki do funduszu pomocy koleżeńskiej — wniosek przyjęto jednogłośnie.

10) Odnośnie proponowania naklejania znaczków wśród firm elektrotechnicznych i swoich znajomych postanowiono prosić Zarząd Główny o przesłanie większej ilości tych znaczków w celu rozdzielenia ich w instytucjach, wśród firm i znajomych.

Kol. Stanowski proponuje zreformować odpowiednio stanowisko bibliotekarza w Zarządzie naszego Oddziału. Zdaniem kol. Stanowskiego kol. bibliotekarz winien być pomocny prezesowi w wyszukiwaniu odczytów i wycieczek i z tem związanych obowiązków, czyli kol. bibliotekarz winien piastować dodatkowo urząd referenta odczytowego, na co kol. bibliotekarz wyraził swą zgodę.

W końcu omówiono sprawę wyboru prezesa i członków Zarządu Głównego na rok 1935/36 z wezwaniem kolegów do punktualnego wysłania swych głosów do Zarządu Głównego.

Na tem porządek obrad wyczerpano i kol. przewodniczący, a zarazem prezes zamknął Walne Zebranie o godz. 22 min. 45.

Sekretarz:

(—) Stanisław Kortylewski.

Przewodniczący:

(—) Henryk Weker.

ODDZIAŁ RADOMSKO-KIELECKI.

Protokół

Walnego Zgromadzenia Oddziału Radomskiego
z dnia 24 lutego 1935 r.

Zgromadzenie odbyło się w Skarżysku-Kamiennej przy udziale 13 członków (86%). Zgromadzenie zagał Kol. Chądzyński Aleksander, witając członków i dziękując za liczny udział.

Na przewodniczącego Zgromadzenia wybrano kol. Borka Bolesława (Starachowice). Sekretarzem był z urzędu kol. Sielicki Leopold (Radom).

Porządek dzienny, zaproponowany przez Zarząd Oddziału, został przyjęty bez zmian: 1) Zagajenie; 2) Wybór Przewodniczącego; 3) Odczytanie protokołu z poprzedniego Walnego Zgromadzenia; 4) Sprawozdanie Zarządu i Kasowe; 5) Sprawozdanie Komisji Rewizyjnej; 6) Projekt Regulaminu Oddziału i zmiana nazwy Oddziału; 7) Wybór nowego Zarządu i Komisji Rewizyjnej; 8) Wolne wnioski.

Protokół z poprzedniego Zgromadzenia, jak również sprawozdania zostały przyjęte jednomyślnie. Na wniosek Komisji Rewizyjnej udzielono absolutorjum Zarządowi.

Projekt Regulaminu Oddziału referował Kol. Kamiński Józef (Radom).

W wyniku dyskusji wybrano Komisję w osobach Kologów: Chądzyńskiego, Kamińskiego i Sielickiego, dla ostatecznego ustalenia treści Regulaminu, udzielając dyktym co do poszczególnych paragrafów Regulaminu.

Na wniosek Kol. Borka dotychczasowy Zarząd i Komisję Rewizyjną zostawiono jednomyślnie w dotychczasowym składzie na rok 1935.

W wolnych wnioskach Zgromadzenie uchwaliło jednomyślnie opodatkowanie się wszystkich Członków Oddziału kwotą 1 zł. miesięcznie, jako obowiązkowe minimum na rzecz Funduszu Pomocy Koleżeńskiej.

Na powyższem Zgromadzenie zakończono.

Sekretarz:

(—) Leopold Sielicki

Przewodniczący:

(—) Bolesław Borek

ZARZĄD GŁÓWNY.

Przyjęto na członka zbiorowego:

Fabrykę Kabli Clement Zahm Sp. z o. o. Dziedzice, ul. Legionów 194. Na Walnem Zgromadzeniu S. E. P. reprezentować będą pp.: Karol Breks, Fryderyk Karol Neumann.

ODDZIAŁ TORUNSKI.

Zgłoszenie na członka zwyczajnego *):

Śluskowski Stefan, Gródek, p. Drzycim, pow. Świecie.

Przyjęci na członków zwyczajnych:

Depka Wiktor, Gródek, p. Drzycim, pow. Świecie.
Gliński Zygmunt, Toruń, ul. Szopena 19 m. 3.
Wizner Tadeusz, Toruń, ul. Mickiewicza 54 m. 2.

ODDZIAŁ WARSZAWSKI.

Zgłoszenia na członków zwyczajnych *):

Ciesielski Antoni, Warszawa, ul. Inflancka 1 m. 37.

Cieśla Stefan, Warszawa, ul. Marjensztadt 11 m. 3.

Sułkowski Zygmunt, Warszawa, ul. Zakopiańska 29.

*) Uwaga. Zgodnie z § 10 statutu S.E.P., każdy członek Stowarzyszenia ma prawo złożenia właściwemu Zarządowi Oddziału w ciągu 4 tygodni od daty niniejszego ogłoszenia, umotywowanego protestu przeciwko przyjęciu powyższych kandydatów.

PROJEKT NOWELIZACJI*).

PRZEPISY TECHNICZNE NA PRZYŁĄCZENIA URZĄDZEŃ ELEKTRYCZNYCH DO SIECI ROZ- DZIELCZYCH ZAKŁADÓW ELEKTRYCZNYCH UŻYTECZNOŚCI PUBLICZNEJ**).

I. WSTĘP.

§ 1. Przepisy ogólne.

1. Urządzenia elektryczne, przyłączane do sieci rozdzielczych zakładów elektrycznych użyteczności publicznej, mają być wykonane zgodnie z nowoczesnymi wymaganiami nauki i techniki i z przepisami wydanymi, zatwierdzonymi lub zaleconymi przez władze państwowe, ważnymi w czasie wykonywania urządzeń.

Pozatem urządzenia te mają być wykonane zgodnie z przepisami niniejszemi.

2. Urządzenia elektryczne, przyłączone do sieci rozdzielczych zakładów elektr. użyteczności publicznej, a wykonane na podstawie dotychczasowych przepisów technicznych, mogą być nadal czynne, o ile nie zagrażają bezpieczeństwu. Jednak wszelkie zmiany i uzupełnienia tych urządzeń mają być dostosowane do niniejszych przepisów.

3. Zakład elektryczny może wydawać dla swoich odbiorców regulamin z przepisami dodatkowymi. Przepisy te nie mogą być sprzeczne z przepisami niniejszemi.

§ 2. Określenia.

1. Wyrażenia *musi być* albo *ma być*, *niema być*, *nie może być*, *nie wolno*, *zabrania się* — użyto w niniejszych przepisach wszędzie tam, gdzie chodzi o bezwzględny nakaz, wykluczający odstępstwo od wyrażonej zasady.

2. Wyrażenia *zaleca się* użyto tam, gdzie w przepisach wskazane są metody wykonywania urządzenia szczególnie dobre i pewne. Stosowanie tych metod jest pożądane, lecz nie obowiązujące.

*) Uwagi do niniejszego projektu należy nadsyłać w terminie do dnia 1 lipca 1935 roku p. a.: Stowarzyszenie Elektryków Polskich, Warszawa, ul. Królewska 15.

**) Opracowane przez Komisję III Przepisów Budowy i Ruchu S. E. P.

3. *Przyłącze* (złącz) jest to urządzenie elektryczne zakładu elektrycznego, łączące urządzenie odbiorcze z siecią rozdzielczą tego zakładu, bezpośrednio lub za pośrednictwem pionu.

a) Przy niskim napięciu przyłącze kończy się na skrzynce przyłączowej, względnie na głównych bezpiecznikach umieszczonych przy wejściu do budynku.

U w a g a. O ile przy liniach napowietrznych zabezpieczenie znajduje się tylko na słupie sieciowym, przyłącze kończy się na liczniku (§ 2 p. 5).

b) Przy wysokim napięciu przyłącze kończy się na zespole transformatorów mierniczych, do którego jest przyłączony licznik, o ile energia jest odbierana przez konsumenta na wysokim napięciu. Jeżeli energję pobiera się na niskim napięciu, przyłącze kończy się na wtórnych zaciskach transformatora.

U w a g a. Jeżeli stacja transformatorowa znajduje się na terenie odbiorcy, lecz stanowi jedną z podstawy zakładu elektrycznego, przeznaczoną do zasilania również innych odbiorców, „przyłącze” danego odbiorcy zaczyna się przy wyjściu przewodów z podstacji, a kończy się jak wyżej, na liczniku wysokiego napięcia lub na skrzynce przyłączowej niskiego napięcia, a w braku takiej skrzynki — na liczniku niskiego napięcia.

4. *Pionem* (przewodami głównymi) nazywa się linię zasilającą, służącą do połączenia przyłącza z urządzeniami u poszczególnych odbiorców. Przewody od pionu do poszczególnych urządzeń odbiorczych, nazywają się *odgałęzieniem pionu*.

