

PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH

pod naczelnym kierunkiem prof. M. POŻARYSKIEGO.

Rok XIII.

15 Października 1931 r.

Zeszyt 20.

Redaktor inż. WACŁAW PAWŁOWSKI

Warszawa, Czackiego 5, tel. 690-23.

BADANIE PRĄDÓW ZMIENNYCH PRZY WYŁADOWANIACH NIEZUPEŁNYCH.

Prof. K. Drewnowski, inż. J. Miłodrowski, inż. S. Szpor.

1. Cel pracy.

Przy wyładowaniach niezupełnych w układach izolacyjnych, badanych w laboratorjach, płyną prądy rzędu mikroamperów lub miliamperów.

Z powodu tych wyładowań prądy te mają przebieg odkształcony nawet przy napięciu zmiennym sinusoidalnym, zawierają więc sinusoidę podstawową (pierwszą harmoniczną) i wyższe harmoniczne. Moc tracona przy wyładowaniach zależy tylko od amplitudy i przesunięcia fazowego pierwszej harmonicznej prądu względem napięcia. Wyższe harmoniczne prądu wobec sinusoidalnego napięcia nie dają mocy. Najważniejszy zatem pod względem energetycznym jest pomiar pierwszej harmonicznej prądu; pomiary np. wartości średniej prądu wyprostowanego nie dają w tym przypadku właściwych wyników.

W niektórych układach izolacyjnych przebieg czasowy prądu nie jest jednaki dla obu znaków napięcia. Dla porównania zjawisk przy różnych kierunkach prądu korzystny jest pomiar wartości maksymalnych prądu obu znaków.

Przy dokładniejszych badaniach jakościowych konieczne jest zdejmowanie przebiegów czasowych prądu. Oscylografowanie ma wielkie znaczenie szczególnie przy napięciach zbliżonych do krytycznego dla danego układu, kiedy impuls prądu jonowego jest bardzo mały w porównaniu z prądem pojemnościowym i nie daje się jeszcze stwierdzić przy pomiarach pierwszej harmonicznej i wartości maksymalnych.

Zadaniem niniejszej pracy było opracowanie dokładnej a praktycznej metody, pozwalającej na mierzenie pierwszej harmonicznej prądu płynącego przez układ izolacyjny przy wyładowaniach, na badanie kierunkowości tego prądu, oraz na oscylografowanie jego przebiegów czasowych, — wszystko to przy dostosowaniu do wysokich napięć. Z podobnym do poniższego rozwiązaniem idei mierzenia prądu przy wyładowaniach nie spotkaliśmy się w dostępnej nam literaturze naukowej.

Badania te zostały przeprowadzone w Laboratorium Wysokich Napięć Politechniki Warszaw-

skiej przy sposobności studjów nad zjawiskami ulotu elektrycznego, *) o czym nastąpią dalsze publikacje.

2. Pomiary prądów odkształconych za pomocą woltomierza katodowego.

a) *Zasada.* — Dla wyodrębnienia pierwszej harmonicznej zastosowano sposób, polegający na przepuszczaniu prądu przez obwód antyrezonansowy, złożony z dławika z żelazem i kondensatora, a dostrojony do pierwszej harmonicznej. Jeżeli oporność rzeczywista dławika R jest mała w porównaniu z opornością indukcyjną ωL , a oporność pojemnościowa kondensatora wynosi $\frac{1}{\omega C}$, to przy spełnionym warunku rezonansu dla pierwszej harmonicznej: $\frac{1}{\omega C} = \omega L$,* oporność zastępcza dla pierwszej harmonicznej jest rzeczywista i wyraża się wzorem:

$$R_I = \frac{\omega^2 L^2}{R} = \frac{\omega L}{R} \cdot \omega L, \dots (1a)$$

oporność zastępcza dla drugiej harmonicznej jest w przybliżeniu pojemnościowa i wynosi:

$$X_{II} = \frac{1}{2\omega C - \frac{1}{2\omega L}} = \frac{2}{3} \omega L, \dots (1b)$$

a dla n -tej harmonicznej:

$$X_n = \frac{1}{n\omega C - \frac{1}{n\omega L}} = \frac{n}{n^2 - 1} \omega L, \dots (1c)$$

Przy użyciu dobrych dławików z żelazem można uzyskać duży stosunek $\frac{\omega L}{R}$, oporności więc X_{II} , X_n można uczynić według wzorów (1a), (1b), (1c) bardzo małymi w porównaniu z opornością R_I . W takim obwodzie antyrezonansowym prąd odkształcony wytwarza spadek napięcia prawie pozbawiony wyższych harmonicznych, a odpowiadający sinusoidzie podstawowej prądu. Jeżeli więc

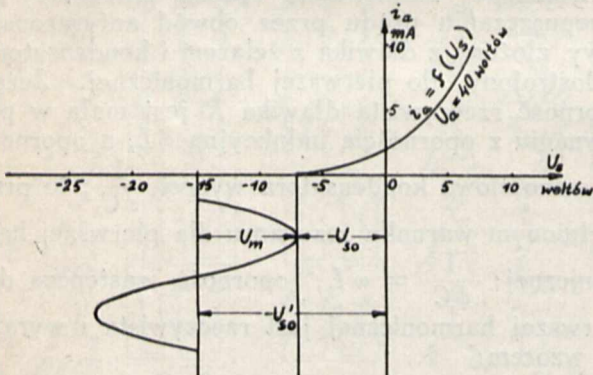
*) Temat pracy dyplomowej J. Miłodrowskiego i S. Szpora.

zmierzymy amplitudę tego spadku napięcia U_{Im} , to będziemy mogli obliczyć amplitudę pierwszej harmonicznej prądu według wzoru:

$$I_{Im} = \frac{U_{Im}}{R_I} \dots \dots \dots (2)$$

Prądy I_{Im} są rzędu mikroamperów lub miliamperów, dla uzyskania więc napięć U_{Im} rzędu jednostek woltów należy stosować oporność R_I rzędu megomów lub kiloomów. Dlatego do pomiarów napięcia U_{Im} nie można użyć zwyczajnych woltomierzy np. elektrodynamicznych, gdyż zwierzałyby one obwody antyrezonansowe, a woltomierz elektrostatyczny rozstrajałby rezonans.

Jako dogodny woltomierz wielkooporowy zastosowano przeto woltomierz katodowy, służący do pomiaru wartości maksymalnej napięcia. Wybrany woltomierz katodowy opiera się na zasadzie detekcji na zakrzywieniu charakterystyki prądu anodowego lampy trójelektrodowej. Na dolnym zakrzywieniu charakterystyki prądu anodowego, jako funkcji napięcia siatki: $i_a = f(U_s)$, napięcie zmienne, nałożone na napięcie początkowe siatki, wywołuje przyrost składowej stałej prądu anodowego. Charakterystykę $i_a = f(U_s)$ przy napięciu anodowym $U_a = 40$ woltów lampy Philipsa B 409 przedstawia rys. 1.

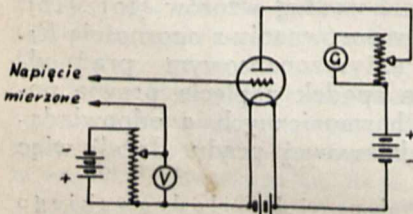


Rys. 1.

Kiedy nie ma składowej zmiennej napięcia na siatce, to prąd anodowy znika przy początkowym napięciu siatki — U_{so} . Przy występowaniu składowej zmiennej napięcia na siatce o amplitudzie U_m , prąd anodowy znika dopiero przy początkowym napięciu — U'_{so} , ponieważ przy mniejszej wartości ujemnego napięcia początkowego wierzchołek dodatni krzywej napięcia zmiennego powodowałby prąd anodowy na zasadzie detekcji. Mamy więc równanie do określenia wartości maksymalnej napięcia zmiennego:

$$U_m = U'_{so} - U_{so}$$

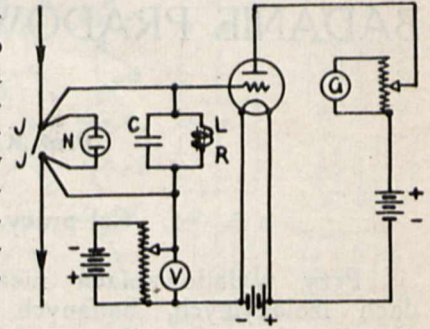
Schemat woltomierza katodowego przedstawia rys. 2. Napięcie początkowe siatki regulujemy za pomocą potencjometru i określamy wartość napięcia przy krócej zaczyna wychylać się galwanometr w obwodzie anodowym. Pomiary wykonujemy przy włą-



Rys. 2.

czonem i wyłączonem mierzonem zmiennem napięciu. Różnica odczytanych wartości napięcia początkowego siatki jest równa wartości maksymalnej napięcia zmiennego. Przełączając przewody napięcia zmiennego, możemy określić wartości maksymalne napięcia znaku dodatniego i ujemnego. Bocznik galwanometru jest używany na początku każdego pomiaru, kiedy napięcie początkowe siatki nie jest jeszcze wyregulowane.

Schemat układu pomiarowego pierwszej harmonicznej prądu jest przedstawiony na rys. 3. Zastosowanie w obwodzie antyrezonansowym bardzo dobrego dławika ma wielkie znaczenie, ponieważ pozwala uniknąć w woltomierzu katodowym napięć, pochodzących od wyższych harmonicznych prądu, a powodujących uchyb przy określaniu pierwszej harmonicznej prądu. Uchyb ten zależy zarówno od amplitud wyższych harmonicznych prądu, jak od przesunięć fazowych.



Rys. 3.

Naprzykład jeżeli krzywa prądu zmiennego ma pionową oś symetrii, to wartości maksymalne harmonicznych prądu wypadają w tym samym czasie. Ponieważ zaś oporność R_I jest rzeczywista, a oporności X_{II} , X_n pojemnościowe, więc wartości maksymalne wyższych harmonicznych napięcia na układzie antyrezonansowym są przesunięte w czasie względem wartości maksymalnej pierwszej harmonicznej. W tym przypadku wyższe harmoniczne prądu powodują stosunkowo małe błędy.

Dla pomiarów wartości maksymalnych prądu obu znaków wystarczy wykonać w układzie przrządów niewielką zmianę. Zamiast obwodu antyrezonansowego włączamy opornik, na którym prąd odkształcony wytwarza spadek napięcia o takim samym przebiegu czasowym. Jeżeli włączona oporność wynosi R_m , a napięcie, określone zapomocą woltomierza katodowego U_m , to wartość maksymalna prądu:

$$I_m = \frac{U_m}{R_m} \dots \dots \dots (3)$$

Przełączając przewody prądowe, możemy określić wartości maksymalne prądu obu znaków. Na rys. 3 jest zaznaczony kierunek prądowy, dla którego określamy amplitudę prądu.

b) Sposób postępowania i wskazówki praktyczne. — Napięcie zmienne na woltomierzu katodowym powinno być małe w porównaniu z napięciem zasilającym, ażebyśmy mogli pominąć różnicę między napięciem na transformatorze zasilającym i napięciem na układzie badanym. Odejmowanie napięcia na układzie pomiarowym prądu od napięcia na transformatorze zasilającym byłoby nieściśle wobec innego przebiegu w czasie. Spadki napięcia na woltomierzu nie mogą być jednak zbyt małe, ponieważ przyrosty składowej stałej prądu

anodowego byłyby nieznaczne i układ pomiarowy posiadałby niewielką czułość. Jednoczesne spełnienie tych warunków nie przedstawia wielkich trudności. Naprzykład przy użyciu woltomierza katodowego do 30 woltów błąd przy napięciu zasilającym o wartości maksymalnej 15 kilowoltów nie przekracza 0,2%, co stanowi wartość nieznaczną wobec innych błędów, a z rys. 1 dla lampy Philipsa B 409 wynika, że na dolnym zakrzywieniu charakterystyki prądu anodowego już spadkiem napięcia V_s rzędu jednostek woltów odpowiadają znaczne odcinki tego zakrzywienia, czułość jest więc dostateczna.

Ażeby otrzymywać na woltomierzu katodowym spadki napięcia żądanej wielkości, należy rozporządzać szeregiem oporników i obwodów antyrezonansowych na różne zakresy mierzonych prądów. Odpowiednie przełączniki w układzie pomiarowym pozwalają na szybkie włączanie właściwego opornika lub członu antyrezonansowego.

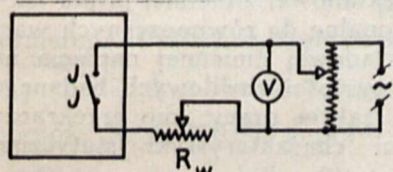
Jeżeli nie posiada się dławików takiej wielkości, ażeby móc uzyskać wymaganą oporność R_I według wzoru (1a), to należy włączać układ antyrezonansowy przez transformator. Przy przekładni transformatora równej ϑ oporność zastępcza dla pierwszej harmonicznej:

$$R_I = \vartheta^2 \frac{\omega^2 L^2}{R} \dots \dots \dots (4)$$

Należy przytem pamiętać o indukcyjności transformatora, odpowiadającej prądowi magnesującemu, i stosować dodatkową pojemność, dostrojoną do transformatora.

Indukcyjność i oporność rzeczywista dławików z żelazem zależy od napięcia. Dlatego należy wzorcować układy antyrezonansowe przy różnych napięciach, a przy zastosowaniu do pomiaru prądu dostrajać je w zależności od otrzymywanego napięcia zapomocą kondensatora zmiennego.