5. *Urządzenie odbiorcze* (instalacja) w rozumieniu niniejszych przepisów jest to urządzenie elektryczne u odbiorcy, doprowadzające energję do znajdujących się u niego odbiorników energii elektrycznej, wraz z temi odbiornikami. Urządzenie odbiorcze zaczyna się bezpośrednio za licznikiem odbiorcy lub za innym przyrządem, służącym do rozrachunku z zakładem elektrycznym, a gdy takiego przyrządu niema — bezpośrednio przed pierwszymi bezpiecznikami (lub wyłącznikami samoczynnymi) urządzenia odbiorcy.

II. PRZYŁĄCZA NISKIEGO NAPIĘCIA.

§ 3. Postanowienia ogólne.

1. Zaleca się, aby każde przyłącze zasilalo tylko jedną posesję. Jednak w celu zmniejszenia ilości przewodów napowietrznych, krzyżujących ulicę lub drogę, zaleca się zapomocą jednego skrzyżowania zasilac kilka domów, o ile te domy leżą po drugiej stronie ulicy lub drogi.

2. Skrzynka przyłączowa ma być umieszczona, o ile tylko jest to możliwe, w miejscu ogólnie dostępnym, jak brama, sień wchodowa, suterena i t. p.

3. Przekrój przewodów przyłącza ma być obliczony na natężenie prądu, odpowiadające sumie obciążeń wszystkich pionów, zasilanych przez dane przyłącze i obliczonych według § 10 p. 1 i 2. — Tam gdzie pionów niema — przyłącza oblicza się tak, jak pion (§ 10 p. 1 i 2).

4. Największy obliczony spadek napięcia w przyłączy nie ma przekraczać 1% napięcia nominalnego.

5. Przyłącza zasilane z sieci rozdzielczej wieloprzewodowej, zaleca się wykonywać o tej samej liczbie przewodów jak sieć, o ile łączna moc, przyjęta do obliczenia urządzeń odbiorczych (podług § 13, p. 3) przekracza 3 kW przy nominalnym napięciu odbiorników powyżej 150 V, lub 2 kW przy napięciu nominalnym odbiorników do 150 V włącznie.

6. Przyłącza dwuprzewodowe sieci rozdzielczej wieloprzewodowej zaleca się przyłączać naprzemian do różnych biegunów lub faz.

7. Utrzymywanie w porządku (konserwacja) przyłączy należy do zakładu elektrycznego, o ile nie jest to uregulowane inaczej pisemną umową. W każdym razie zakład elektryczny ma okresowo kontrolować stan przyłączy.

§ 4. Przyłącza napowietrzne.

1. Przekrój przewodów napowietrznych z miedzi (gołych lub izolowanych odpornych na wpływy atmosferyczne), ma wynosić conajmniej 6 mm², a z glinu 16 mm² (linka). Przekrój przewodów izolowanych, łączących przyłącze napowietrzne ze skrzynką przyłączową nie ma wynosić mniej niż 4 mm². Wyjątkowo może wynosić 2,5 mm² dla domków jedno-mieszkaniowych. Przepisy te stosują się i do przewodu zerowego.

2. Przy rozpiętości prześel przyłącza do 20 metrów przewody mają być tak prowadzone, aby ich nie można było dotknąć bez specjalnych środków pomocniczych — muszą być przeto prowadzone na wysokości conajmniej 3 metrów nad ziemią. O ile pod przewodami temi jest przejazd, odległość najniższego punktu przewodów od ziemi ma wynosić najmniej 6 metrów, o ile przewody prowadzone na mniejszej wysokości nie są szczególnie starannie zabezpieczone przed niebezpieczeństwem dotknięcia (np. przez użycie przewodów izolowanych odpornych na wpływy atmosferyczne i utrzymywanych stale w dobrym stanie).

3. Przy rozpiętości prześel przyłącza ponad 20 metrów, jak również przy skrzyżowaniu przyłącza z innymi liniami prądu silnego lub słabego, z ulicami lub drogami, bez względu na

rozpiętość przyłącza, przyłącze winno być wykonane zgodnie z obowiązującymi w czasie wykonywania przyłącza *Przepisami technicznymi na linje elektryczne napowietrzne oraz Przepisami technicznymi na skrzyżowania i zbliżenia linii elektrycznych prądu silnego z innymi liniami elektrycznymi, z drogami komunikacyjnymi, osiedlami i lotniskami.*

4. Przy krzyżowaniu ulic przyłącza zaleca się prowadzić możliwie prostopadle do kierunku ulicy.

5. Przewody mają być wprowadzane do budynków tylko przez odpowiednie przepusty lub stojaki dachowe.

6. Przewody przyłącza wewnątrz budynku, jak również przyrządy nie służące do obsługi urządzenia, mają być niedostępne dla osób niepowołanych.

§ 5. Przyłącze podziemne.

1. Przy podziemnej sieci rozdzielczej przyłącze ma być wykonane kablem obołowionym, asfaltowanym i opancerzonym.

2. Przyłącze podziemne można również przeprowadzić i od napowietrznej sieci rozdzielczej.

W tym przypadku w miejscu, gdzie się zaczyna kabel, trzeba umieścić napowietrzną mułę kablową i kabel sprowadzić wdół, osłaniając go od wysokości 2 metrów od ziemi i około 20 cm pod ziemią rurą żelazną, blachą lub t. p.

3. Skrzynkę przyłączową zaleca się umieścić tuż przy mufie kablowej (głowicy kablowej), zakańczającej kabel na terenie odbiorcy. Mułę kablową i skrzynkę zaleca się umieszczać w miejscach suchych we wnękach w murze, zakrytych drzwiczkami, zaopatrzonemi w otwory wentylacyjne lub siatkę. W suterenach i miejscach wilgotnych zaleca się umieszczać je na wierzchu, a w razie konieczności zakryć wentylowaną szafką.

4. Najmniejszy dozwolony przekrój każdej żyły kablowej ma wynosić 6 mm², wyjątkowo (kioski, jednomieszkaniowe domki i t. p.) można zastosować przekrój 4 lub 2,5 mm².

III. PRZYŁĄCZA WYSOKIEGO NAPIĘCIA.

§ 6. Postanowienia ogólne.

1. W razie zasilania urządzenia odbiorczego zapomocą transformatora, ustawionego u odbiorcy przez zakład elektryczny, transformator ten wraz ze wszystkimi przyrządami, znajdującymi się w zamkniętym pomieszczeniu transformatorowym, stanowi część przyłącza.

2. Pomieszczenie transformatorowe u odbiorcy ma być suche, ogniotrwałe i posiadające odpowiedni przewiew. W pomieszczeniu tem nie powinny, ile możności, znajdować się za-

dne nienależące do instalacji elektrycznej rury. Pomieszczenie to musi posiadać na drzwiach tablicę ostrzegawczą, typu ustalonego przez władze państwowe, ma być zamknięte na klucz i klucz ma być przechowywany w zakładzie elektrycznym. Jeżeli stacja transformatorowa zasila tylko urządzenie odbiorcy, na którego terenie się znajduje, to w razie ustawienia w tem pomieszczeniu urządzeń wyłączających lub pomiarowych i istnieniu na miejscu fachowej obsługi, drugi klucz może znajdować się u odbiorcy pod jego odpowiedzialnością, o ile urządzenie wyłączające nie może być obsługiwane zzewnątrz.

3. W pomieszczeniu transformatorowym odbiorcy winien się znajdować układ połączeń stacji.

4. Utrzymywanie w porządku (konserwacja) przyłączy należy do zakładu elektrycznego, o ile to nie jest uregulowane inaczej pisemną umową. W każdym razie zakład elektryczny ma okresowo kontrolować stan przyłączy.

§ 7. Przyłącze napowietrzne.

1. Przyłącze wysokiego napięcia ma być wykonane zgodnie z obowiązującymi w czasie wykonywania przyłącza państwowymi *Przepisami technicznymi na linje elektryczne napowietrzne* oraz *Przepisami technicznymi na skrzyżowania i zbliżenia linii elektrycznych prądu silnego z innymi liniami elektrycznymi, z drogami komunikacyjnymi oraz z osiedlami i lotniskami*.

§ 8. Przyłącze podziemne.

1. Przyłącze podziemne winno być wykonane kablem obołowionym, asfaltowanym i opancerzonym o przekroju nie mniejszym niż 6 mm² oraz zgodnie z państwowymi *Przepisami technicznymi na skrzyżowania i zbliżenia linii elektrycznych prądu silnego z innymi liniami elektrycznymi, z drogami komunikacyjnymi oraz z osiedlami i lotniskami*.

IV. PIONY.

§ 9. Miejsce i sposób zakładania.