Przy wyborze metody *wzorcowania obwodów antyrezonansowych* należy zwrócić uwagę na konieczność wzorcowania w warunkach możliwie takich samych, w jakich te obwody będą stosowane, ażeby ograniczyć możliwość rozstrajania. Schemat takiego układu wzorcowania, odpowiadającego temu warunkowi, jest przedstawiony na rys. 4.



Rys. 4.

Ażeby nie pominąć wpływu dodatkowych pojemności, oporności i indukcyjności, pochodzących na przykład od przewodów, dołączamy gotowy układ pomiarowy prądu zaciskami J, J do układu wzorcowania.

Badany obwód antyrezonansowy włącza się zapomocą odpowiednich przełączników. W szereg z członem antyrezonansowym jest włączony opornik wzorcowy R_w , a otrzymany obwód zasilamy z potencjometru napięciem sinusoidalnym o wartości skutecznej U , odczytywanej na woltomierzu V . Amplitudę napięcia na obwodzie antyrezonansowym U_m określamy zapomocą woltomierza katodowego.

Przy antyrezonansie oporność zastępcza dla pierwszej harmonicznej R_I osiąga maximum i przy stałym napięciu zasilającym U napięcie na obwodzie antyrezonansowym U_m uzyskuje maximum i zgodność fazową z napięciem U . Oporność R_I możemy więc obliczyć według wzoru:

$$R_I = R_w \frac{U_m}{\sqrt{2U - U_m}} \dots \dots \dots (5)$$

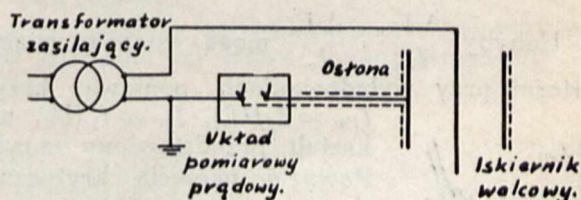
Z równania (5) wyprowadzamy wzór na uchyb:

$$\frac{\Delta R_I}{R_I} = \frac{\Delta R_w}{R_w} + \frac{\sqrt{2} U}{\sqrt{2U - U_m}} \cdot \frac{\Delta U_m}{U_m} + \frac{\sqrt{2} U}{\sqrt{2U - U_m}} \cdot \frac{\Delta U}{U} \dots (6)$$

Wyraz $\frac{\Delta R_w}{R_w}$ jest uchybem opornika wzorcowego, wyraz $\frac{\sqrt{2} U}{\sqrt{2U - U_m}} \cdot \frac{\Delta U_m}{U_m}$ pochodzi od uchybu woltomierza U_m i od uchybu czułości układu katodowego, a wyraz $\frac{\sqrt{2} U}{\sqrt{2U - U_m}} \cdot \frac{\Delta U}{U}$ od uchybu woltomierza V . Drugi i trzeci wyraz we wzorze (6) maleją ze wzrostem stosunku $\frac{\sqrt{2} U}{U_m}$, stosunkowo wielka wartość napięcia zasilającego jest zatem korzystna.

Wyłącznik między zaciskami prądowymi J, J bywa normalnie zamknięty, a otwiera się tylko przy wyznaczaniu U'_{so} . Równoległe do wyłącznika przyłączamy lampę neonową (N), która nie pozwala na niebezpieczny wzrost napięcia na zaciskach J, J w wypadkach przeskoku lub błędnego połączenia obwodów antyrezonansowych.

Ze względu na konieczność regulowania układu pomiarowego prądu przy włączonym wysokim napięciu, włączamy układ na przewodzie zasilającym uziemionym. Ażeby uniknąć błędów pochodzących od prądów, które mogłyby przepływać bezpośrednio między przewodami zasilającymi, omijając układ badany, należy osłonić elektrostatycznie przewód zasilający między woltomierzem katodowym i badanym układem, a osłonę przyłączyć do przewodu zasilającego przed woltomierzem katodowym.



Rys. 5.

Rys. 5 przedstawia układ badania prądów w iskierniku walcowym, kiedy należy osłonić również walec zewnętrzny. Spadek napięcia na zaciskach układu pomiarowego prądu powoduje prądy pojemnościowe i upływności między osłoną a doprowadzeniem i walcem zewnętrznym. Prądy te powodują efekt bocznikowania układu pomiarowego prądu, należy je więc ograniczyć przez odpowiednie odizolowanie osłony od doprowadzenia i walca zewnętrznego.

c) *Uchyby*. — Przy pomiarze amplitudy pierwszej harmonicznej prądu, określanej według wzoru (2), popełniamy uchyb:

$$\frac{\Delta I'_{Im}}{I_m} = \frac{\Delta U'_{Im}}{U_{Im}} + \frac{\Delta R_I}{R_I} \dots (7)$$

a przy pomiarze wartości maksymalnej, obliczanej według wzoru (3), uchyb:

$$\frac{\Delta I''_m}{I_m} = \frac{\Delta U_m}{U_m} + \frac{\Delta R_m}{R_m} \dots (8)$$

Uchyb $\frac{\Delta U_m}{U_m}$ składa się z uchybu woltomierza i z uchybu czułości układu pomiarowego prądowego. W skład uchybu $\frac{\Delta U'_{Im}}{U_{Im}}$ wchodzi obok uchybu woltomierza i uchybu czułości dodatkowy uchyb, powodowany wyższymi harmonicznymi prądu mierzonego. Wyraz $\frac{\Delta R_m}{R_m}$ jest to uchyb opornika wzorcowego, a wyraz $\frac{\Delta R_I}{R_I}$ jest uchybem wzorcowania obwodu antyrezonansowego.

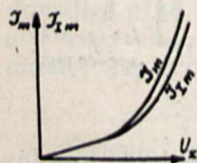
Uchyb $\frac{\Delta I'_{Im}}{I_m}$ jest większy, niż $\frac{\Delta I''_m}{I_m}$, ponieważ wyraz $\frac{\Delta U'_{Im}}{U_{Im}}$ jest większy, niż $\frac{\Delta U_m}{U_m}$, a wyraz $\frac{\Delta R_I}{R_I}$ większy, niż $\frac{\Delta R_m}{R_m}$.

Kiedy wyznaczamy charakterystykę prądu w zależności od napięcia zasilającego U_z , występuje uchyb napięcia $\frac{\Delta U_z}{U_z}$. Odczytujemy więc napięcie zasilające U_z , a pomiar wykonywamy przy napięciu $U_z + \Delta U_z$, wskutek czego powstają dodatkowe uchyby amplitudy pierwszej harmonicznej i wartości maksymalnej prądu:

$$\frac{\Delta I''_{Im}}{I_m} = \frac{U_z}{I_m} \cdot \frac{d I_{Im}}{d U_z} \cdot \frac{\Delta U_z}{U_z},$$

$$\frac{\Delta I'_m}{I_m} = \frac{V_z}{I_m} \cdot \frac{d I_m}{d U_z} \cdot \frac{\Delta U_z}{U_z}.$$

Uchyby $\frac{\Delta I'_{Im}}{I_m}$, $\frac{\Delta I''_m}{I_m}$ mogą osiągnąć znaczne wartości przy wyładowaniach, ponieważ krzywe $I_{Im} = f_1(U_z)$, $I_m = f_2(U_z)$ mają kształt, przedstawiony na rys. 6. Powyżej napięcia krytycznego stosunek $\frac{I_{Im}}{U_z}$ może być znacznie mniejszy od pochodnej $\frac{d I_{Im}}{d U_z}$, a stosunek $\frac{I_m}{U}$ mniejszy od pochod-



Rys. 6.

nej $\frac{d I_m}{d U_z}$. W tym przypadku uchyby $\frac{\Delta I'_{Im}}{I_m}$, $\frac{\Delta I''_m}{I_m}$ są znacznie większe, niż uchyb $\frac{\Delta U_z}{U_z}$.

Całkowity uchyb amplitudy pierwszej harmonicznej prądu wynosi:

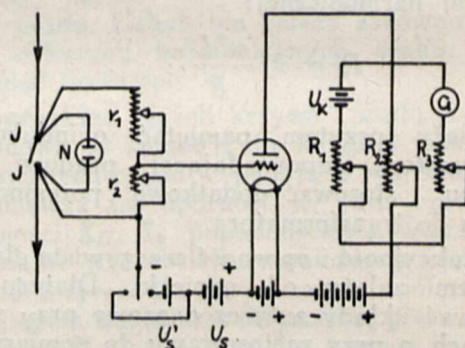
$$\begin{aligned} \frac{\Delta I_{Im}}{I_m} &= \frac{\Delta I'_{Im}}{I_m} + \frac{\Delta I''_{Im}}{I_m} = \\ &= \frac{\Delta U_{Im}}{U_{Im}} + \frac{\Delta R_I}{R_I} + \frac{U_z}{I_m} \cdot \frac{d I_{Im}}{d U_z} \cdot \frac{\Delta U_z}{U_z} \end{aligned} \quad (9),$$

a całkowity uchyb wartości maksymalnej:

$$\begin{aligned} \frac{\Delta I_m}{I_m} &= \frac{\Delta I'_m}{I_m} + \frac{\Delta I''_m}{I_m} = \\ &= \frac{\Delta U_m}{U_m} + \frac{\Delta R_m}{R_m} + \frac{U_z}{I_m} \cdot \frac{d I_m}{d U_z} \cdot \frac{\Delta U_z}{U_z} \end{aligned} \quad (10).$$

3. Oscylografowanie prądów.

Bezpośrednie włączenie galwanometru oscylografu w obwód badanego prądu jest nieodpowiednie z powodu niebezpieczeństwa przypadkowych przeskoków i trudności dostosowania galwanometru do zakresu badanych prądów, niekiedy bardzo małych. Korzystne jest użycie wzmacniacza lampowego, który pozwala zabezpieczyć galwanometr od nadmiernego prądu i dostosowywać układ do zakresu badanych prądów. Schemat układu ze wzmacniaczem jest przedstawiony na rys. 7.



Rys. 7.

Układ jest przyłączony do przewodu zasilającego uziemionego w zaciskach J, J wyłącznika. Przy zamkniętym wyłączniku badany prąd omija układ, a przy otwartym przepływa przez oporniki r_1 , r_2 , wytwarzając na oporności r_2 składową zmienną napięcia na siatce. Ponieważ w obwodzie anodowym występują tylko oporności rzeczywiste, przeto wartości chwilowe składowej zmiennej prądu anodowego są proporcjonalne do równoczesnych wartości chwilowych składowej zmiennej napięcia na siatce, a zatem do wartości chwilowych badanego prądu, jeżeli tylko zakres pracy nie przekracza prostoliniowej części charakterystyki statycznej lampy.

Przez regulację opornika r_2 można dostosować układ do zakresu badanych prądów. Napięcie na opornikach ($r_1 + r_2$) jest ograniczone przez lampę neonową, która stanowi zabezpieczenie przeciw przepięciom na siatce lampy wzmacniającej, wywołanym przez przypadkowe przeskoki. Odpowiednie dobranie stosunku $\frac{r_1 + r_2}{r_2}$ pozwala unikać niebezpiecznych prądów w obwodzie anodowym. Opornik r_1 powinien być tak regulowany, aby lampka neonowa nie świeciła się przy wyładowaniach niezupełnych.

Ażeby galwanometr G był zasilany tylko składową zmienną prądu anodowego, użyto baterji U_k , która kompensuje spadek napięcia na oporniku R_1 , wywołany przez składową stałą prądu anodowego, tak że składowa stała napięcia na boczniku R_2 jest równa zeru. Bocznik R_2 i opornik szeregowy R_3 służą do regulacji.

Do wyznaczenia skali zdejmowanych krzywych prądu służy znane dodatkowe napięcie siatki U'_s . Linja skali, zdjęta przy włączonym napięciu U'_s , odpowiada badanemu prądowi równemu $\frac{U'_s}{r_2}$.

Znak prądu, odpowiadający linii skali, można określić na podstawie znaku napięcia U'_s .

Przy zdejmowaniu na jednej kliszy kilku krzywych prądu, linii zerowej i linii skali, należy zachować te same wartości oporności R_1, R_2, R_3 .

Konieczność osłony elektrostatycznej na przewodzie zasilającym przedstawia się podobnie, jak w układzie pomiarowym prądu za pomocą woltomierza wielkooporowego.

4. Przykład.

Układ pomiaru prądu zamopocą woltomierza katodowego był zastosowany do badania ulotu w iskierniku walcowym o promieniu walca zewnętrznego równym 7,5 cm, o długości walca zewnętrznego bez wygięć krawędziowych równej 20 cm, a długości całkowitej wraz z wygięciami równej 30 cm. Elektrody wewnętrzne wybieraliśmy stosunkowo niewielkich promieni, ażeby uzyskać duże różnice między napięciem przeskoku i napięciem krytycznym, czyli szeroki zakres wyładowań niezupełnych. Badane prądy posiadały amplitudy w granicach od 50 mikroamperów do 2 miliamperów.

Odpowiednie przełączniki służyły do włączania zależnie od wielkości badanych prądów właściwej oporności R_I lub R_m . W skład obwodów antyrezonansowych wchodził dławik o rdzeniu otwartym i kondensator wtyczkowy do 1,11 μF , transformatorek napięciowy 10000/110 V i kondensatory na 10000 $\mu\mu F$ po stronie 10000 V, oraz transformatorek napięciowy 6000/110 V i kondensatory na 0,033 μF po stronie 6000 V. Przy dostrojeniu do pierwszej harmonicznej (50 ~ /sek) obwód antyrezonansowy dławika przedstawiał oporność $R_I \cong 30\ 000 \ \Omega$ przy stosunku $\frac{\omega L}{R} \cong 7$, obwód transformatora 10 000/110 V oporność $R_I \cong 1\ 200\ 000 \ \Omega$ przy $\frac{\omega L}{R} \cong 4$, a obwód transformatora 6 000/110 V oporność $R_I \cong 250\ 000 \ \Omega$ przy $\frac{\omega L}{R} \cong 2,5$.