1. Piony wewnątrz budynku ma się zakładać w miejscach ogólnie dostępnych, jak to: bramach, sieniach, klatkach schodowych, korytarzach, na strychach i w dostępnych, ile możliwości suchych, piwnicach. Prowadzenie pionu przez lokale dozwolone jest tylko w wyjątkowych wypadkach, gdy niema możliwości prowadzenia pionu inną drogą. Wtedy ma się prowadzić przewody w rurkach, ile możliwości pod tynkiem, i nie umieszczać w cudzym lokalu żadnych puszek lub rozgałęźników.

Jeżeli umieszczenia puszek nie da się uniknąć, puszki muszą być urządzone do zaplombowania przez zakład elektryczny.

Na strychach pion ma być założony bądź w rurkach stalowo - pancernych lub gazowych, jeżeli są prowadzone na podłodze lub wogóle narażone są na uszkodzenia mechaniczne, bądź też w zwykłych rurkach izolacyjnych w płaszczu żelaznym obołowionym, o ile niebezpieczeństwo uszkodzenia jest mało prawdopodobne, bądź jako przewód kabelkowy z uzbrojeniem, bądź jako kabel obołowiony, asfaltowany i opancerzony. W piwnicach system zakładania przewodów ma być zależnie od stanu piwnic taki, aby izolacja przewodów nie mogła ucieść od wilgoci i wyziewów piwnicznych.

2. Piony wolno prowadzić tylko jako przewody izolowane w rurkach, pod tynkiem lub na tynku, przewody pancerne lub kabelkowe, przewody gołe napowietrzne nazewnątrz budynków i kable obołowione. W miejscach zupełnie suchych wolno także stosować przewody płaszczowe lub w ołowiu.

Należy unikać prowadzenia przewodów gołych przez podwórza. W razie zaś prowadzenia przewodów napowietrznych przez podwórza zaleca się dawanie przewodów izolowanych odpornych na wpływy atmosferyczne, w żadnym zaś razie przewody zarówno gołe jak i izolowane nie mogą być osiągalne z okien, balkonów i dachów bez środków pomocniczych.

3. Rurki w płaszczu żelaznym obołowionym prowadzone po wierzchu, przewody płaszczowe i w ołowiu, kable obołowione nieopancerzone i przewody pancerne, przy przejściu przez strop oraz do wysokości 2 m nad podłogą, muszą być zabezpieczone rurą żelazną lub w inny odpowiedni sposób.

4. Puszek przelotowych lub rozgałęźnych, otwieranych mufek do rurek, muf otwartych kablowych nie wolno zakładać niżej, niż 2,5 m od podłogi, o ile na to pozwala wysokość pomieszczenia.

5. Wszystkie puszki, otwierane mufki, rozgałęźniki, skrzynki i t. p. mają być przystosowane do zaplombowania przez zakład elektryczny.

6. Pion musi zawierać na całej długości tyleż przewodów, co i przyłącze. Jedynie odcinek pionu od przedostatniego do ostatniego odgałęzienia może być dwuprzewodowy, o ile to odgałęzienie jest dwuprzewodowe.

Nie dotyczy to wypadków, gdy z jednego przyłącza wychodzi kilka pionów, z których każdy zasila moc odbiorczą mniejszą niż w § 3 p. 5, lub gdy przyłącze wieloprzewodowe zasila silnik, a pozostała całkowita moc odbiorcza jest mniejsza niż podano w § 3 p. 5.

7. Zaleca się dawać oddzielne piony dla światła i oddzielne dla siły, jeżeli moc poszczególnych silników przekracza 3 kW przy napięciu 150 V lub 2 kW przy napięciu do 150 V włącznie.

Zalecenie powyższe nie dotyczy wypadków, gdy silniki stale lub przez szereg godzin pozostają w ruchu t. j. rzadko są włączane i wyłączane, lub jeżeli siła i światło należą do jednego i tego samego odbiorcy.

§ 10. Przekroje pionów.

1. Przekrój przewodów pionu ma być obliczany w zasadzie na natężenie prądu, odpowiadające mocy przyłączonej wszystkich urządzeń odbiorczych, przyłączonych do pionu. W fabrykach i warsztatach z większą ilością silników można obliczać pion na moc szczytową urządzenia (moc jednoczesną), otrzymaną z mocy przyłączonej po uwzględnieniu pewnego współczynnika jednoczesności przy pracy odbiorników, ustalonego w porozumieniu z zakładem elektrycznym.

2. W domach mieszkalnych piony muszą być obliczone co najmniej na moc 6 W na każdy m² powierzchni wszystkich mieszkań, przyłączonych do danego pionu. W miejscowościach, w których prawdopodobne jest zastosowanie w mieszkaniach kuchen elektrycznych, kotłów na wodę i t. p., moc tych urządzeń musi być dodatkowo uwzględniona w porozumieniu z zakładem elektrycznym. Średnice rurek i rozmiary skrzynek dla bezpieczników pionu dla światła mają być w każdym razie takie, aby pion po ewentualnej wymianie przewodów mógł zasiląć wszystkie lokale mieszkalne, które mogą być dołączone do danego pionu.

U w a g a. O ile pion wykonany jest jako przewód kabelkowy, przewód pancerny, kabel obołowniony i t. p. zaleca się od razu dać taki przekrój, aby możliwe było zasilanie wszystkich urządzeń elektrycznych we wszystkich lokalach, znajdujących się na wspólnej klatce schodowej, wspólnym korytarzu i t. p.

3. Największy obliczony spadek napięcia w pionach na światła nie ma przekraczać 1,5% napięcia nominalnego, dla siły — 2,5%.

U w a g a. Wogóle spadek napięcia w pionie i w sieci urządzenia odbiorczego łącznie nie ma przekraczać: 4% — dla światła i 6,5% — dla siły. Zależnie od warunków miejscowych można odpowiednio zmienić podział spadku napięcia na pion i sieć urządzenia odbiorczego. Przy wspólnym pionie na siłę i światło zaleca się stosować spadki napięcia w pionie jak dla światła.

3. Najmniejszy dozwolony przekrój przewodów pionu wynosi:

a) przy napięciu sieci powyżej 150 V (przy prądzie trójfazowym — skojarzonym, a przy prądzie stałym — między skrajnymi przewodami) — 4 mm² dla pionu, a 1,5 mm² dla odgałęzień pionu,

b) przy napięciu sieci do 150 V włącznie (przy prądzie trójfazowym — skojarzonym, a przy prądzie stałym — między skrajnymi przewodami) — 6 mm² dla pionu, a 2,5 mm² dla odgałęzień pionu.

Podane najmniejsze przekroje odnoszą się również do przewodu zerowego.

§ 11. Bezpieczniki i tabliczki rozdzielcze.

1. Jeżeli od skrzynki przyłączowej odchodzi tylko jeden pion, a bezpieczniki w tej skrzynce są na natężenie prądu większe niż to odpowiada przekrojowi pionu, to pion musi być zabezpieczony osobno bezpośrednio za skrzynką przyłączową.

Jeżeli ze skrzynki przyłączowej odchodzi kilka pionów, to za skrzynką przyłączową musi się znajdować odpowiednia tabliczka rozdzielcza z bezpiecznikami lub wyłącznikami samoczynnymi.

Jeżeli pion rozgałęzia się, zaleca się dawać tabliczkę rozdzielczą w miejscu rozgałęzienia nawet wówczas, gdy nie zachodzi taka zmiana przekroju przewodów, któraby wymagała zabezpieczenia.

2. Odgałęzienia pionu winny być zabezpieczone na wszystkich biegunach lub fazach.

W odgałęzieniach dwuprzewodowych od pionu z przewodem zerowym zaleca się zabezpieczyć także przewód zerowy, przyczem można zabezpieczać przewód zerowy bezpiecznikiem (stopką) dla natężenia prądu o 1 stopień większego niż natężenie prądu bezpiecznika na przewodzie fazowym. W każdym razie izolacja przewodu zerowego musi być taka sama jak przewodów fazowych.

3. Wszystkie bezpieczniki i tabliczki rozdzielcze pionu mają być umieszczone w pomieszczeniach ogólnie dostępnych i w miarę możliwości na wysokości niemniejszej niż 2,5 m od podłogi. Przepis ten nie dotyczy tabliczki, umieszczonej wprost przy skrzynce przyłączowej.

4. Bezpieczniki i tabliczki mogą być umieszczone we wnękach w murze lub na wierzchu. Wnęki w murze mają posiadać żelazne drzwiczki grubości przynajmniej 1,5 mm lub drzwiczki z innego niepalnego materiału. Drzwiczki te zaleca się zaopatrywać w otwory wentylacyjne. Bezpieczniki i tabliczki na wierzchu mają być osłonięte skrzynkami z blachy lub niepalnego materiału izolacyjnego. W razie zastosowania skrzynek drewnianych, muszą one być wyłożone wewnątrz blachą, azbestem lub t. p. Wszystkie skrzynki winny być zamknięte na klucz (klucz typu wskazanego przez zakład elektryczny) i przystosowane do zaplombowania przez zakład elektryczny.

V. LICZNIKI.

§ 12. Postanowienia ogólne.

1. Liczniki winny być typu dopuszczonego do legalizacji przez Główny Urząd Miar i zalegalizowane, a stosowanie ich powinno odpowiadać przepisom i rozporządzeniom Głównego Urzędu Miar.

2. Miejsce na licznik ma być wybrane wolne od wstrząsów, suche, wolne od gazów żrących i pary.

Wogóle miejsce to ma być tak wybrane, aby mechanizm i ruch licznika nie był zagrożony przez żadne szkodliwe wpływy (uderzenia, wysoka temperatura, wpływ pól magnetycznych i t. d.).

3. Jeżeli zachodzi obawa uszkodzenia lub zanieczyszczenia licznika, to trzeba osłonić go szafką, umocowaną wprost na ścianie i niedotyającą licznika lub płyty licznikowej, albo też umieścić licznik we wnęce w murze.

4. Licznik zaleca się, tak umieścić, aby dolna jego krawędź była nie niżej niż 1,2 metra i nie wyżej niż 2,2 metra od podłogi.

5. Liczniki mają być umieszczane na płytach lub podpórach z metalu lub z materiału izolacyjnego. Dopuszczalne są również deski drewniane pod liczniki, przyczem należy je umocowywać na odległości około 1 cm od ściany.

6. Zaciski licznika muszą być zakryte i zaplombowane przez zakład elektryczny. Pożądane jest stosowanie przedłużonych pokrywek zaciskowych.

7. Miejsce zawieszenia licznika i sposób doprowadzenia i odprowadzenia przewodów od licznika ma być uzgodniony z zakładem elektrycznym.

U w a g a. Powyższe przepisy dla liczników stosują się odpowiednio do ograniczników lub innych przyrządów, służących do rozliczania się z odbiorcami prądu.

VI. URZĄDZENIA ODBIORCZE.

§ 13. Postanowienia ogólne.

1. W urządzeniu odbiorczym, posiadającym oddzielne liczniki dla różnych taryf, gniazda wtyczkowe (kontakty) mają być różne i tak urządzone, aby wykluczona była możliwość omyłkowego pobierania energii według niewłaściwej taryfy.

2. Do obliczenia przewodów przyjmuje się w zasadzie moc urządzenia odbiorczego równą sumie nominalnych mocy zainstalowanych odbiorników.

W przypadkach, w których jednoczesne zapotrzebowanie mocy jest mniejsze od mocy zainstalowanej, przewody mogą

być obliczone na tę moc jednoczesną, ustaloną w porozumieniu z zakładem elektrycznym.

3. W lokalach mieszkalnych bierze się w rachubę do obliczenia przewodów moc nominalną wszystkich przyłączonych (zainstalowanych) odbiorników, a w razie braku pewnych danych przyjmuje się obciążenie 60 watów na każdy wypust, t. j. na każdy świecznik bez względu na liczbę i moc jego żarówek oraz na każde gniazdo wtyczkowe.

Do powyższego obciążenia dolicza się pełną nominalną moc odbiorników ponad 150 watów, używanych w celach zawodowych lub przez dłuższy okres czasu. Nie zalicza się do tego przyborów, przeznaczonych do czasowego użytku domowego, jak żelazka, odkurzacze, małe grzejniki i t. p.

§ 14. Urządzenia dla światła.

1. Przy sieci wieloprzewodowej zaleca się wykonywać jako dwuprzewodowe tylko urządzenia odbiorcze do 3 kW mocy przy napięciu nominalnym powyżej 150 V, a do 2 kW mocy przy napięciu nominalnym do 150 V. Urządzenie odbiorcze o wyższej mocy zaleca się wykonywać jako wieloprzewodowe o tej samej liczbie przewodów co przyłącza, przyczem podział obciążenia na bieguny lub fazy ma być możliwie równomierny. Jeżeli w urządzeniu znajdują się dwubiegunowe odbiorniki o zapotrzebowaniu mocy większym niż wyżej podano (np. urządzenia elektromedyczne, duże kuchnie elektryczne i t. p.), to przyłączenie ich na jedną fazę (lub jedną połowę sieci) wymaga porozumienia z zakładem elektrycznym.

2. Na jeden obwód wewnętrzny 6-amperowy zaleca się ze względu na potrzebę rezerwy założyć najwyżej 15 sztuk normalnych opravek i gniazd wtyczkowych przy nominalnym napięciu powyżej 150 V, a 7 sztuk przy nominalnym napięciu do 150 V, jeżeli w obwodzie zastosowane są przewody założone na stałe o przekroju 1 mm². Przy najmniejszym przekroju wszystkich przewodów w obwodzie 1,5 mm² wolno zabezpieczyć obwód na 10 A i dać proporcjonalnie większą liczbę opravek i gniazd. Pożądane jest jednak, aby mieszkania o liczbie pokoi powyżej dwóch miały w każdym razie przynajmniej dwa obwody.

3. Największy obliczony na podstawie § 13 p. 2 i 3 spadek napięcia za licznikiem nie ma przekraczać 2,5% nominalnego napięcia.

4. Przy liczbie obwodów w urządzeniu odbiorczym ponad 3, zaleca się oznaczyć poszczególne obwody na tabliczkach rozdzielczych tak, aby można było bez trudu ustalić, jakie odbiorniki lub pomieszczenia należą do każdego obwodu.

§ 15. Urządzenia dla siły.

1. Niniejsze przepisy odnoszą się do silników niskiego napięcia (t. j. napięcia, które przy normalnym stanie sieci nie przekracza 250 V względem ziemi).

2. Silniki ponad 10 kW mocy, mają być zaopatrzone w urządzenia samoczynne, wyłączające silnik w razie zaniku napięcia.

3. Największy spadek napięcia za licznikiem obliczony na podstawie § 13 p. 2 nie powinien przekraczać 4%.

§ 16. Silniki prądu stałego.

1. Przy sieci trójprzewodowej zakładu elektrycznego silniki o mocy do 0,5 kW mogą być włączone między przewód skrajny a zerowy.

2. Silniki o mocy do 1,0 kW mogą być włączone zwykłymi wyłącznikami bez rozrusznika.

3. Silniki ponad 1,0 kW mocy powinny być zaopatrzone w rozrusznik tak zbudowany, aby przy ruszaniu pod pełnym obciążeniem prąd rozruchu nie przekroczył 1,75-krotnego prądu nominalnego przy silnikach do 5 kW, a 1,6-krotnego przy silnikach ponad 5 kW.

U w a g a. Przy silnikach o większym prądzie rozruchu sposób przyłączenia i uruchomienia silnika ma być uzgodniony z zakładem elektrycznym.

4. Silniki małe uruchamiane samoczynnie mogą posiadać prąd rozruchu większy niż przepisany w p. 3, lecz odpowiadający najwyżej mocy 10 kW.

§ 17. Silniki pierścieniowe i kolektorowe prądu zmiennego.

1. Do sieci trójfazowej zakładu elektrycznego mogą być przyłączone silniki jednofazowe (z kolektorami lub bez) o mocy do 1,0 kW.

2. Silniki trójfazowe pierścieniowe i kolektorowe mają być zaopatrzone w rozruszniki tak zbudowane, aby przy ruszaniu pod pełnym obciążeniem prąd rozruchu nie przekroczył 1,75-krotnego prądu nominalnego przy silnikach do 5 kW, a 1,6-krotnego przy silnikach ponad 5 kW.

U w a g a. Przy silnikach o większym prądzie rozruchu sposób przyłączenia i uruchomienia silnika ma być uzgodniony z zakładem elektrycznym.

3. Silniki małe uruchamiane samoczynnie mogą posiadać prąd rozruchu większy niż przepisany w p. 2, jednak odpowiadający najwyżej mocy 10 kVA.

§ 18. Silniki trójfazowe o wirniku zwartym.

1. Do sieci zakładów elektrycznych, których moc prądnic zainstalowanych nie przekracza 500 kVA oraz do sieci zakładów elektrycznych rozdzielczych, w których ogólna moc

transformatorów nie przekracza 100 kVA mogą być przyłączane zapomocą zwykłego wyłącznika trójbiegunowego silniki zwarte o mocy do 1,0 kW przy momencie obrotowym większym niż połowa, lub — o ile moment obrotowy przy ruszaniu nie przekracza połowy momentu nominalnego — do 1,5 kW mocy. Przy zastosowaniu przełącznika z gwiazdy w trójkąt można przyłączać silniki do 3 kW mocy z momentem rozruchowym nie większym niż połowa.