Dla uzyskania kilku filtrów o dużym stosunkowo $\frac{\omega L}{R}$ została zastosowana przy dławiku przekładnia, równa ilorazowi przekładni transformatorów. Posiadaliśmy więc oporności R_I równe w przybliżeniu: 1) 13 000 Ω , 2) 30 000 Ω , 3) 75 000 Ω , 4) 250 000 Ω , 5) 1 200 000 Ω ; (1) i 3) uzyskane dzięki przekładni.

Oporności R_m otrzymywaliśmy z oporników wtyczkowych 10 \times 10 000 Ω , 10 \times 10 000 Ω , i 10 \times 1 000 Ω .

Woltomierz katodowy składał się z lampy trójelektrodowej Philipsa B 409, pracującej w wa-

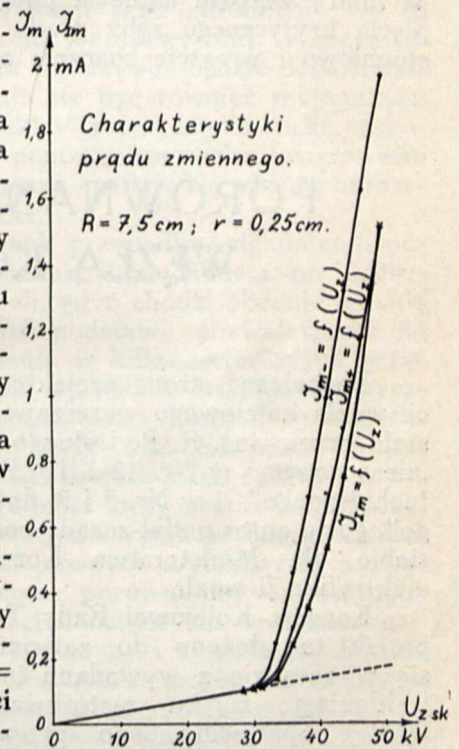
runkach, przedstawionych na rys. 1, z galwanometru o skali $1^\circ = 4,9 \ \mu A$ i bocznika, oraz z potencjometru i woltomierza siatkowego na 40 V.

W układzie amplifikatorowym oscylografu, zastosowanym do badania tego samego iskiernika walcowego, użyto również lampy Philipsa B 409. Napięcie anodowe 160 V i napięcie siatkowe — 4 V odpowiadają warunkowi pracy na prostolinijnej części charakterystyki statycznej. Jako źródło dodatkowego napięcia V'_s zostało użyte normalne ogniwo Westona.

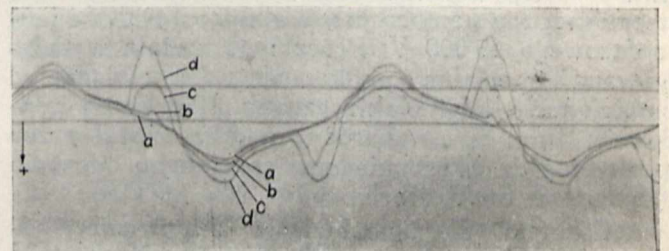
W obwodzie badanego prądu były włączone oporniki wtyczkowe r_1 na 10 \times 10 000 Ω , oraz r_2 na 10 \times 10 000 Ω , 10 \times 1 000 Ω , 10 \times 100 Ω i 10 \times 10 Ω . Bateria kompensująca U_K miała 4 wolty, opornik R_1 suwakowy 250 Ω , opornik R_2 wtyczkowy 1 110 Ω , opornik R_3 suwakowy 24 Ω , galwanometr oscylografu miał oporność 4 Ω .

Celem przedstawienia stosowności metody ograniczymy się obecnie do podania wyników badania prądów w iskierniku walcowym tylko dla elektrody wewnętrznej mosiężnej o promieniu $r = 0,25$ cm. Obszerniejszy materiał doświadczalny dla iskiernika walcowego i dyskusja wyników pomiarów podane będą później.

Rys. 8 przedstawia charakterystyki amplitudy pierwszej harmonicznej prądu $I_{1m} = f(U_z)$, wartości maksymalnej prądu dodatniego na walcu wewnętrznym $I_{m+} = f(U_z)$, oraz wartości maksymalnej przy napięciu ujemnym na walcu wewnętrznym $I_{m-} = f(U_z)$.



Rys. 8.

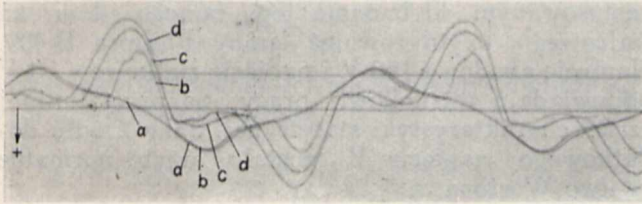


Rys. 9.

Oscylogramy prądu zmiennego w iskierniku walcowym. Promienie elektrod: $R = 7,5$ cm, $r = 0,25$ cm. Elektroda wewnętrzna mosiężna.

U_z skł w kV: a) 28,3, b) 30,4, c) 31,2, d) 33.
Skala w μA : a) 111, b) 110, c) 91, d) 83,3.

Na rys. 9 i 10 widzimy oscylogramy prądów dla różnych napięć. Poniżej napięcia krytycznego krzywe (a) przedstawiają prąd pojemnościowy.



Rys. 10.

Oscylogramy prądu zmiennego w iskierniku walcowym. Promienie elektrod: $R = 7,5$ cm, $r = 0,25$ cm. Elektroda wewnętrzna mosiężna.

U_{zsk} w kV: a) 28,3, b) 33, c) 40,6 d) 49,5
Skala w μA : a) 100, b) 125, c) 385, d) 715

W miarę wzrostu napięcia powstają powyżej napięcia krytycznego zęby prądu jonowego, rosną stopniowo i wreszcie znacznie przewyższają prąd

pojemnościowy. W czasie zdejmowania krzywej (c) rys. 9 nastąpił krótkotrwały przeskok iskrowy, któremu odpowiada stosunkowo długi ząb prądu jonowego na prawym końcu u dołu oscylogramu.

5. Wnioski ogólne.

Opracowany układ pomiarowy prądu pozwala określać amplitudę pierwszej harmonicznej prądu, która ma duże znaczenie przy napięciu sinusoidalnym ze względu na moc, oraz wartości maksymalne obu znaków, co daje możliwość badania wpływu znaku przyłożonego napięcia. Zarówno układ pomiarowy metodą woltomierza wielkooprowego, jak układ amplifikatorowy oscylograficzny może być dogodnie dostosowywany do zakresu badanych prądów. Zabezpieczenie lampami neonowymi daje dostateczną ochronę przyrządów w wypadkach przeskoku.

Opisane metody zastosowano do badania iskiernika walcowego, a otrzymane wyniki będą przedmiotem jednej z następnych prac.

PORÓWNANIE OFERT NA ELEKTRYFIKACJĘ WĘZŁA KOLEJOWEGO WARSZAWSKIEGO.

Inż. J. Podoski.

Techniczna strona projektowanej elektryfikacji węzła kolejowego warszawskiego opisana została przez inż. R. Podoskiego w artykule, zamieszczonym w Nr. 13-XIII „Przeglądu Elektrotechnicznego” i w Nr. 8 i 9 „Inżyniera Kolejowego”, gdzie autor podał zasady opracowanego przez siebie dla Ministerstwa Komunikacji projektu elektryfikacji węzła.

Komisja Kolejowej Rady Technicznej, której projekt ten złożono do zatwierdzenia, zgadzając się w zasadzie z wywodami inż. R. Podoskiego i skłaniając się ku zastosowaniu prądu stałego 3000 V, przewidzianego przez autora projektu, uznała jednak za niezbędne dokładniejsze przestudowanie sprawy rodzaju prądu, przyczem postanowiono wziąć pod uwagę nie tylko najbliższą przyszłość, lecz również dalsze okresy rozwoju elektryfikacji kolei w kraju.

W związku z tem opracowany został dodatkowy projekt elektryfikacji węzła warszawskiego, tym razem za pomocą prądu stałego 1500 V i jednofazowego 15000 V. Prócz tego została wydelegowana specjalna podkomisja dla zwiedzenia istniejących kolei elektrycznych. Raport tej podkomisji oraz opis podróży podany został przez prof. St. Odr.-Wysockiego w specjalnym odczycie („Przegląd Elektrotechniczny” Nr. 11-XIII).

Pozatem dla umożliwienia zestawienia odpowiednich kosztorysów, Ministerstwo Komunikacji skierowało do szeregu firm elektrotechnicznych zapytania oraz warunki techniczne na wykonanie dostaw, związanych z elektryfikacją węzła warszawskiego, przyczem przewidziane zostały trzy alternatywy: zasilanie prądem stałym 1500 V, prądem stałym 3000 V oraz prądem jednofazowym

niskiej częstotliwości. W tym ostatnim przypadku energia elektryczna mogłaby być dostarczana bądź pod postacią prądu trójfazowego o częstotliwości przemysłowej, bądź bezpośrednio jako prąd jednofazowy niskiej częstotliwości.

17 firm polskich i zagranicznych odpowiedziało na zapytanie Ministerstwa, nadsyłając niezmiernie bogaty i obszerny materiał, pozwalający na szczegółowe ustalenie kosztorysów oraz na opracowanie wszelkich szczegółów technicznych, dotyczących projektowanej elektryfikacji. Ponieważ rozesłane zapytania objęły zarówno firmy, pracujące przeważnie dla przedsiębiorstw prądu stałego, jak i pracujące dla kolei jednofazowych, nadesłane oferty stanowią nader cenny materiał porównawczy i pozwalają na wyjaśnienie szeregu wątpliwości, nasuwających się zawsze przy obiorze systemu prądu dla trakcji elektrycznej.

W ramach niniejszego artykułu pragnąłbym omówić wyniki, jakie uzyskano przez porównanie ze sobą rozmaitych alternatyw zasilania energią elektryczną, przyczem jednak zajmę się wyłącznie porównaniem trzech głównych systemów trakcji elektrycznej z punktu widzenia kosztów zakładowych, pomijając zupełnie sprawę eksploatacji oraz wyższości jednego systemu w stosunku do pozostałych. Ponieważ podane przez firmy ceny łatwo ulegać mogą zmianom, wszelkie obliczenia przedstawione zostały w formie stosunku względem jednego z systemów, a mianowicie w stosunku do prądu stałego 3000 V, jako przyjętego w zasadniczym projekcie elektryfikacji.

Warunki techniczne Ministerstwa Komunikacji podzielone zostały na 3 niezależne od siebie

działy, a mianowicie: podstacje, sieć robocza i tabor. W związku z tem część firm złożyła oferty tylko na niektóre działy, jak np. wyłącznie na sieć, lub na tabor. Ogółem nadesłano następującą ilość ofert:

Rodzaj prądu	Podstacje	Sieć	Tabor	Oferty kompletne
Prąd stały 3 000 V	11	12	16	10
" " 1 500 V	8	9	13	7
" jednofaz. zasil. trójfazowe	7	7	6	6
" " „ jednofazowe	6	7	6	5

Jak widać, jest to ilość, która pozwala na wyciągnięcie w każdym przypadku wniosków, posiadających cechy dużego prawdopodobieństwa, gdyż nawet przy minimalnej ilości pięciu ofert nie może już być mowy o przypadkowości lub tendencji, a uzyskane wielkości średnie mogą być śmiało użyte do wszelkich porównań.

Zasadniczy program elektryfikacji przewiduje następujące okresy rozbudowy węzła warszawskiego.

Okres I, początkowy. Zelektryfikowany ruch podmiejski do Żyrardowa, Otwocka i Mińska Mazowieckiego. Pociągi składać się mają z dowolnej ilości jednostek cztero-wagonowych (wagon motorowy i trzy doczepne). Pociągi dalekobieżne obsługiwane są przez lokomotywy parowe, z wyjątkiem linii średnicowej, przez którą przeprowadzane są przez elektrowozy. W okresie tym tabor elektrowozów składać się musi z 6 lokomotyw oraz z 60 wagonów motorowych z odpowiednią ilością dostosowanych do trakcji elektrycznej wagonów doczepnych. Długość zelektryfikowanych linii wynosi około 100 km toru podwójnego oraz około 30 km torów stacyjnych.

Okres II, t. zw. całkowitej elektryfikacji. Zelektryfikowane wszystkie linie do najbliższych większych parowozowni, w promieniu około 100 — 150 km, przyczem elektryfikacji podlega całkowity ruch osobowy, tak daleki, jak i podmiejski. Ruch towarowy pozostaje niezelektryfikowany. Tabor stanowiąc musi 70 lokomotyw i 95 wagonów motorowych. Długość zelektryfikowanych linii wynosi około 950 km toru podwójnego oraz około 100 km torów stacyjnych.

Okres III — największego rozwoju, różni się od poprzedniego tylko zwiększoną gęstością ruchu. Podczas gdy okres II odpowiada przewidywanom ruchom na rok 1935, okres III dotyczy roku 1945 lub później. Zasięg elektryfikacji pozostaje bez zmiany, powiększeniu ulega jedynie tabor elektrowozów, dochodząc do ilości 140 lokomotyw i 286 wagonów motorowych.

Podstacje, zasilające sieć roboczą, we wszystkich okresach składają się z zespołów prostowników rtęciowych przy prądzie stałym oraz z przetwornic dwutwornikowych, lub transformatorów przy prądzie zmiennym, zależnie od tego, czy zasilanie odbywa się z linii trójfazowych, czy też bezpośrednio prądem jednofazowym niskiej częstotliwości, wytworzonym we własnej elektrowni. Niezbędna ilość i moc podstacji w rozmaitych okresach, przedstawia się dla poszczególnych alternatyw w sposób następujący:

Rodzaj prądu	Okres I		Okres II		Okres III	
	ilość podst.	moc ogólna kW lub kVA	ilość podst.	moc ogólna kW lub kVA	ilość podst.	moc ogólna kW lub kVA
Prąd stały 3 000 V	6	29 500	27	105 500	27	140 000
" " 1 500 V	8	35 500	41	160 500	41	188 500
" jednofazowy	2	24 000	8	84 000	8	142 000

Zaznaczyć należy, że podane tu okresy rozbudowy są w znacznej mierze fikcyjne, gdyż nie można w rzeczywistości przewidywać, aby elektryfikacja wszystkich linii, wybiegających z węzła warszawskiego, okazała się rentowna, ponieważ niektóre z nich — jak np. linja Mławska — jeszcze dłuższy czas nie będą posiadały dostatecznie intensywnego ruchu. To też zamiast właściwej elektryfikacji „węzła”, spodziewać się raczej należy stopniowej elektryfikacji jego „promieni”, — to jest odbiegających od Warszawy linii, w miarę tego jak ruch na nich wykazywać będzie dostateczne natężenie. Nie zdaje się być również racjonalnym wydzielanie dla elektryfikacji jedynie ruchu osobowego, z zupełnym pominięciem ruchu towarowego, który — jak wiadomo — nadaje się właśnie najbardziej do elektryfikacji.

W danym jednak przypadku zagadnienia powyższe, które poruszam mimochodem, nie odgrywają ważniejszej roli, gdyż chodzi obecnie jedynie o ustalenie pewnych podstaw, pozwalających na wzajemne porównanie w kilku określonych przypadkach rozmaitych systemów trakcji elektrycznej. Dlatego też przyjęto do dalszych rozumowań opisane poprzednio okresy rozwoju, pozostawiając na stronie sprawę ich realności lub celowości.

Zasadniczą trudność przy zestawianiu i rozpatrywaniu otrzymanych wyników stanowiła konieczność ustalenia pewnych wytycznych, pozwalających na wzajemne porównanie oferowanych wyrobów. W przeciwieństwie do wyrobów najprostszych, jak: drut, szyny i t. p., których wartość po ustaleniu pewnych zasadniczych wymagań określa się za pomocą jednego tylko parametru — ceny, wartość wszelkich urządzeń trakcyjnych, które nie są nigdy pół-fabrykatami, a przeciwnie — urządzeniami naogół skomplikowanymi, określają zawsze dwa czynniki: jakość i cena, stojące względem siebie z zasady w stosunku odwrotnym. O ile proste porównanie wyrobów, różniących się jedynie ceną, lub o jednakowej cenie, a rozmaitej jakości, nie przedstawia żadnych trudności, o tyle porównywanie cen przedmiotów rozmaitej jakości prowadzić może do błędnych wyników.

W danym przypadku przy rozpatrywaniu ofert elektryfikacyjnych chodziło nie o bezwzględne ustalenie wyższości wyrobów jednej z firm nad innymi, ani też o wyszukanie oferty najtańszej, gdyż sprawy te będą przedmiotem rozważań późniejszych, ale jedynie o porównanie poszczególnych systemów trakcji z punktu widzenia kosztów zakładowych. Dlatego też zamiast dążyć do sprowadzenia do wspólnego mianownika oferowanych przez firmy wyrobów różniących się nieraz znacznie pomiędzy sobą, przeprowadzono porównanie zasadniczych systemów trakcji w ramach każdej firmy oddzielnie, wychodząc z założenia, iż

wyroby oferowane przez jedną firmę dla rozmaitych alternatyw są jednakowej jakości.

W związku z tem, przyjmując cenę wyrobów oraz całkowity kosztorys elektryfikacji prądem stałym 3 000 V jako zasadniczy, obliczano dla każdej firmy oddzielnie wartość wyrobów oraz kosztorys całkowity w innych alternatywach jako procentowy stosunek względem takich samych wyrobów dla 3 000 V, i dopiero otrzymane wyniki porównywano ze sobą, wyciągano średnie i t. p. Dzięki tej metodzie wyeliminowany został z porównań czynnik jakości wyrobów, a pozostał jedynie czynnik drugi — cena, przedstawiony w formie stosunku względem ceny wyrobu takiej samej jakości dla prądu stałego 3 000 V.

Dla jasności metodę tę ująć można we wzór. Wartość wyrobu W składa się z ceny C i jakości I , przyczem w alternatywie 1 będą to W_1 , C_1 i I_1 , a w alternatywie 2: W_2 , C_2 i I_2 . Przyjęto, że dla jednej firmy jakość wyrobów jest jednakowa $I_1 = I_2$. Zatem:

$$W_1 = I_1 C_1; \text{ oraz } W_2 = I_2 C_2, \text{ stąd:}$$

$$\frac{W_2}{W_1} = \frac{I_2 C_2}{I_1 C_1}; \text{ ponieważ } I_1 = I_2, \text{ więc } \frac{W_2}{W_1} = \frac{C_2}{C_1}$$

a po podstawieniu wartości liczbowych na C_1 i C_2 :

$$\frac{W_2}{W_1} = K \times 100\%$$

Oczywiście, że system ten posiada również swoje wady. Do głównych z nich należy ta, iż pewna ilość bardzo poważnych ofert, złożonych tylko dla jednej alternatywy, zwykle dla prądu stałego 3 000 V (3 oferty), lub tylko dla dwóch alternatyw, z pominięciem prądu zmiennego (4 oferty), nie mogła być w takim porównaniu przy obliczaniu kosztorysów uwzględniona. Otrzymane wielkości porównawcze nie uwzględniają więc przy tej metodzie ofert, opracowanych dla alternatywy dla pewnych firm najodpowiedniejszej. Aby temu zaradzić, zamiast porównywać średnią z kosztorysów wszystkich firm dla pewnej alternatywy np. prądu jednofazowego, z taką średnią uzyskaną dla innej alternatywy, np. prądu stałego 3 000 V. I tu jakość wyrobów firm, oferujących obie alternatywy porównywane, będzie częściowo wyeliminowana, gdyż wejdzie tak do licznika, jak i do mianownika, a pozostaną nieuwzględnione jedynie wyroby firm, oferujących tylko jedną alternatywę, i to spowoduje, iż otrzymany wynik różni się będzie nieco od wyników poprzednich.

I ten jednak sposób nie obejmuje wszystkich ofert, gdyż nie są uwzględnione oferty częściowe, nie pozwalające na opracowanie całkowitego kosztorysu elektryfikacji. Aby temu zaradzić, można zastosować trzecią metodę, polegającą na tem, że brane są pod uwagę kolejno poszczególne działy każdej alternatywy i wyciągane średnie ceny każdego działu. Suma średnich cen wszystkich działów daje średnią sumę kosztów elektryfikacji w danej alternatywie, którą można porównać z taką sumą, uzyskaną dla alternatywy zasadniczej. W tym przypadku uwzględnione są już wszystkie oferty tak częściowe, jak i całkowite, to też otrzymana liczba różni się z konieczności nieco od obu poprzednich.

Jak to jednak widać z podanej dalej tablicy, różnice pomiędzy wynikami poszczególnych metod nie są znaczne i nie wpływają zupełnie na sam charakter porównywanych wielkości.

Przy porównaniach należy zwrócić uwagę na to, by oferty dla poszczególnych alternatyw odpowiadały zawsze tym samym warunkom technicznym, gdyż w przeciwnym razie otrzymane wyniki mogłyby doprowadzić do fałszywych wniosków. Gdyby na przykład porównywać ze sobą elektrowozy niejednakowej mocy, przyczem elektrowozy słabsze byłyby oczywiście tańsze, całe obliczenie wykazałoby taniść alternatywy, dla której słabsze elektrowozy były zaprojektowane, mimo, iż w rzeczywistości alternatywa ta mogłaby być droższa.

W przypadkach gdy firmy oferowały kilka rozwiązań pewnego urządzenia, odpowiadających warunkom technicznym, w porównaniach uwzględniane były z reguły rozwiązania najtańsze, przyczem ceny liczono loco Warszawa z uwzględnieniem obowiązujących ceł i transportu.

Podstacje.

Warunki techniczne Ministerstwa Komunikacji wymagały stosowania przy prądzie stałym podstacyj prostowników rtęciowych. Ofert na prostowniki złożono 11, przyczem jedna z firm zaoferowała prostowniki szklane aż do mocy 2 500 kW. Ceny podstacyj prostownikowych wykazują bardzo znaczne różnice, dochodzące aż do dwukrotnej zgorą ceny w stosunku do oferty najtańszej.

Podstacje na napięcie 1 500 V są przeważnie o 5 — 10% droższe od podstacyj na 3 000 V tej samej mocy. W jednej tylko ofercie podstacje na 1 500 V są tańsze, w dwóch cena dla obu napięć jest jednakowa.

W stosunku do prądu stałego 3 000 V ceny urządzeń wszystkich podstacyj łącznie z montażem i budynkami przedstawiają się w sposób następujący (dane dla 8, 6 i 5-u ofert):

Rodzaj prądu	O k r e s		
	I	II	III
Prąd stały 1 500 V	131,5%	150%	132,5%
„ jednofazowy przetwornice	147	127	154
„ „ transformator	49	43	51,5

Jak widać, z wyjątkiem podstacyj transformatorowych, a zatem zasilania bezpośrednio prądem jednofazowym, co — jak wiadomo — wymaga posiadania własnej elektrowni, oraz niezależnej sieci zasilającej, system prądu stałego 3 000 V przewyższa bardzo znacznie oba systemy pozostałe. Różnica dla prądu 1 500 V staje się jeszcze bardziej rażąca, jeżeli uwzględnić w cenie podstacyj koszt przewodów wzmacniających, nie istniejących wogóle przy 3 000 V. W tym przypadku stosunek cen będzie następujący:

Okres I — 148%, okres II 200%, okres III — 276%.

Większość firm oferuje podstacje prądu stałego jako częściowo napowietrzne. Niektóre oferty zawierają dwie alternatywy: podstacje częściowo napowietrzne i w budynkach. Urządzenia podsta-

cyj napowietrznych są o około 1 — 2% droższe.

Podstacje przetwornicowe oferowane są prawie wyłącznie w konstrukcji pod dachem, transformatorowe — napowietrzne.

Sieć.

Warunki techniczne przewidywały wykonanie sieci z regulacją samoczynną, przyczem ceny miały być podane średnie za 1 km toru oraz dodatkowo — ceny jednostkowe z wykazem niezbędnych materiałów. Złożone oferty są dla tego działu dostaw naogół mało dokładne, pozwalają jednak na zorientowanie się tak co do cen, jak i co do technicznego rozwiązania sieci.

Według obliczeń długość sieci dla poszczególnych okresów przedstawia się w sposób następujący:

I okres — 200 km pojedynczego toru głównego oraz około 30 km torów stacyjnych;

II i III okres — 1 880 km toru głównego oraz 100 km torów stacyjnych.

Do liczb tych dodać jeszcze należy długość torów w tunelu, wynoszącą 2 km w I i II okresie i około 5 km w III okresie.

Na 12 ofert, złożonych na wykonanie sieci prądu stałego, tylko jedna przewiduje stosowanie niesamoczynnej regulacji sieci. Dwie firmy oferują sieć o wysięgach nieruchomych, a jedna w formie warjantu — sieć pochyłą. Przewidziana w warunkach technicznych rozpiętość 72 m została naogół uznana za możliwą do utrzymania. Jedyne dwie firmy przewidują zmniejszenie rozpiętości do 60 m. Jedna natomiast podniosła rozpiętość dla sieci pochyłej do 80 m.

Ceny sieci ulegają mniejszym wahaniom, aniżeli ceny podstacyj. Z wyjątkiem jednej firmy, której oferta odbiega znacznie od pozostałych, różnice cen nie przekraczają 50% ceny oferty najtańszej.

W stosunku do sieci prądu stałego 3000 V cena sieci w innych alternatywach przedstawia się w sposób następujący:

Rodzaj prądu	O k r e s		
	I	II	III
Prąd stały 1500 V	110%	118%	162%
Prąd stały 1500 V bez przewodów wzmacniających	103,5%	102,5%	102,5%
Prąd jednofazowy	74%	73,5%	73,5%

Jak widać, znaczna różnica w cenie sieci 1500 V w stosunku do 3000 V pochodzi od ceny przewodów wzmacniających i wzrasta z wzrostem ruchu. Jeżeli ceny tych przewodów nie uwzględniać, cena obu sieci jest prawie jednakowa. Sieć dla prądu zmiennego kosztuje około 25% taniej, niż dla prądu stałego 3000 V. Ponieważ cena słupów i fundamentów nie była w ofertach uwzględniona, cena ich została obliczona w przybliżeniu dla każdego okresu i dodana do wszystkich ofert, z wyjątkiem trzech, które uwzględniały częściowo lub całkowicie cenę słupów w cenie sieci.

Tabor.