2. Do sieci zakładów elektrycznych, większych niż podano w poprzednim ustępie, mogą być przyłączane zapomocą zwykłego wyłącznika trójbiegunowego silniki zwarte do 2 kW mocy z pełnym momentem obrotowych, lub — o ile moment obrotowy przy ruszaniu nie przekracza połowy momentu nominalnego — do 4 kW mocy; zapomocą przełącznika z gwiazdy w trójkąt podlegają przyłączeniu silniki do 7,5 kW mocy przy momencie obrotowym nie większym niż połowa.

U w a g a. Silniki zwarte, których rozruch nie odbywa się w porze od zmierzchu do godziny 22-ej, a które pracują w ciągu szeregu godzin na dobę bez przerwy, mogą być za zgodą zakładu elektrycznego przyłączane również i przy większych niż powyżej mocach.

3. Silniki zwarte, posiadające takie urządzenia lub służące do takich napędów, że ruszanie następuje luzem, a obciążenie stopniowo się zwiększa w miarę wzrostu liczby obrotów silnika, mogą być przyłączane w zakładach wymienionych w p. 2 zapomocą zwykłego wyłącznika trójbiegunowego do 6 kW mocy, a zapomocą rozrusznika statorowego, przełącznika z gwiazdy w trójkąt albo transformatora rozruchowego — do 10 kW mocy.

4. W urządzeniu odbiorczym, posiadającym silniki pierścieniowe, mogą być przyłączane zapomocą zwykłego wyłącznika lub przełącznika z gwiazdy w trójkąt silniki zwarte nawet ponad podane wyżej normy, byleby tylko pięciokrotna moc nominalna największego silnika zwanego nie przewyższała nominalnej mocy największego silnika pierścieniowego, ustawionego u odbiorcy.

5. Przy zastosowaniu silników zwartych specjalnej budowy, przy której prąd rozruchu jest sztucznie zmniejszony, jak również przy zasilaniu urządzenia z osobnego transformatora i w innych szczególnych wypadkach, wolno za zgodą zakładu elektrycznego przyłączać silniki odpowiednio większe, aniżeli podane wyżej.

§ 19. Urządzenia dla grzejników, przyrządów elektromechanicznych i t. p.

1. Przy sieci wieloprzewodowej zakładu elektrycznego mogą być przyłączane do dwóch przewodów grzejniki i inne

aparaty o mocy do 3 kW przy napięciu nominalnym powyżej 150 V, lub o mocy do 2 kW przy napięciu nominalnym do 150 V.

Większe odbiorniki mają być przyłączone do skrajnych biegunów lub do wszystkich faz. Należy je przyłączać do pionów na siłę o ile takie istnieją.

Przyłączenie do 2 przewodów urządzeń o mocy większej niż wyżej podano lub przyłączenie urządzeń, zakłócających symetrię w sieci, wymaga uzgodnienia z zakładem elektrycznym.

2. Przekroje przewodów urządzeń odbiorczych zawierających grzejniki, należy obliczać tak, jak urządzeń dla światła, o ile dane urządzenie odbiorcze przeznaczone jest dla światła. W przeciwnym razie przekroje przewodów można obliczać jak dla urządzeń na siłę.

§ 20. Urządzenia prądu słabego.

1. Do urządzeń odbiorczych prądu silnego mogą być przyłączone urządzenia prądu słabego, z zachowaniem przepisów, wydanych, zatwierdzonych lub zaleconych przez władze państwowe.

2. Przewodów prądu silnego i słabego nie wolno prowadzić we wspólnych rurkach lub puszkach.

VII. ODBIÓR, KONTROLA I KONSERWACJA PIONÓW ORAZ URZĄDZEŃ ODBIORCZYCH.

§ 21. Odbiór przez zakład elektryczny.

1. Każdy pion i urządzenie odbiorcze musi być przed przyłączeniem do sieci zakładu elektrycznego zbadane i skontrolowane przez odpowiednio wykwalifikowanego funkcjonariusza zakładu. W urządzeniach, zasilanych z osobnego transformatora, umieszczonego na terenie odbiorcy i zasilającego wyłącznie jego urządzenie, kontrola zakładu elektrycznego pod względem bezpieczeństwa rozciąga się tylko na stronę wysokiego napięcia wraz z transformatorem.

Zakład elektryczny ma jednak prawo sprawdzania, czy wszystkie urządzenia poza transformatorem zostały przyłączone zgodnie z niniejszymi przepisami i z umową między zakładem a odbiorcą.

O ile odbiorca nie posiada fachowej obsługi swego urządzenia, całkowita kontrola zakładu rozciąga się i na urządzenie poza transformatorem.

Wszelkie istotne usterki i braki, skonstatowane przez zakład elektryczny, muszą być usunięte przez właściciela urządzenia odbiorczego zanim urządzenie będzie przyłączone do sieci.

2. Urządzenia odbiorcze w obiektach wojskowych, mogą w poszczególnych wypadkach, na żądanie Urzędu Budownictwa Wojskowego, nie podlegać kontroli zakładów elektrycznych, t. j. muszą być przyłączone do sieci bez tej kontroli pod warunkiem, że odnośny Urząd pisemnie udzieli danych co do wielkości mocy przyłączonej i rodzaju obciążenia oraz stwierdzi, że urządzenia są wykonane i będą utrzymywane pod fachowym nadzorem, zgodnie z obowiązującymi przepisami i umową, zawartą z zakładem.

3. Piony i urządzenia odbiorcze, zgłoszone w zakładzie elektrycznym do włączenia pod napięcie, muszą być kompletnie zmontowane. Wszystkie odbiorniki (świeczniki, silniki z przynależnymi urządzeniami i t. d.) muszą być zmontowane lecz wyłączone (a więc powykręcane żarówki, wyłączniki silników i innych odbiorników w pozycji wyłączenia), puszki, skrzynki rozdzielcze i t. p. mają być otwarte, bezpieczniki założone, całe urządzenie musi być w stanie zupełnej gotowości do uruchomienia.

U w a g a. W wypadkach, w których włączenie pod napięcie następuje za zgodą zakładu elektrycznego, zanim pomieszczenia zostaną zajęte, wystarcza stwierdzenie zupełnego ukończenia montażu sieci wraz z tabliczkami rozdzielczymi i bezpiecznikami, bez przyłączenia odbiorników.

4. Odbiór pionu i urządzenia odbiorczego przez zakład elektryczny nie zwalnia instalatora i właściciela instalacji od odpowiedzialności za skutki niezgodnego z wymaganiami bezpieczeństwa wykonania urządzeń.

§ 22. Kontrola przez zakład elektryczny.

1. Zakład elektryczny jest uprawniony do wykonywania perjodycznej kontroli przyłączonych urządzeń pod względem ich bezpieczeństwa. Kontrola ma się odbywać w okresach i rozmiarach, zależnych od ważności urządzeń i stopnia ich bezpieczeństwa. Kontrola dotyczyć powinna w szczególności: dobrego stanu izolacji bezpieczników i stopek (korków, wkładek), całości wyłączników, gniazd wtyczkowych (kontaktów) i wogóle przyrządów, używanych w urządzeniu. Przy kontroli należy uważać, czy w urządzeniu nie zostały dokonane ważniejsze zmiany bez powiadomienia zakładu elektrycznego.

2. Kontrola urządzeń ze strony zakładu elektrycznego nie zwalnia ich właściciela lub użytkowników od odpowiedzialności za szkody, wynikłe z powodu utrzymywania urządzeń w stanie niewłaściwym, i nie nakłada odpowiedzialności na zakład elektryczny.

§ 23. Utrzymanie w porządku (konserwacja) pionów i urządzeń.

1. Konserwacja pionów należy do ich właścicieli.

2. Konserwacja urządzenia odbiorczego należy do tego, kto z niego korzysta.

Z DZIEDZINY ELEKTRYFIKACJI

Obrót energii w lutym.

Podobnie jak w styczniu, produkcję energii elektrycznej w lutym cechuje niewielki przyrost w wysokości 5% w stosunku do lutego ub. roku.

W innej postaci można sobie obrazowo przedstawić ten przyrost w następującej formie.

Otóż przeciętna wytwórczość na dzień kalendarzowy elektrowni o mocy ponad 1000 kW wynosiła (w okrągłych cyfrach):

przez cały rok 1934	— 6 650 tys. kWh
w styczniu 1935 r.	— 7 214 „ „
w lutym 1935 r.	— 7 125 „ „

Średnio więc w bieżącym roku nasze elektrownie wytwarzają na dobę o blisko 0,5 miliona kWh więcej, niż w zeszłym roku, co świadczy o postępującym, w nieznanym zresztą tempie, polepszeniu się sytuacji gospodarczej.