Dział ten opracowany został przez firmy naogół najdokładniej, przyczem ilość ofert jest tutaj

największa. To też otrzymane wyniki pozwalają na szczegółowe obliczenie tak oferowanych cen, jak też na obranie najdogodniejszego technicznie typu elektrowozu. Nie przesądzając tej sprawy, zaznaczyć należy, iż ogromna większość oferowanych dla prądu stałego lokomotyw jest typu $B_0 + B_0$, jak to wskazuje następująca tabelka:

Rodzaj prądu	Ilość ofert na lokomotywy		
	typ $B_0 + B_0$	typ 1 $D_0 1$	oba typy
Prąd stały 3000 V	11	3	2
" " 1500 V	10	1	2
" jednofazowy	0	4	2

Jak widać, tylko dwie firmy uznały za możliwe zastosowanie również i dla prądu jednofazowego lokomotyw typu $B_0 + B_0$. Jedna z firm przewidziała, wbrew warunkom technicznym, zastosowanie dla tej alternatywy lokomotywy korbowej typu 1C1. Oferta ta nie została w porównaniach uwzględniona.

Utrzymanie dopuszczalnego obciążenia osi w granicach 18 t okazało się zupełnie możliwe dla lokomotywy typu $B_0 + B_0$. Na 13 ofert dla 3000 V 10 przewiduje obciążenia, nie przekraczające dopuszczalnego, pozostałe przekraczają je o 5—10%.

Dokładniejszy opis konstrukcji oferowanych elektrowozów wykraczałby poza ramy niniejszego artykułu. Zaznaczyć jedynie można, iż znaczna większość ofert (14 na ogólną liczbę 17) przewiduje stosowanie rozrządu elektropneumatycznego, jedna — rozrząd mechaniczny, jedna — rozrząd w dwóch warjantach, a tylko jedna — wyłącznie elektromagnetyczny.

Ceny lokomotyw dotyczą zamówienia 6 jednostek. Przewidywać należy, iż przy większych dostawach w późniejszych okresach ceny te będą niższe. Ponieważ różnica ta jest niemożliwa do ujęcia liczbowego i dotyczy w jednakowym stopniu wszystkich alternatyw, nie została ona wogóle w obliczeniach uwzględniona. Naogół ceny lokomotyw ulegają dość znacznym wahaniom w zależności od ofert. Lokomotywy, których część mechaniczna wykonana została w kraju, są mimo uwzględnienia cła droższe od lokomotyw zagranicznych. Wyjątkowo tanie są lokomotywy dla napięcia 3000 V typu ustalonego dla włoskich kolei państwowych, oferowane przez niektóre firmy.

Różnica cen pomiędzy ofertą najtańszą i najdroższą dochodzą do 65% oferty najtańszej. Jeżeli brać pod uwagę jedynie lokomotywy typu $B_0 + B_0$, to różnica ta wynosi 47%. Przy prądzie jednofazowym różnice w cenach są mniejsze.

W stosunku do lokomotyw prądu stałego 3000 V lokomotywy 1500 V są średnio o 6% tańsze, a lokomotywy jednofazowe tej samej mocy o 14% droższe. Dwie firmy oferują jednak lokomotywy 3000 V taniej, niż dla 1500 V (o 1% i 3%), a dwie inne w jednakowej cenie.

Jeżeli jednak porównać ze sobą średnią cenę wszystkich lokomotyw dla danej alternatywy z taką ceną dla lokomotyw 3000 V, uwzględniając zatem również firmy, które złożyły oferty tylko dla jednej alternatywy, to okaże się, iż średnia cena lokomotyw 1500 V jest o 2,5% wyższa od takiejże

ceny dla lokomotyw 3000 V. Dla prądu jednofazowego różnica ta wzrasta aż do 28%.

Oferty na wagony motorowe zestawione zostały z równą sumiennością, jak oferty na lokomotywy. Tylko 4 firmy przewidziały całkowite wykonanie wagonów za granicą, jedna — wykonanie całkowicie polskie. Pozostałe firmy — 10 dla alternatywy prądu stałego 3000 V — przewidziało częściowe wykonanie w Polsce, przeważnie części mechanicznej.

Różnice w cenach są naogół większe, niż przy lokomotywach. Przyczyną tego są większe różnice w wagach, a stąd i w wielkości wagonów. Wagi te wahają się dla prądu stałego od 45 do 63 t, a dla prądu zmiennego od 56 do 64 t. Różnice w cenach dochodzą do dwukrotnej ceny oferty najtańszej. Średnia waga na jedno miejsce siedzące w wagonie motorowym wynosi:

prąd stały 3000 V — 890 kg,
 „ „ 1500 V — 845 „
 „ jednofazowy — 960 „

Przy prądzie 1500 V wagony ważą więc o 5% mniej, a przy jednofazowym o 8% więcej, niż wagony prądu stałego, jeżeli liczyć w stosunku do ilości miejsc. Całkowita średnia waga wagonu wynosi:

Dla prądu stałego 3000 V — 56,5 t,
 „ „ stałego 1500 V — 54,5 „
 „ „ jednofazowego — 61 „

Ceny wagonów podane zostały dla dostawy, wynoszącej 80 wagonów motorowych. Wagony na 3000 V są naogół droższe od wagonów na 1500 V. Dwie firmy oferuje jednak wagony 3000 V taniej, niż 1500 V, a dwie inne — w jednakowej cenie. Średnia cena wagonów w stosunku do prądu stałego 3000 V jest o 4% niższa dla prądu stałego 1500 V, i o 9% wyższa dla prądu jednofazowego. Jeżeli jednak porównać ze sobą ceny średnie, jak to zrobiono dla lokomotyw, otrzymuje się jednakową cenę dla obu napięć prądu stałego, a 13% różnicę na niekorzyść prądu jednofazowego.

Dział taboru obejmuje jeszcze jedną dostawę, a mianowicie urządzenia elektryczne w wagonach doczepnych. Cena każdego z tych urządzeń jest stosunkowo nieznaczna, jednak większa ilość wagonów, które muszą być w te urządzenia zaopatrzone, powoduje, iż suma ta stanowi poważną pozycję w kosztorysie ogólnym.

W obliczeniach przyjmowano, iż we wszystkich okresach stosowane będą do pociągów podmiejskich zwykłe wagony osobowe, używane dotąd w tych pociągach, jednak odpowiednio dostosowane, a więc zaopatrzone w oświetlenie i ogrzewanie elektryczne oraz w odpowiednie przewody do rozrządu wielokrotnego. Oferty w tym dziale podzielić można na dwie grupy w zależności od tego, skąd czerpany jest prąd do oświetlenia. Część firm — 8 na 15, przy prądzie stałym oferuje oświetlenie niezależne poszczególnych wagonów z prądnic napędzanych z osi, takie, jakie jest stosowane w normalnych wagonach kolejowych. Pozostałe firmy przewidują oświetlenie z odpowiedniego zespołu przetwornicowego, umieszczonego na wagonie motorowym. To ostatnie urządzenie jest oczywiście

znacznie tańsze, jeśli brać pod uwagę samą tylko instalację na wagonach doczepnych, przedstawia jednak w stosunku do poprzedniego tę wadę, iż daje światło o zmiennym natężeniu, zależnym od napięcia na sieci, a więc np. przygasającym przy ruszaniu ciężkiego pociągu.

Żadna z firm nie napotkała na trudności przy stosowaniu ogrzewania elektrycznego przy prądzie stałym. To też wszystkie biorące udział w konkurencji firmy przewidziały dla napięcia 3000 V bezpośrednie zasilanie obwodów ogrzewczych z sieci, a tylko jedna z firm zaproponowała jako warjant zasilanie obwodu ogrzewczego ze specjalnej przetwornicy, umieszczonej na wagonie motorowym i obniżającej napięcie do około 1000 V.

Zajezdnie i warsztaty.

Koszt ich stanowi ostatni dział kosztorysu. Ponieważ dostawy i roboty te nie zostały objęte zakresem ofert, przyjęto dla uzyskania pełnego obrazu kosztów elektryfikacyjnych ceny, zgodne z obliczeniami, dokonanimi dla I-go okresu rozbudowy przez samo Ministerstwo. Przyjęto, iż koszt warsztatów i zajezdni nie ulega zmianom w zależności od alternatyw zasilania oraz że zmienia się proporcjonalnie do ilości taboru w późniejszych okresach rozbudowy.

Kosztorys całkowity.

Najciekawszą pozycję w obliczeniach stanowią całkowite koszty elektryfikacji, otrzymane przez zsumowanie wszystkich zasadniczych działów kosztorysu. Jak już wspomniano, obliczenia porównawcze dokonane być mogą w sposób trojaki.

Metoda pierwsza polega na porównywaniu kosztorysów dla wszystkich alternatyw dla każdej firmy oddzielnie. Wielkość średnia otrzymuje się jako średnia ze stosunków, uzyskanych dla poszczególnych firm. Metoda ta uwzględnia tylko te firmy, które złożyły oferty kompletne dla 2 lub 3 alternatyw.

Metoda druga polega na obliczeniu średniej ze wszystkich kosztorysów całkowitych dla każdej alternatywy. Poszukiwany stosunek otrzymujemy przez porównanie tych cen średnich. Uwzględnione są wszystkie oferty kompletne.

W metodzie trzeciej obliczone są ceny średnie dla rozmaitych działów w poszczególnych alternatywach. Suma cen średnich daje średni koszt elektryfikacji w danej alternatywie i okresie. Poszukiwany stosunek — przez porównanie tych średnich kosztów. Uwzględnione tu są wszystkie oferty, nawet częściowe.

Naogół ceny, wzięte z rozmaitych ofert dla całości elektryfikacji, różnią się dosyć znacznie pomiędzy sobą. Tak np. w I okresie dla prądu stałego 3000 V najdroższa oferta jest o 53% droższa od najtańszej, a o 23% droższa od średniej. Dla prądu jednofazowego różnice te są nieco mniejsze i wynoszą odpowiednio 27% i 15%.

Całkowity koszt elektryfikacji, odniesiony do kosztu elektryfikacji prądem stałym 3000 V, który przyjęto jako 100, wynosi w zależności od metody, którą wykonano obliczenie:

Okres	Prąd stały 1500 V				Prąd jednofaz. przetwornice				Prąd jednofaz. transform.			
	metoda 1	metoda 2	metoda 3	średnio	metoda 1	metoda 2	metoda 3	średnio	metoda 1	metoda 2	metoda 3	średnio
I	102	107,5	105,5	105	108	105	107	106,5	96	93,5	96	95
II	110	114,5	113	112,5	99,5	95,5	98,5	98	88,5	84,5	87,5	87
III	113	117	116	115,5	107,5	105,5	108	107	98	96,5	99,5	98

Jak widać z tablicy, różnice pomiędzy liczbami, otrzymanymi za pomocą rozmaitych metod, różnią się pomiędzy sobą bardzo nieznacznie, przy czym wyniki, otrzymane metodą trzecią (wszystkie oferty, nawet częściowe, uwzględnione), są najbliższe wartości średnich uzyskanych dla 3 metod.

Wyniki, zestawione w powyższej tablicy, pozwalają na wysunięcie następujących twierdzeń:

1. Koszta elektryfikacji węzła warszawskiego prądem stałym 1500 V wypadną zawsze wyższe, niż przy elektryfikacji prądem stałym 3000 V, przy czym różnica wzrastać będzie z wzrostem ruchu i zasięgu elektryfikacji.

2. Koszt elektryfikacji węzła prądem jednofazowym przy zasilaniu prądem trójfazowym (podstacje przetwornicowe) wypadnie w początkowym okresie elektryfikacji drożej, niż przy elektryfikacji prądem stałym 3000 V. Przy powiększaniu zasięgu elektryfikacji prąd jednofazowy staje się nieco tańszy, aby stać się znowu zdecydowanie droższym z chwilą wzrostu ruchu na zelektryfikowanych liniach (III okres).

3. Przy zasilaniu prądem jednofazowym, wytwarzanym bezpośrednio w elektrowniach niskiej częstotliwości, system prądu jednofazowego wykazuje w stosunku do innych metod oszczędności, wynoszące od 2 do 13%, przy czym nie brano pod uwagę kosztów eksploatacji, oraz zwiększonych kosztów budowy elektrowni i linii zasilających. Z wzrostem zasięgu elektryfikacji różnica na korzyść prądu jednofazowego wzrasta, z wzrostem gęstości ruchu — maleje.

Podkreślić należy raz jeszcze, iż chodzi tu jedynie o t. zw. koszty zakładowe, nie mające nic wspólnego z kosztami eksploatacyjnymi, których w danym przypadku wogóle nie rozpatrywano, oraz iż pod uwagę brano jedynie elektryfikację ruchu osobowego z pominięciem towarowego.

Procentowy udział poszczególnych działów dostaw w ogólnych kosztach elektryfikacji zmienia się w zależności od sposobu zasilania i od okresu. Otrzymane wyniki średnie dla wszystkich ofert zestawione zostały w poniższej tablicy.

Liczby tej tablicy ujawniają wyraźnie charakterystyczne cechy każdego z systemów i nie wymagają żadnych specjalnych objaśnień. Podkreślić jedynie należy, iż najpoważniejszą pozycję, niezależnie od okresu i alternatywy, stanowią koszty taboru.

Pragnę podać jeszcze na zakończenie parę ciekawych liczb, dotyczących nie całkowitej elektryfikacji węzła, w rzeczywistości mało prawdopodobnej, ale jedynie odcinków trzech głównych linii kolejowych: Piotrkowskiej, Dęblińskiej i Siedleckiej, przy czym elektryfikacja dotyczyłaby również jedynie ruchu osobowego.

Rodzaj prądu	Podstacje %	Sieć robocza %	Tabor %	Warsztaty %	Razem %
O k r e s I					
Prąd stały 3000 V . . .	12,3	19,0	65,2	3,5	100
" " 1500 V . . .	16,1	19,8	60,9	3,2	100
" jednofaz. przetworn.	14,6	13,0	69,2	3,2	100
" " transform	5,2	14,6	76,6	3,6	100
O k r e s II					
Prąd stały 3000 V . . .	13,1	39,8	44,5	2,6	100
" " 1500 V . . .	18,0	41,2	38,5	2,3	100
" jednofaz. przetworn.	14,5	29,4	53,4	2,7	100
" " transform.	5,2	32,6	59,2	3,0	100
O k r e s III					
Prąd stały 3000 V . . .	9,5	22,6	64,1	3,8	100
" " 1500 V . . .	11,2	31,1	54,4	3,3	100
" jednofaz. przetworn.	11,7	15,2	69,6	3,5	100
" " transform.	4,0	16,5	75,6	3,9	100

Jeśli przyjąć opisany poprzednio podział na 3 okresy rozbudowy, przy czym okres I odpowiadałby w zupełności okresowi I elektryfikacji całkowitej, otrzymuje się następujące liczby, charakteryzujące kosztą elektryfikacji w stosunku do prądu stałego 3000 V, dla którego kosztą przyjęto jako równe 100:

Okres	Prąd stały 1500 V	Prąd jednofazowy	
		przetwornice	transform.
I	102	108	96,5
II	105,5	107	92,5
III	102,5	114,5	100

Wszystkie wyliczenia robione były metodą pierwszą — porównywania kosztorysów każdej firmy oddzielnie.

Jak widać, wyeliminowanie z programu elektryfikacji linii o słabym ruchu powoduje stosunkowo obniżenie kosztów elektryfikacji prądem stałym 3000 V, co jest zupełnie zgodne z wyciągniętymi poprzednio wnioskami, gdyż jest równoważne z powiększeniem natężenia ruchu na pozostałych liniach.

Ogólne koszty elektryfikacyjne, otrzymane jako średnie ze wszystkich ofert z uwzględnieniem budynków, montażu i t. p., przedstawiają się w liczbach okrągłych w sposób następujący:

Ceny w tysiącach złotych:

Okres	Km linii głównych dwutorowych	Prąd stały 3 000 V	Prąd stały 1 500 V	Prąd jednofazowy	
				przetwor-nice	transfor-matory
I	106	50 800	54 600	53 250	47 440
II	920	199 300	228 110	189 800	168 020
III	927	350 040	409 600	369 300	336 890

Koszta te są oczywiście liczbami czysto orientacyjnymi i dotyczą elektryfikacji samych linii ko-

lejowych z podstacjami, z wyłączeniem urządzeń zasilających.

Terminy dostaw dla I okresu rozbudowy, podane w ofertach, różnią się między sobą dosyć znacznie. Najdłuższego czasu wymaga dostawa taboru, który dostarczony być może w ciągu 15—20 miesięcy od wydania zamówienia. Dostawa i montaż podstacyj i sieci wymaga krótszego znacznie czasu, zwykle 6—12 miesięcy.

Podane tu zestawienia nie wyczerpują zupełnie olbrzymiego materiału, zawartego w ofertach, to też postaram się w odpowiednim czasie omówić złożone oferty ze strony technicznej, tutaj świadomie pominiętej.

OBLICZENIE OŚWIETLENIA ULICZNEGO

METODĄ INŻ. MERRY COHU.

Inż. F. Plasecki.

Obliczenie oświetlenia ulic przy pomocy wzoru:

$$E = I_{\alpha} \frac{\cos \alpha}{r^2} = I_{\alpha} \frac{\cos^3 \alpha}{h^2},$$

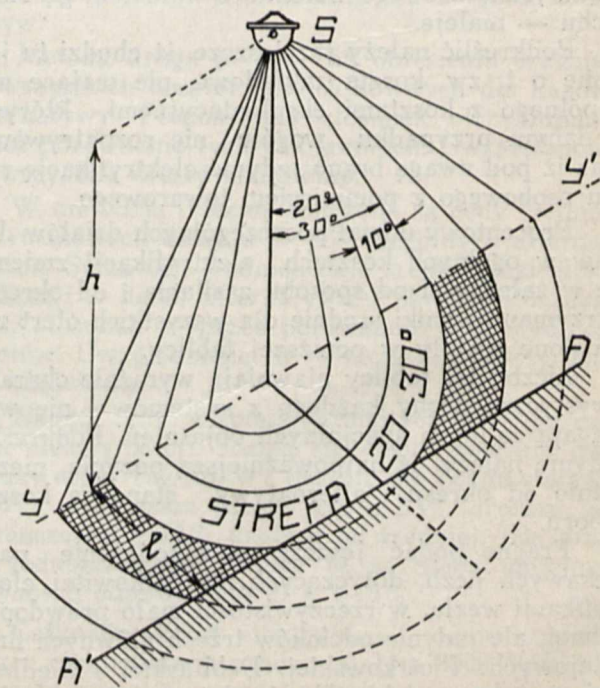
w którym: E — jasność pozioma,
 I_{α} — światłość promienia, padającego pod kątem α ,
 α — kąt padania promienia świetlnego, liczony względem pionu,
 h — wysokość źródła światła nad poziomem pomiarowym,

wymaga długiego i żmudnego obliczenia, gdyż za pomocą tego wzoru należy obliczyć jasności szeregu środków prostokątów, na które podzielono ulicę. Od wielu lat poszukiwano prostej i krótkiej metody obliczenia, która dawałaby wyniki dostatecznie przybliżone do metody na początku wspomnianej.

Metoda prof. inż. Merry Cohu polega na obliczeniu średniej jasności poziomej i posługuje się szeregiem cząstkowych współczynników wyzyskania strumienia świetlnego. Teoretycznym jej uzasadnieniem zajmuje się autor w artykule, ogłoszonym w Nr. 11 „Revue Général de l'Électricité” z roku 1926. Rozpatruje on stożek świetlny, który rzuca w dół źródło światła, zawieszone nad środkiem ulicy, nie jako całość, a kolejno częściami, w postaci szeregu jakby wydrążonych stożków o podstawach w kształcie pierścienia i wspólnym wierzchołku i wysokości. (Te wyobrażalne wydrążone stożki wchodzi jeden w drugi, dając razem cały stożek świetlny). Światło, padające w obrębie takiego stożka, oświetla na ulicy pierścień czyli t. zw. strefę. Strefy te oznacza autor zapomocą wielkości dwóch płaskich kątów, które tworzą promienie świetlne, ograniczając daną strefę (pierścienie), z pionem, przechodzącym przez środek podstawy stożka. W niniejszym artykule będzie więc mowa o strumieniu świetlnym, padającym pod kątem od 0° — 10° , 10° — 20° i t. p., oraz również o odpowiadających tym strumieniom strefach 0° — 10° , 10° — 20° i t. p.

Światło, wytworzone przez lampę, oświetla ulicę oraz ściany przyległych domów. Ta część strumienia świetlnego (stożka świetlnego), która pada bezpośrednio w dół, jest wyzyskana, gdyż oświetla sama ulicę, podczas gdy druga część strumienia, padająca bardziej poziomo, oświetla ściany domów, wskutek czego nie przyczynia się praktycznie do oświetlenia ulicy, gdyż zostaje tam w znacznym stopniu pochłonięta.

Widać stąd, że strumień świetlny będzie tym lepiej wyzyskany, im szerszą będzie ulica w stosunku do wysokości zawieszenia lampy. Rozpatrując po kolei wyżej opisane wydrążone stożki świetlne, łatwo dojść do wniosku, że te oświetlone strefy (leżące bliżej słupa lampy), które mieszczą się w zupełności na powierzchni ulicy, pochodzą od strumieni świetlnych, wyzyskanych całkowicie. Strumienie świetlne, należące do stref bardziej od-



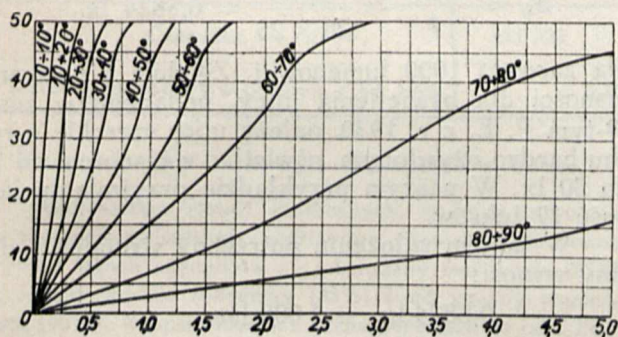
Rys. 1.

dalonych od podstawy lampy, oświetlają po części ulice oraz fasady domów, będąc już mniej od poprzednich wyzyskane.

Stosunek wielkości tej części strumienia świetlnego jednej strefy, która pada wyłącznie na ulicę, do wielkości całego strumienia świetlnego, wysyłanego przez lampy na tę strefę, nazywamy *spółczynnikiem wyzyskania strumienia świetlnego tej strefy* i oznaczamy go literą *k*.

Ponieważ dla każdej stref, każdej części strumienia św., użytecznie oświetlającego ulicę, odpowiada część powierzchni ulicy istotnie oświetlonej, a całemu strumieniowi każdej strefy odpowiada cała powierzchnia tejże strefy, — definicję współczynnika wyzyskania będzie można ująć również i w innej formie. Przedtem jednakże należy zaznaczyć, że ze względów praktycznych rozważania niniejsze będą dotyczyły nie powierzchni całej strefy, a jedynie powierzchni połowy strefy, położonej po jednej lub drugiej stronie osi ulicy (w razie zawieszenia lamp nad środkiem jezdni). Zgodnie z tem, współczynnikiem wyzyskania strumienia świetlnego możemy nazwać stosunek tej części oświetlonej powierzchni połowy danej strefy, która leży wyłącznie na ulicy (na rys. 1-ym jest to zakreślona część strefy 30° — 40°, odpowiadającej użytecznie oświetlonej części ulicy) do całej powierzchni połowy tej samej strefy.

Już poprzednio wspomniałem, że wyzyskanie światła, a więc i wielkość współczynnika wyzyskania zależy od szerokości ulicy oraz od wysokości zawieszenia źródła światła. Zależność ta, którą w konkluzji swego artykułu w R. G. E. podaje prof. C o h u, przedstawiona jest w formie wykresu na poniżej załączonym rys. 2-gim.



Rys. 2.

Oś rzędnych: Sp. użyteczności k^* w %,
połowa szerokości ulicy

Oś odciętych: $\varepsilon = \frac{l}{h}$ — wysok. zawiesz. nad poz. pom.

Rzędna tego wykresu podaje w procentach wielkość współczynnika wyzyskania strumienia świetlnego rozważanej strefy — w zależności od wielkości stosunku:

$$\varepsilon = \frac{l}{h} = \frac{\text{połowa szerokości ulicy}}{\text{wysokość źródła światła nad poziomem pomiarowym}}$$

Np. dla $\varepsilon = 0,5$;

spółczynnik <i>k</i> dla strefy	0° — 10°	wynosi	50%
" " " "	10° — 20°	"	50%
" " " "	20° — 30°	"	43%
" " " "	30° — 40°	"	25%
" " " "	40° — 50°	"	17%

Warto obecnie zastanowić się nad praktycznym zastosowaniem tej metody.

Licznik stosunku ε dotyczy połowy szerokości ulicy tylko w tym razie, gdy źródła światła są umieszczone nad środkiem ulicy. W przeciwnym razie licznik powinien dotyczyć odległości źródła światła od linii fasad domów (*A A'*) (rys. 1), przyczem ε będzie dla każdej strony ulicy inne.

Ponieważ wartości współczynnika użyteczności *k*, odczytane z wykresu Cohu, dotyczą jedynie tej części strumienia świetlnego, która oświetla ulicę tylko po jednej stronie linii źródeł świetlnych (*A A'*), to wynika stąd, że współczynnik *k* nie może przekroczyć 50% wyzyskania całkowitego strumienia świetlanego jednej strefy. Dla obliczenia współczynnika wyzyskania całkowitego strumienia świetlnego (dla obu stron ulicy) należy dla każdej strony ulicy oddzielnie obliczyć współczynnik *k*, a potem dodać współczynniki, należące do tej samej strefy. Jedynie w razie zawieszenia lamp nad środkiem jezdni wystarczy zwiększyć obliczone wartości *k* dwukrotnie.

Znając wykres biegunowy źródła światła, t. zn. mając podane światłości (liczby świec), z jakimi dane źródło światła świeci w przestrzeni w strefach co 10°, łatwo będzie obliczyć strumienie świetlne tych stref. (Promień światła pada pod kątem 0°, gdy pada pionowo w dół. Kąty rosną w kierunku przeciwnym do kierunku ruchu wskazówek zegara). W tym celu wystarczy np. dla strefy od 0° — 10° odczytać na wykresie biegunowym liczbę świec, wypromieniowaną pod kątem 5° i pomnożyć ją przez kąt bryłowy tej strefy, podany w poniżej załączonej tabeli, t. zn. przez 0,096; dla strefy od 10° — 20° — pomnożyć liczbę świec, wypromieniowaną pod kątem 15°, przez 0,284 i t. d.

strefa°	kąt°	$\Delta \omega$ (steradiany)
0 — 10	5	0,096
10 — 20	15	0,284
20 — 30	25	0,463
30 — 40	35	0,629
40 — 50	45	0,774
50 — 60	55	0,897
60 — 70	65	0,992
70 — 80	75	1,058
80 — 90	85	1,090
0 — 90°		6,283 = 2 π

W ten sposób obliczamy całkowite strumienie świetlne dla połówek wszystkich stref.

Dla znalezienia wielkości wyzyskanych części strumienia świetlnego każdej strefy (to znaczy tylko tej części strumienia świetlnego danej strefy, która oświetla wyłącznie ulicę), należy w powyższy sposób obliczone całkowite strumienie świetlne dla kolejno po sobie następujących stref 0° — 10°, 10° — 20°, 20° — 30° i t. p. pomnożyć jeszcze przez współczynniki wyzyskania *k*, odczytane dla odpowiedniego ε z wykresu Cohu.