Elektryfikacja więc posuwa się naprzód, przyczem za-

obserwowany „przerost” funkcji elektrowni niezawodowych kosztem zawodowych występuje nadal również wyraźnie, jak w styczniu r. b.

Wzrost bowiem produkcji zaznacza się wyłącznie w grupie elektrowni niezawodowych, osiągając 13,5%, podczas gdy elektrownie zawodowe wykazują 5,5%-ową stratę (w stosunku do lutego ub. r.).

Przyczyna tego leży głównie w kalkulacji energii, elektrownie bowiem zawodowe, po dokonaniu wymiany energii między sobą po cenie niższej od kosztu własnego, rozporządzały ilością energii o 60% większą, niż w zeszłym roku (w styczniu b. r. przyrost wyniósł 4,5%), co świadczy o wzroście zapotrzebowania prądu.

Ponieważ Biuletyn Statystyczny dzieli elektrownie, pod względem mocy na 2 grupy: powyżej i poniżej 5000 kW, więc zachodzi pytanie, czy kurczenie się wytwórczości miało jednakowy przebieg w obu grupach w lutym.

Poniższa tablica daje odpowiedź.

Rodzaj elektrowni	Moc	Ilość	Wytwórczość w lutym w 1000 kWh		Różnica %-wa 35 do 34 r.	Przeciętna wytwórczość 1 elektrowni w 1000 kWh w lutym 1935 r.
			1935 r.	1934 r.		
okręgowe	ponad 5000 kW	13	47 906	51 948	— 7,8	ok. 3 700
	poniżej 5000 kW	9	2 773	2 656	+ 4,2	ok. 310
	razem	22	50 679	54 604	— 7	
lokalne	ponad 5000 kW	9	26 663	26 859	— 0,7	ok. 3 000
	poniżej 5000 kW	17	3 786	4 677	— 19	ok. 223
	razem	26	30 449	31 536	— 2,5	

Z grup elektrowni okręgowych kryzys głębiej odczuwają (—7,8%) zakłady o mocy ponad 5000 kW, jako posiadające przeważające obciążenie na siłę. Natomiast zakłady słabsze o mocy 1000 — 5000 kW zwiększyły nawet, co prawda nieznacznie, bo o 4,2%, produkcję, głównie obliczoną na światło.

Lokalne zakłady dają odmienne zjawisko: elektrownie ponad 5000 kW wyszły naogół bez zmian z nieznaną stratą 0,7% (charakterystyczne, że wszystkie te zakłady znajdują się poza Zagłębiem Węglowym, obsługują więc przeważnie średni i drobny przemysł).

Najbardziej odbił się kryzys na grupie lokalnych zakładów o mocy poniżej 5000 kW; tu spadek produkcji doszedł do 19%. Przyszłość pokaże, czy to groźne zjawisko jest przejściowe, czy też będzie się utrzymywało.

Przechodząc do elektrowni niezawodowych, należy podkreślić zaznaczające się postępy w różnych działach przemysłu. O tych postępach nie można jeszcze stwierdzić, że posiadają cechy stałości. Energia rozporządzalna wydatnie wzrosła, bo o 26,5% w cementowniach (przygotowywanie się do sezonu), o 20% w hutach oraz w dziale różnych zakładów przemysłowych o 17,5%.

Straty zaś wykazują grupy: włókiennicza o 10% oraz chemiczna o 2%.

Ogólny stan produkcji przemysłowej, sądząc z energii rozporządzalnej, wzrósł o 4,5%.

Charakterystyczne, że elektrownie niezawodowe po- brały (w 1000 kWh) 28 960, a oddały 21 572 wobec 33 572 i 18 261 w lutym 1934 r.

Elektrownie niezawodowe cechuje więc wzrost wytwórczości, mniejszy pobór energii z elektrowni obcych, a natomiast zwiększenie energii, oddawanej innym elektrowniom — wszystko w porównaniu z odpowiednimi danymi za luty ub. r.

E. U.

Uprawnienia rządowe.

Woj. tarnopolskie. Ministerstwo Przemysłu i Handlu ogłasza, że wpłynęło podanie od Trembowelskiego Samorządowego Związku Powiatowego o udzielenie uprawnienia rządowego na zakład elektryczny, mający obejmować powiaty Trembowelski i Kopczyński z elektrownią wodną w Janowie i elektrownią cieplną w Trembowli.

Czas trwania uprawnieniami mały wynosić 40 lat.

Woj. poznańskie. Ministerstwo Przemysłu i Handlu ogłasza, że w dniu 27 listopada 1934 roku nadano gminie miejskiej Jarosław uprawnienie rządowe Nr. 248 na obszar m. Radymna oraz wsi Ostrów, Skołoszów i Tuczemy, jako uzupełnienie uprawnienia Nr. 160.

MINISTERSTWO PRZEMYSŁU I HANDLU

BIURO ELEKTRYFIKACJI

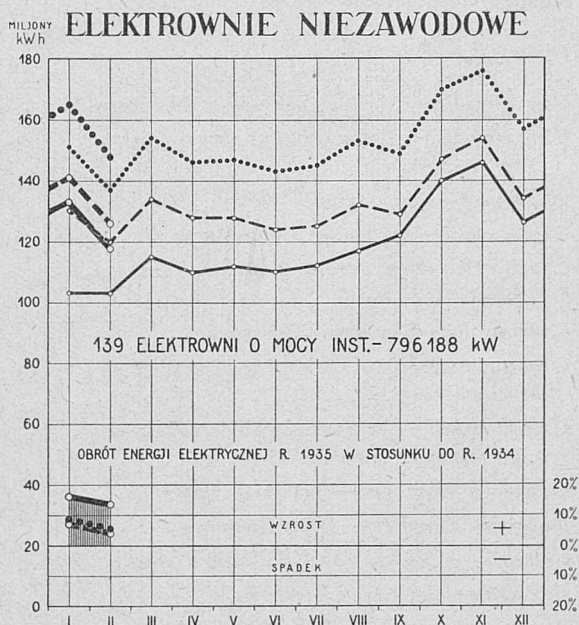
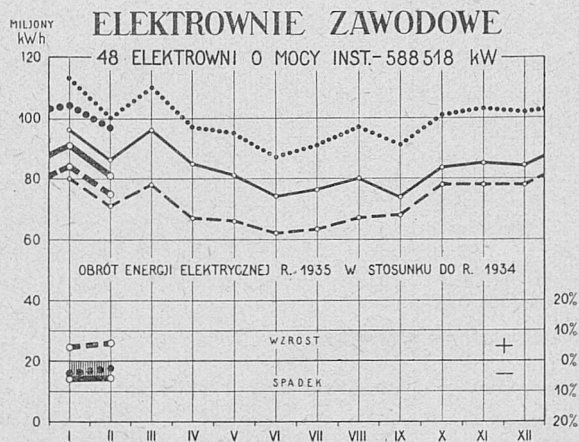
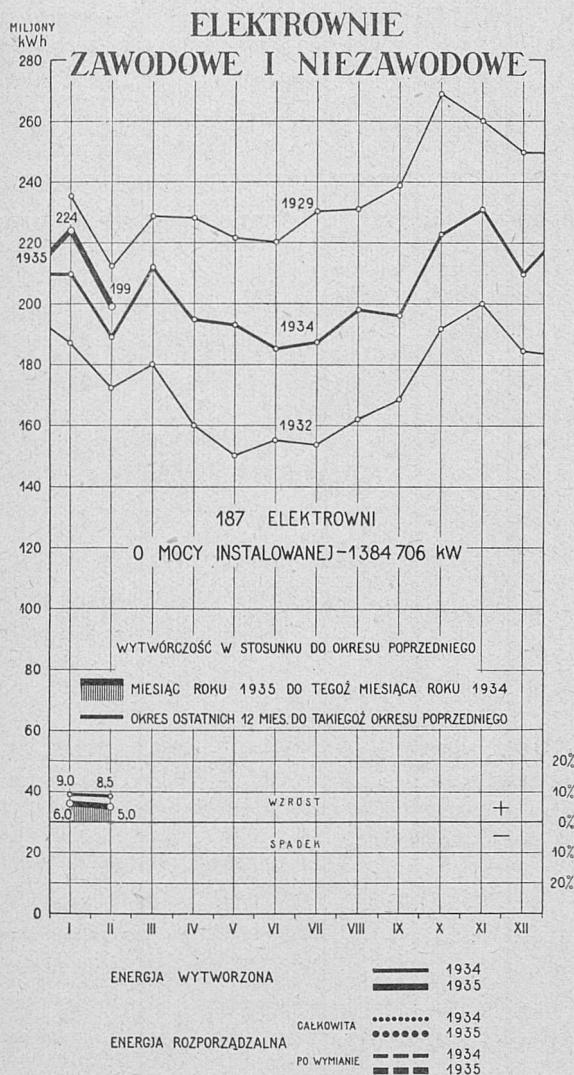
STATYSTYKA ELEKTRYCZNA