Całkowity użyteczny strumień świetlny (dla wszystkich stref) obliczyć można z wzoru:

$$\Phi_{uz} = k_1 \cdot \Phi_1 + k_2 \cdot \Phi_2 + \dots + k_n \cdot \Phi_n.$$

Średnią jasność oświetlonej ulicy można łatwo obliczyć z wzoru:

$$E_{sr} = \frac{2 \Phi_{uz}}{F},$$

- gdzie: Φ_{uz} — strumień użyteczny dla jednej połowy ulicy (obliczony w lumenach),
 F — powierzchnia oświetlona w metrach kwadratowych,
 E_{sr} — średnia jasność pozioma w luksach (mierzonych na poziomie jednego metra nad ulicą),
 2 — jest mnożnikiem w razie zawieszania lamp nad środkiem ulicy.

Przebieg samego obliczenia najlepiej zilustruje przeprowadzone niżej obliczenie.

Przykład:

Ulica o szerokości 25 metrów (wraz z chodnikami) ma być oświetlona lampami elektrycznymi, zawieszonymi nad jej środkiem na wysokości 13,5 metra ponad poziomem jezdni.

Wykres biegunowy oprawy, zaopatrzonej w cylindryczny klosz ze szkła mlecznego trójwarstwowego, od dołu otwartego, przedstawia się, jak następuje:

Obliczenie podaję w formie tabelarycznej:

Dane z wykresu biegunowego dla 1000 lm		O b l i c z e n i e						
α	I_{α} świec	α	$I_{\alpha sr}$ świec	$\Delta \omega$	$\Phi_{\alpha} = I_{\alpha} \Delta \omega$	k	$2k$	$\Phi_{uz} = k_n \cdot \Phi_{\alpha}$
0	228	5	2240,096	21,50	50	100	21,50	
10	220	15	2160,284	61,34	50	100	61,34	
20	212	25	2090,463	96,77	50	100	96,77	
30	205	35	2000,629	125,80	50	100	125,80	
40	195	45	1920,774	148,61	42,5	85	126,32	
50	188	55	1800,897	161,46	24,5	49	79,12	
60	160	65	1220,992	121,02	15,-	30	36,31	
70	60	75	281,058	29,62	7	14	4,15	
80	15	85	21,090	2,18	3	6	0,13	
90	0		1373		768,30 lm			551,44 lm = $\Sigma \Phi_{uz}$

Z rachunku widać, że sprawność oprawy wynosi $\eta_r = \frac{768,3}{1000} = 76,8\%$

Stosunek $\varepsilon = \frac{\text{połowa szerokości ulicy}}{\text{wysokość zawiesz. nad poz. pom.}} = \frac{25}{2 \cdot (13,5 - 1)} = 1;$

Z wykresu współczynników k odczytujemy odpowiednio ich wartości dla $\varepsilon = 1$ i dla stref, kolejno po sobie następujących.

Z rachunku wynika, że użyteczny strumień świetlny wynosi około 551,5 lumenów.

Całkowita sprawność urządzenia oświetleniowego wynosi:

$$\eta_0 = \frac{551,5 \cdot 100}{1000} = 55,15\%$$

Obliczenie powyższe wykonano dla ulicy niekończenie długiej, o danej szerokości, ponieważ wzięto pod uwagę również promienie świetlne, padające poziomo, a więc pod kątem 90° względem pionu. Tak więc użyteczny strumień świetlny rozpościera się wzdłuż całej ulicy.

Aby obliczyć średnią jasność poziomą przeprowadzić można rozważania następujące:

Jeżeli zgódzimy się np. na 25 metrowy odstęp między lampami, to możemy założyć, że każda lampa oświetla część powierzchni ulicy, której wielkość jest określona przez szerokość ulicy oraz wzajemny odstęp pomiędzy lampami. Wielkość tej powierzchni oznaczymy literą f , ilość takich powierzchni — literą n .

Poprzednio obliczony strumień świetlny jednego źródła światła, który pada na całą powierzchnię ulicy, oznaczymy literą Φ_{uz1} , strumień świetlny wszystkich źródeł światła, który pada na całą ulicę, oznaczymy literą Φ_{uz0} .

Wówczas

$$\Phi_{uz0} = n \cdot \Phi_{uz1}$$

Średnia jasność pozioma ulicy:

$$E_{sr} = \frac{\Phi_{uz0}}{F} = \frac{n \cdot \Phi_{uz1}}{n \cdot f} = \frac{\Phi_{uz1}}{f}$$

Z rozważania tego wynika, że średnią jasność poziomą otrzymujemy, dzieląc użyteczny strumień świetlny jednego źródła światła przez tę część powierzchni ulicy, która przypada na 1 lampę. W ten sposób uwzględniamy wpływ wszystkich źródeł światła, umieszczonych ponad jezdnią.

W naszym przykładzie średnia jasność pozioma wynosi:

$$E_{sr} = \frac{\Phi_{uz1}}{f} = \frac{551,5}{25 \times 25} = 0,8824 \text{ lx}$$

dla żarówki 1000 lumenowej. Zgodnie z normami jasności dla oświetlenia ulicy, podanymi w zesz. 19-tym P. E. z r. 1930, należy ulice szerokie o ruchu bardzo ożywionym, oświetlać z jasnością od 15 do 30 lx. W naszym przykładzie przyjmiemy jasność 17 luksów.

W takim założeniu potrzebny strumień świetlny wynosi:

$$\frac{0,8824 \text{ lx} \cdot 1000 \text{ lm}}{17 \text{ lx} \cdot ? \text{ lm}}$$

$$\frac{17 \cdot 1000}{0,8824} = 19265 \text{ lumenów}$$

Strumień taki daje w przybliżeniu żarówka 1000 watowa.

Równomierność oświetlenia badamy w ten sposób, że dla punktu najjaśniejszego i najciemniejszego obliczamy jasność, stosując wzór:

$$E = I_{\alpha} \frac{\cos^3 \alpha}{h^2}$$

Sprostowanie.

W art. inż. M. Altenberga w z. 19-ym na str. 611 z prawej strony w. 30 od dołu po słowie „wypełnienie” opuszczono „dolin w wykresie obciążenia.

Nie można wstrzymywać zaspokojenia”. Na str. 612 z lewej strony w. 4-ty od dołu zamiast „z radością” winno być „z zazdrością”, a w w. 15-ym od góry winno być „1 200 kWh”.

Z DZIEDZINY ELEKTRYFIKACJI.

Wytwórczość energii elektrycznej w Polsce w pierwszym półroczu 1931 r.

Ukazał się w Nr. 6 biuletynu Ministerstwa Robót Publicznych, zawierający miesięczną statystykę za m. czer-

wiec oraz liczby, dotyczące obrotu energią przez pierwsze 6 miesięcy r. b.

Z tych, oraz innych dotąd ogłoszonych liczb zestawiliśmy przytoczone poniżej porównanie produkcji w roku bieżącym z rokiem poprzednim:

miesiąc \ rok		Wytwórczość energii w tysiącach kWh					
		Elektrownie samodzielne		Elektrownie przy zakładach przemysłowych		R a z e m	
		1930	1931	1930	1931	1930	1931
styczeń	*	107 144	107 256	139 777	119 676	246 921	226 932
luty		93 529	86 903	114 038	106 661	207 567	193 564
marzec		95 848	94 606	122 064,4	108 551	217 912,4	203 157
kwiecień		87 421	83 797	115 647,6	101 291	203 068,6	185 088
maj		86 822	82 984	119 317,5	104 825	206 139,5	187 809
czerwiec		81 264	80 620	116 452,5	103 661	197 716,5	184 281
I półrocze		532 028	536 166	727 297	644 665	1 279 325	1 180 831
Spadek w % w r. 1931 w por. do 1930		-2,87%		-11,4%		-7,7%	

Obserwujemy nieznaczny spadek wytwórczości elektrowni samodzielnych i znaczniejszy spadek wytwórczości przy zakładach przemysłowych. Mimo spadku produkcji

ruch w kierunku powiększania zakładów trwa nadal; wzrost mocy zainstalowanej wskazuje zestawienie:

miesiąc \ rok		M o c z a i n s t a l o w a n a w k W					
		Elektrownie samodzielne		Elektrownie przy zakładach przemysłowych		R a z e m	
		1930	1931	1930	1931	1930	1931
Czerwiec		511 795	561 699	672 448	700 224	1 184 243	1 261 923
Wzrost procentowy w porówn. z VI. 1930		+ 9,75%		+ 4,1%		+ 6,55%	

Zmienność taryf za energię elektryczną w Polsce.

Ministerstwo Robót Publicznych, nadając uprawnienia rządowe na zakłady elektryczne, uzależnia zmienność taryf od trzech czynników — od zmiany cen węgla (25%), od zmiany kosztu robocizny (25%) i od zmiany wartości złota (40%). W uprawnieniach zaznaczone jest, że jako koszt robocizny przyjmuje się wysokość ustalonego i ostatnio ogłoszonego przez Główny Urząd Statystyczny przeciętnego dziennego zarobku niewykwalifikowanego robotnika. Ze względu na to, że Główny Urząd Statystyczny informacji takich nie ogłasza, Ministerstwo Robót Publicznych nie chce w praktyce uwzględniać czynnika robocizny, zasłaniając się stroną formalną, stąd też pochodzą spory. Sprawą tą zajmowała się również Komisja Polskiego Komitetu Energetycznego i oto jej oświadczenie, podane w biuletynie urzędowym Nr. 27 — 38 z dnia 16 — 23 września 1931 roku:

— „Komisja Gospodarki Elektrycznej Polskiego Komitetu Energetycznego, wezwana przez Wydział Elektryczny Ministerstwa Robót Publicznych do wypowiedzenia opinii swojej o zmianie miernika zmienności taryf elektrycznych w zależności od robocizny, oświadcza, co następuje:

Teoretyczne rozważania, przeprowadzone nie tylko u nas, ale i zagranicą, wykazały zgodny wynik, że wszystkie koszty eksploatacyjne zakładów elektrycznych dadzą

się ująć w trzy grupy wydatków: zależnych 1) od kapitału zakładowego, a więc od waluty; 2) od robocizny; 3) od materiału opałowego, a więc w przeważnej części od węgla. Zarówno zagranicą, jak też u nas, przy ustaleniu formuły zmienności taryfy sprzedaży prądu te właśnie trzy czynniki były brane w rachubę, i Wydział Elektryczny, przy wydawaniu uprawnień, od uprawnienia Nr. 34 z daty 14.V 1927 zaczynając, stosował znaną formułę zmienności, uzależniającą taryfę w 40% od zmiany waluty, w 25% od zmiany cen węgla i w 25% od zmiany robocizny.

Trudności w określeniu zmian robocizny i zaproponowanie zastępczej wielkości były przedmiotem obszernej i wszechstronnej dyskusji na posiedzeniach Komisji Gospodarki Elektrycznej z dnia 30.I, 6.III, 10.IV i 23.V b. r. Pomimo tych trudności, Komisja postanowiła w zasadzie podtrzymać dotychczasową formułę zmienności, o ile dotyczy robocizny, jako jedyną odpowiadającą słusznym podstawom kalkulacji. Ponadto uważała Komisja, że pominięcie 10% w dotychczasowej formule zmienności nie jest niczym uzasadnione i że na przyszłość należałoby podnieść procent udziału waluty w zmienności z 40% na 50%, aby w ten sposób uwzględnić pełnych 100% czynników zmienności.

Dla ustalenia nienotowanych dotąd przez Główny Urząd Statystyczny kosztów robocizny, badała Komisja możliwość zastąpienia ich przez jeden ze wskaźników stale

notowanych i publikowanych, jak wskaźnik kosztów utrzymania lub wskaźnik cen detalicznych; okazało się jednak, że wskaźniki te wykazują w stosunku do wahań kosztów robocizny tak znaczne rozbieżności, że stosowanie ich nie może być zalecone. Wobec tego proponuje Komisja aż do chwili, kiedy Główny Urząd Statystyczny zacznie publikować koszty robocizny w formie nadającej się do użytku przy regulowaniu taryf przez elektrownie uprawnione, korzystać narazie z publikacji „Instytutu badania konjunktur gospodarczych i cen”. Instytut ten notuje od roku 1927 co miesiąc w organie swoim „Konjunktura gospodarcza” (Warszawa, Elektoralna 2) wskaźnik nominalny i wskaźnik realny płac robotniczych, przyjmując za podstawę r. 1927.

Jakkolwiek wskaźniki te są wyliczone dla całej Polski, jako jedna średnia cyfra, to jednak Komisja uważa, że to nie może stanowić przeszkody w ich stosowaniu, bo i cena węgla, stanowiąca analogiczną podstawę do regulacji taryf, stosowania jest w jednej wysokości dla wszystkich elektrowni w państwie, jakkolwiek przez wpływ kosztów przewozu ceny węgla w rozmaitych elektrowniach są różne, a zmiany tych cen w różnym stopniu wpływają na cenę węgla loco kotłownia.

Komisja proponuje stosowanie wskaźnika nominalnego „Instytutu Badania Konjunktur Gospodarczych i Cen”, gdyż ten wskaźnik właśnie jest miarodajny dla ciężarów, jakie elektrownia ponosi; przez rozwiązanie to nie trzeba by do istniejących uprawnień wprowadzać żadnych zmian, tylko władze nadzorcze zawiadomiłyby elektrownie uprawnione o zmianie miarodajnej publikacji kosztów robocizny.