Rok VI

MIESIĘCZNY OBRÓT ENERGJI ELEKTRYCZNEJ

Luty 1935

Elektrownie (187) o mocy instalowanej ponad 1000 kW (ok. 92% wytwórczości)



ELEKTROWNIE o mocy instalowanej ponad 1 000 kW	Liczba zakła- dów	Moc instalowana kW	Własna wytwórczość		Wymiana energii z innymi elektrowniami		Rozporządzalna energia				
			1 000 kWh	przyrost	otrzymano	oddano	całkowita rb. (4+5)		po oddaniu innym elek- trowniom rb. (4+5-6)		
							1 000 kWh	przyrost	1 000 kWh	przyrost	
1	2	3	4	%	5	6	7	%	8	%	
I + II	187	1 384 706	199 254	+ 5,0	44 947	43 670	244 201	+ 2,5	200 531	+ 5,0	
I Zawodowe	48	588 518	81 128	— 5,5	15 987	22 098	97 115	— 2,5	75 017	+ 6,0	
1) Okręgowe.	O	22	349 320	50 679	— 7,0	12 734	20 364	63 413	— 4,0	43 049	+ 10,5
2) Lokalne	L	26	239 198	30 449	— 2,5	3 253	1 734	33 702	— 0,5	31 968	0,0
II Niezawodowe	139	796 188	118 126	+ 13,5	28 960	21 572	147 086	+ 6,0	125 514	+ 4,5	
1) Kopalnie węgla	W	41	388 946	58 215	+ 6,0	13 647	20 606	71 862	+ 7,0	51 256	+ 3,0
2) Huty	H	14	95 230	16 023	+ 19,5	10 275	768	26 298	+ 18,5	25 530	+ 20,0
3) Fabryki włókiennicze	Wł	16	44 189	7 549	— 7,0	324	—	7 873	— 10,0	7 873	— 10,0
4) Fabryki chemiczne	Ch	15	114 528	20 925	+ 69,5	3 368	198	24 293	— 1,0	24 095	— 2,0
5) Cukrownie	Ck	21	49 161	98	+ 9,0	11	—	109	+ 12,0	109	+ 12,0
6) Papiernie	P	6	28 764	9 280	— 3,0	149	—	9 429	— 1,5	9 429	— 1,5
7) Cementownie	Cm	8	33 351	466	+ 21,5	58	—	524	+ 26,5	524	+ 26,5
8) Pozostałe zakłady przem.	R	16	28 439	3 375	+ 17,0	190	—	3 565	+ 17,5	3 565	+ 17,5
9) Trakcyjne	T	2	13 580	2 195	+ 1,5	938	—	3 133	+ 6,5	3 133	+ 6,5

MIESIĘCZNY OBRÓT ENERGJI ELEKTRYCZNEJ

ELEKTROWNIE (70) O MOCY INSTALOWANEJ PONAD 5 000 kW

(Ok. 80% wytwórczości)

Luty 1935

Nr.	MIEJSCOWOŚĆ — NAZWA ZAKŁADU	Moc instalowana		Największe (szczytowe) obciążenie (czas trwania 15 min.)	Własna wytwórczość	Wymiana energii z innymi elektrowniami		Rozporządzalna energia		
		kW	kVA			kW	otrzymano	oddano	całkowita rb. (5+6)	po oddaniu innym elektrowniom rb. (5+6-7)
1	2	3	4	5	6	7	8	9		
	Ogółem (elektrownie ponad 5 000 kW) .	1 148 116	1 484 078	—	172 073	28 396	42 120	200 469	158 349	
1	Będzin—Elektrownia Okręgowa w Zagłębiu Dąbrowskiem O	23 500	33 050	8 800	2 638	727	1 425	3 365	1 940	
2	Białystok—Białostockie Tow. Elektryczności L	7 500	9 780	2 580	865	—	—	865	865	
3	Borysław—Podkarpackie Tow. Elektryczne . O	11 200	14 000	4 400	1 207	—	—	1 207	1 207	
4	Brzeszcze—Kopalnia „Brzeszcze” W	10 000	12 935	1 700	747	—	—	747	747	
5	Buchacz-Radzionków — Kop. „Radzionków„ W	8 655	10 780	—	—	524	—	524	524	
6	Bydgoszcz—Elektrownie { I (nowa) L	7 050	8 750	2 350	919	—	447	919	472	
	{ II (stara) L	1 910	2 230	—	—	447	—	447	447	
7	Chorzów III — Śląskie Zakłady Elektryczne O	76 000	95 000	23 000	6 914	9 674	5 655	16 588	10 933	
8	Chorzów III — Zjednoczone Fabryki Związków Azotowych Ch	55 200	81 300	14 800	8 247	2 970	—	11 217	11 217	
9	Chrzanów—Kop. bliższu ołowiu „Matylda” R	5 200	6 500	—	—	4	—	4	4	
10	Chwałowice—Kopalnia „Donnersmarck” . . . W	10 760	13 450	5 500	2 256	—	1 814	2 256	442	
11	Czechowice-Żebrawce — Zakłady Górnicze „Silesia” O	17 900	27 847	6 000	2 366	—	994	2 366	1 372	
12	Czerwionka—Kopalnia „Dębieńsko” W	8 400	10 500	3 300	1 499	—	—	1 499	1 499	
13	Częstochowa—Tow. Elektryczne Okręgu Częstochowskiego O	10 700	16 735	3 700	1 802	—	33	1 802	1 769	
14	Częstochowa — Towarzystwo Przędzalnicze „La Czenstochovienne” Wł	5 100	6 350	2 076	510	—	—	510	510	
15	Dąbrowa Górnicza—Kopalnia „Paryż” . . . W	13 550	16 850	3 300	1 697	—	—	1 697	1 697	
16	Dąbrowa Górnicza—Huta Bankowa H	7 096	8 696	3 700	1 809	52	549	1 861	1 312	
17	Goeszów—Goesz, Fabr. Portland-Cementu . Cm	6 056	7 580	—	—	58	—	58	58	
18	Grodziec—Kopalnia „Grodziec II” W	10 975	13 700	4 900	1 662	—	—	1 662	1 662	
19	Grudziądz—Miejskie Tramwaje, Elektrownia i Wodociągi O	6 800	8 380	3 400	877	245	395	1 122	727	
20	Janów—Kopalnia „Giesche”, szyb „Carmer” W	29 820	34 780	17 300	10 187	—	7 386	10 187	2 801	
21	Jaworzno—Kopalnia „Piłsudski” W	19 120	23 925	10 500	4 648	—	2 595	4 648	2 053	
22	Jaworzno—Fabryka elektrochemiczna „Azot” Ch	6 250	12 500	—	—	391	—	391	391	
23	Jeziorna—Mirkowska Fabryka Papieru . . . P	6 000	7 250	2 250	1 291	1	—	1 292	1 292	
24	Kalety—Fabr. celulozy i papieru „Natro-nag” P	4 910	6 140	1 842	1 088	—	—	1 088	1 088	
25	Kalisz-Piwnice — Okręgowy Zakład Elektryczny „Ozemka” O	4 200	5 250	1 290	412	—	—	412	412	
26	Kamień—Kopalnia „Andaluzja” W	8 320	9 320	2 000	1 076	140	2	1 216	1 214	
27	Katowice—Kopalnia „Ferdynand” W	12 325	15 265	2 400	1 126	—	—	1 126	1 126	
28	Katowice-Brynów — Kopalnia „Wujek” . . . W	12 000	15 500	4 000	1 806	1	671	1 807	1 136	
29	Katowice-Załęże—Kopalnia „Kleofas” . . . W	8 940	10 815	1 600	631	2	—	633	633	

Nr.	MIEJSCOWOŚĆ — NAZWA ZAKŁADU	Moc instalowana		Największe (szczytowe) obciążenie (czas trwania 15 min.)	Własna wytwórczość	Wymiana energii z innymi elektrowniami		Rozporządzalna energia							
		kW	kVA			kW	t	y	s	i	a	c	e	całkowita rb. (5 + 6)	po oddaniu innym elektrowniom rb. (5 + 6 — 7)
1	2	3	4	5	6	7	8	9							
30	Knurów—Kopalnia „Knurów” W	7 500	9 375	—	—	2 210	—	2 210	2 210						
31	Kostuchna—Kopalnia „Boer” W	7 243	9 043	—	—	1 622	—	1 622	1 622						
32	Kraków—Elektrownia w Krakowie. L	15 700	19 880	2 630	808	2 056	—	2 864	2 864						
33	Libiąż Mały—Kopalnia „Janina”. W	6 620	8 115	1 050	535	—	—	535	535						
34	Lublin—Elektrownia w Lublinie L	5 800	7 250	1 610	520	—	—	520	520						
35	Lwów—Miejskie Zakłady Elektryczne O	25 900	31 380	9 400	3 065	—	—	3 065	3 065						
36	Łaziska Górne—Zakłady „Elektro” O	87 100	110 125	39 600	22 054	—	10 527	22 054	11 527						
37	Łaziska Średnie—Kopalnia „Zjedn. Aleksander-Książko” W	5 300	6 625	—	—	657	—	657	657						
38	Łódź—Elektrownia Łódzka. L	70 750	93 890	26 800	10 364	—	1 038	10 364	9 326						
39	Łódź—Fabr. Wyrób. Bawełn. „J. K. Poznański” Wł	6 000	7 500	5 100	1 464	13	—	1 477	1 477						
40	Łódź—„Widzewska Manufaktura” Wł	6 240	7 800	5 562	1 390	60	—	1 450	1 450						
41	Modrzejów — Centrala elektr. „Modrzejów”. W	14 240	18 050	4 200	1 641	—	—	1 641	1 641						
42	Mościce—Zjedn. Fabr. Związków Azotowych Ch	24 900	31 125	10 100	6 037	—	198	6 037	5 839						
43	Mysłowice—Kopalnia „Mysłowice”. W	13 472	16 222	3 500	1 421	—	—	1 421	1 421						
44	Myszków — Fabryka papieru „Steinhagen i Saenger” P	8 950	11 190	7 000	3 521	—	—	3 521	3 521						
45	Niemce—Kopalnia „Juljusz”. W	9 500	11 875	5 600	2 091	303	—	2 394	2 394						
46	Nowa Wieś—Kopalnia „Hillebrand” W	8 800	10 900	—	—	1 279	—	1 279	1 279						
47	Nowy Bytom—Huta „Pokój” H	12 230	18 480	4 500	2 686	1 636	212	4 322	4 110						
48	Ostrowiec—Zakłady Ostrowieckie H	5 070	7 590	2 900	779	—	—	779	779						
49	Piaski-Czeladź—Kopalnia „Czeladź”. W	13 960	17 435	5 300	2 379	—	725	2 379	1 654						
50	Poznań—Elektrownie { I (nowa). L	20 000	25 000	7 500	2 454	56	83	2 510	2 427						
	{ II (stara). L	10 000	13 005	—	—	—	—	—	—						
51	Pruszków — Elektrownia Okręgu Warszawskiego. O	31 500	43 450	9 500	3 195	—	23	3 195	3 172						
52	Pszów—Kopalnia „Anna” W	24 800	31 000	8 400	4 199	60	2 047	4 259	2 212						
53	Radlin—Kopalnia „Emma” W	14 300	17 875	3 000	1 332	1 135	80	2 467	2 387						
54	Ruda—Elektrownia „Mikołaj” W	16 800	21 000	10 000	3 814	—	1 417	3 814	2 397						
55	Rydułtowy—Kopalnia „Charlotte” W	11 360	14 200	6 000	1 750	912	1 784	2 662	878						
56	Siemianowice — Elektrownia „Richter” . . . W	19 760	25 900	9 000	3 936	—	658	3 936	3 278						
57	Siersza - Wodna — Elektrownia Okręgowa w Zagłębiu Krakowskim. O	22 500	32 140	5 000	1 929	—	4	1 929	1 925						
58	Sosnowiec-Sielce — Elektrownia Gwarectwa „Hr. Renard” W	9 200	11 000	3 450	541	549	52	1 090	1 038						
59	Szczakowa — Fabryka Portland - Cementu „Szczakowa” Cm	7 000	8 750	360	169	—	—	169	169						
60	Świętochłowice—Kopalnia „Niemcy”. W	8 750	10 445	4 500	1 778	7	168	1 785	1 617						
61	Świętochłowice—Huta „Falwa” H	51 000	64 660	17 500	7 954	2	7	7 956	7 949						
62	Tomaszów - Wilanów — Tomaszowska Fabryka Sztucznego Jedwabiu Ch	8 115	9 895	4 030	2 164	—	—	2 164	2 164						
63	Warszawa—Elektrownia Warszawska L	57 900	79 000	30 700	9 599	—	163	9 599	9 436						
64	Warszawa—Elektrownia Tramwajów Miejskich T	12 900	12 900	6 960	2 195	163	—	2 358	2 358						
65	Wilno—Elektrownia w Wilnie L	5 400	6 775	2 580	753	—	—	753	753						
66	Włocławek—Kujawska Elektrownia Okręgowa O	5 800	7 250	1 400	507	—	—	507	507						
67	Wojkowice Komorne—Kopalnia „Jowisz” . . W	17 100	21 380	7 400	2 722	—	904	2 722	1 818						
68	Wysoka—Fabr. Portland-Cementu „Wysoka” Cm	7 840	9 800	1 800	226	—	—	226	226						
69	Zgierz—Elektrownia Zgierska L	7 179	10 845	2 750	881	1	—	882	882						
70	Żur—Zakład wodno-elektryczny w Żurze . . O	8 200	8 800	6 000	940	439	64	1 379	1 315						

SPIS RZECZY

Do wszystkich kolegów — elektryków	str. 185
Sekcja ogólnoelektryfikacyjna.	
Konczykowski, Inż. Stanisław. Zasadnicze pojęcia techniczne i gospodarcze, charakteryzujące zakłady elektryczne	186
Altenberg, Inż. M. Krytyczna ocena zasad elektryfikacji okręgowej, przyjętych przez Ministerstwo Przemysłu i Handlu	191
Swach, J. Elektryfikacja rolnictwa	199
Witwiński, Inż. B. Normalizacja w budowie sieci średnich napięć	206
Jung, Inż. L. Burze i przepięcia w polskich sieciach elektrycznych wysokiego napięcia w 1934 r.	209
Szwander, Inż. Wiesław. Praktyczne ujęcie obliczania prądów zwarcia	217
Fridlender, Inż. J. Przewód odgromowy jako ochrona linii wysokiego napięcia przed bezpośrednim uderzeniem pioruna	227
Przybyłowski, Inż. W. J. Historia i rozwój taryf na sprzedaż energii elektrycznej Śląskich Zakładów Elektrycznych	230
Sekcja przemysłowa.	
Kopczyński, Inż. W. Pięćdziesiąt lat spawania elektrycznego	239
Kopczyński, Inż. W. Elastyczność łuku elektrycznego przy spawaniu	240
Żarnecki, Inż. T. Badania łuku spawalniczego	243
Dziergowski, Inż. M. Spoina i otulina elektrod	247
Sekcja komunikacyjna.	
Baniewicz, Inż. T. Taryfy tramwajów i kolei dojazdowych	250
Podolski, Inż. J. Drugi etap elektryfikacji Kolejowego Węzła Warszawskiego	255
Grabiński, Inż. Z. Racjonalna organizacja warsztatów tramwajowych	263
Zienkowski, Inż. L. Konserwacja elektrycznego sprzętu trakcyjnego w przedsiębiorstwach tramwajowych	271
Jaszewski, Inż. K. Samoczynne regulatory napięcia do obwodów świetlnych w wagonach tramwajowych	275
Jawor, T. Samoczynna sygnalizacja na przejazdach	277
Sekcja teletechniczna.	
Günther, Inż. W. Postępy połączeń kablowych w dziedzinie telefonii dalekosiężnej	284
Sekcja radjotechniczna.	
P. zeszyt Przeglądu Radjotechnicznego.	
S. E. P.	
Program VII Walnego Zgromadzenia	292
Przepisy techniczne na przyłączenia urządzeń elektrycznych do sieci rozdzielczych zakładów elektrycznych użyteczności publicznej	297
Z dziedziny elektryfikacji	304
Ministerstwo Przemysłu i Handlu. Statystyka elektryczna	305

PRZEDPŁATA:
kwartalnie zł. 9.—
rocznie zł. 36.—
 zagranicą + 50%
 za zmianę adresu
 (znaczkami pocztowymi) gr. 50

Biurowisko Redakcji i Administracji: Warszawa, Królewska 15, II piętro
 telefon № 690-23.

Administracja otwarta codz. od godz. 9 do 15 w soboty od 9 do 13
 Redaktor przyjmuje we wtorki i piątki od godziny 19-ej do 20-ej.

Konto czekowe w P. K. O. Nr. 363

**Ceny ogłoszeń
 podaje administracja
 na zapytanie.**

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

S. A. Z. G. „Drukarnia Polska”, Warszawa, Szpitalna 12. Tel. 5.87-98 w dzierżawie Sp. Wydawniczej Czasopism Sp. z o. o.