Gdyby Ministerstwo z jakichkolwiek powodów nie chciało się zgodzić na stosowanie tego wskaźnika, względnie gdyby Instytut Badania Konjunktur Gospodarczych i Cen przestał publikować wskaźniki robocizny, Komisja będzie w dalszym ciągu prowadzić swe badania w kierunku określenia zmienności kosztów robocizny, zastrzegając sobie przedłożenie Wydziałowi Elektrycznemu odpowiednich wniosków po zamknięciu swoich prac, a dla doraźnego i tymczasowego załatwienia sprawy zależności taryfy od robocizny Komisja proponuje w takim przypadku:

1) dla dotychczasowych uprawnień, zawierających klauzulę zmienności taryfy w zależności od robocizny, przerzucić zależność tę na węgiel w ten sposób, że taryfa zmieniłaby się w 40% w zależności od waluty a w 50% w zależności od węgla. Obliczenia przeprowadzone przez elektrownię w Sierszy, a oparte na faktycznych kosztach robocizny własnej, wykazały, że przy uwzględnieniu zmienności węgla i robocizny od chwili wydania uprawnienia Nr. 56 po dzień dzisiejszy taryfa światłowa na niskim napięciu powinna była z 65 groszy dojść do 73 groszy, przez

brak publikacji co do robocizny wynosi ona obecnie 69 groszy, a w razie podniesienia zależności od węgla z 25 na 50% podniosłaby się na 72 groszy za 1 kWh. Próbnе obliczenia wykazały, że również w innych elektrowniach różnice między taryfą opartą na dotychczasowej formie zmienności węgla i robocizny po 25%, a na zmienności samego węgla w wysokości 50% są niewielkie. Wynika to zresztą z faktu, że cena węgla od maja r. 1927 poszła w górę o 22,6%, podczas gdy robocizna w tym samym czasie podniosła się w Sierszy według stawek faktycznie płaconych w elektrowni o 26,6%, u metalowców w Warszawie według umowy zbiorowej o 23,8%, na Pomorzu według notowań centralnego Związku Pracodawców na wojew. Pomorskie oraz miasto i powiat Bydgoszcz o 19%, w Zagłębiu naftowym, według notowań Izby Pracodawców w Borysławiu o 11,4%, przycem ostatnie dwie podwyżki są cyframi ostatnimi, po przejściu w międzyczasie przez maxima, które dochodziły do 31,1, względnie 19,7%. Wskaźnik nominalny płac robotniczych, według publikacji „Konjunktury Gospodarczej” wynosi za IV kwartał ub. r.: 120,7, a więc wykazuje wyżkę kosztów robocizny od r. 1927 o 20,7%.

Z cyfr tych wynika, że prowizoryczne podniesienie zależności od węgla z 25 na 50%, przy pominięciu czynnika robocizny, da elektrowni mniej więcej takie taryfy wypadkowe, jakie im się chwilowo z tytułu warunków uprawnienia należą. Jeżeli w jednym lub drugim wypadku taryfa wypadnie cokolwiek wyższa, aniżeli to wynikałoby z dotychczasowych warunków uprawnienia, to nadwyżka ta w okresie 3½ lat do 1.I 1935 r., kiedy nastąpi ogólna rewizja formuły zmienności, stanowiłaby słuszną rekompensatę za straty, poniesione w przeciągu poprzednich 4 lat, t. j. od maja 1927 do połowy roku bieżącego.

2) Dla uprawnień nowych proponuje Komisja przyjęcie tych samych zasad, co dla uprawnień już istniejących, z tą tylko różnicą, że procent zależności od waluty zostałby podwyższony z 40 na 50%, aby w ten sposób uczynić zadość postulatowi, wysuniętemu przez wszystkie elektrownie uprawnione — uzależnienia taryfy w pełnych 100% od warunków gospodarczych. Podwyższenie procentu zależności walutowej w czasach normalnych nie ma praktycznego wpływu na taryfę, w czasach zaś wstrząsów walutowych przyczynia się jednak do zabezpieczenia elektrowni przed stratami, a tem samem stanowiłoby dalszą zachętę dla kapitału zarówno krajowego, jak zwłaszcza zagranicznego, do lokaty pieniędzy w przedsiębiorstwa elektryfikacyjne, które dziś właśnie z braku środków płynnych rozwijają się u nas zbyt wolno w porównaniu z zagranicą, zarówno na Zachodzie, jak i na Wschodzie.” —

Z ŻYCIA ORGANIZACYJ.

STOWARZYSZENIE ELEKTRYKÓW POLSKICH.

W październiku 1931 roku odbęda się następujące zebrania odczytowe Oddziału:

Wtorek dn. 20.X.31. — Koleżeńskie zebranie, na którym inż. Józef Podoski podzieli się swemi wrażeniami z pobytu w Ameryce.

Wtorek dn. 27.X.31. — Inż. Wł. Szumilin. — „Podstaje i linje napowietrzne” (d. c. Sprawozdania z VI-ej Konferencji W. S. E.).

Inż. Józef Podoski — „Działalność SEP w roku ubiegłym i projekty prac na rok 1931/32.”

Sekcja Radjotechniczna.

Środa dn. 14.X.31. — Sprawozdanie z prac Międzynarodowego Komitetu Radjotechnicznego C. C. I. R. w Kopenhadze.

Inż. Stefan Manczarski — „Usuwanie przeszkód w odbiornikach i zagadnienia pokrewne”.

Środa dn. 28.X.31. — Prof. Janusz Groszkowski. — „Pomiary częstotliwości i wzorcowanie falomierzy” (d. c. sprawozdania z prac Międzynarodowego Komitetu Radjotechnicznego C. C. I. R. w Kopenhadze).

ZWIĄZEK ELEKTROWNI POLSKICH.

Akcja pomocy bezrobotnym młodym inżynierom.

Związek Elektrowni Polskich postanowił zapoczątkować akcję o charakterze społecznym w celu umożliwienia przetrwania kryzysu naszym młodym bezrobotnym siłom technicznym przez udzielenie pewnej ilości rodzaju „praktyk” na określony przeciąg czasu i za skromnym wynagrodzeniem.

Dla zorientowania się w ilości potrzebujących pomocy Związek Elektrowni zwrócił się do Wydziałów Elektrycznych naszych Politechnik z prośbą o nadesłanie wykazu inżynierów, którzy otrzymali dyplomy począwszy od jesieni r. 1929, gdyż tylko takich akcja pomocy miałaby dotyczyć, i prowadzi obecnie rejestrację kandydatów.

Posiedzenie Komisji Propagandowej.

Dnia 12 października odbyło się w Związku Elektrowni Polskich specjalne posiedzenie Komisji dla spraw propagandy zastosowań elektryczności, poświęcone kwestji taryfikacji energii dla gospodarstwa domowego oraz opracowaniu wymagań, stawianych żelazkom elektrycznym.

Zebranie odbyło się przy licznych udziałem kierowników zainteresowanych elektrowni (Elektrownia Okręgowa War-

szawskiego, Elektrownia Okręgowa w Zagłębiu Dąbrowskim, Elektrownia Miejska w Poznaniu, Elektrownia Miejska w Krakowie, Elektrownia w Piotrkowie, Podkarpackie Tow. Elektryczne, Lwowski Okręgowy Zakład Elektryfikacyjny, Elektrownia Miejska w Siedlcach).

W sprawach taryfowych uznano za niecelowe instalowanie odrębnych obwodów dla zastosowań innych, niż światło. Obszernie przedyskutowano stosowanie podliczników przenośnych oraz zasady taryfy dwuczłonowej z ogranicznikiem lub bez. Dyskusji wobec obszerności i wagi tematu nie wyczerpano.

Wiele uwagi poświęcono żelazkom elektrycznym, ponieważ elektrownie, propagując te aparaty, ponoszą w pewnej mierze odpowiedzialność wobec swych odbiorców za dostarczony towar.

Dyskusja na komisji była owocem badań, przeprowadzonych przez szereg elektrowni. Na posiedzeniu oglądano rozebrane na części żelazka dwóch fabryk krajowych typu najbardziej rozpowszechnionego i dyskutowano szczegóły wykonania poszczególnych elementów.

Stwierdzono dość znaczny postęp techniki budowy żelazek w porównaniu z rokiem ubiegłym, zebrano jednak obfity materiał dla ustalenia szczegółowych wymagań, jakie należałoby stawiać wytwórciom.

PROF. INŻ. KAROL NOVÁK.

Autor podręcznika „Uzwojenia tworników”, wydane go obecnie w języku polskim, urodził się w roku 1867 w mieście Nowe Benatki. Kształcił się w Pradze w gimnazjum realnem, a następnie

w Wyższej Czeskiej Szkole Technicznej, którą ukończył z odznaczeniem w roku 1893.

Pierwsze cztery lata praktyki inżynierskiej spędził w fabrykach elektrotechnicznych, najpierw u Ganz w Budapeszcie, później u Krizika pod Pragę. Następnie obejmuje posadę inżyniera ruchu w elektrowni praskiej. Były to czasy dla elektrotechniki praktycznej przełomowe. Prąd trójfazowy walczył z prądem stałym, napięcie robocze rosło w górę, turbiny parowe zaczynały konkurować z maszynami parowymi. Miejska elektrownia w Pradze szybko się modernizuje, a zawdzięcza to przedewszystkiem inżynierowi Novákowi.



Prof. Inż. Karol Novák.

Zamiłowany naukowiec i pedagog nie może się zadowolić samą praktyką inżynierską. W roku 1900, nie porzucając pracy w elektrowni, obejmuje w czeskiej politechnice docenturę budowy maszyn elektrycznych.

Zamiłowany naukowiec i pedagog nie może się zadowolić samą praktyką inżynierską. W roku 1900, nie porzucając pracy w elektrowni, obejmuje w czeskiej politechnice docenturę budowy maszyn elektrycznych.

Po sześciu latach pracy na dwóch warsztatach jednocześnie Novák staje na rozdrożu. Ubiegają się o niego na-

raz dwie instytucje. Miasto Praga mianuje go dyrektorem elektrowni i dyrektorem tramwajów, politechnika zaś proponuje mu objęcie katedry.

Zwycięża głos powołania. Novák, obdarowany medalem zasługi stołecznego miasta Pragi, opuszcza przedsiębiorstwa miejskie po 12 latach owocnej pracy i obejmuje stanowisko pierwszego profesora elektrotechniki konstrukcyjnej w Wyższej Szkole Technicznej w Pradze.

Nie zrywa jednak więzów z praktyką. Przeciwnie, jako doradca techniczny pracuje nadal w przedsiębiorstwach miasta Pragi, a jednocześnie stale służy swą wiedzą i doświadczeniem przy różnych poczynaniach elektrotechnicznych, opracowuje plany elektryfikacyjne, buduje elektrownie, a od 1919 roku utrzymuje ścisły kontakt z zakładami przemysłu elektrotechnicznego firmy „Kolben”.

Od trzydziestu lat bez przerwy prof. Novák kształci nowe kadry czeskich inżynierów elektryków. Trzykrotnie pełnił nadto obowiązki dziekana, a raz był rektorem uczelni.

Ogłosił drukiem cały szereg artykułów i podręczników. Z pod jego pióra wyszły: „Encyklopedia elektrotechniki”, „Budowa sieci elektrycznych”, „Budowa maszyn elektrycznych prądu stałego”, „Obliczanie sieci elektrycznych”, „Badanie komutacyjnego pola magnetycznego”, „Uzupełnienie wykresu Ossanna”, „Przystosowanie silników indukcyjnych do ruchu synchronicznego” i wiele innych.

Prof. Novák jest rzecznikiem ideałów ogólnoludzkich, a w stosunku do Polski — zdecydowanym Jej przyjacielem. Jako ekspert elektrowni krakowskiej, często bywał w Polsce, a jako profesor, wychował cały poczet polskich inżynierów. Liczy też wśród nas wielu szczerych przyjaciół.

Prof. St. Odrowąż-Wysocki.

BIBLIOGRAFJA.

Inż. Karol Novák: „Uzwojenia tworników maszyn elektrycznych prądu stałego”. — Tłumaczył inż. M. Natcholiński.

Wydana przez Komisję Wydawniczą Tow. Bratniej Pomocy Studentów Politechniki Warszawskiej książka, jest b. starannym tłumaczeniem pracy znanego i cenionego czeskiego inżyniera prof. K. Nováka. Jest to pierwsze wyczerpujące dzieło z dziedziny uzwojeń wirników prądu stałego w naszej nad wyraz ubogiej literaturze elektrotechnicznej. Dotychczasowe wydania z tej dziedziny, jak np. doskonałe dziełko inż. Hensla, były zaledwie wstępem do tego trudnego tematu, a jednocześnie przeznaczone były głównie dla fachowców o wykształceniu niższym. Należy się więc bezspornie uznać dla inicjatorów tłumaczenia i dla samego tłumacza, że zechcieli zapoczątkować w naszym piśmiennictwie elektrotechnicznym ten tak ważny dział w sposób stojący na poziomie politechnicznym.

W książce prof. Nováka w ujęciu przedmiotu dają się zauważyć dwie tendencje: pedagogiczna i naukowa. Połączenie tych dwóch zasad jest zwykle bardzo trudne, zwłaszcza w książkach technicznych, gdzie przedmiotem jest jakiś konkretny ustrój techniczny, któremu się chce nadać szatę naukową.

Pierwszej z tych tendencji pedagogicznej należy zdaje się przypisać, iż wstępny b. obszerny rozdział tej książki, poświęcony został omówieniu uzwojeń pierścieniowych. Można być stanowczym przeciwnikiem takiego wstępu w dziełach krótkich, w których chodzi o jaknajszysze zaznajomienie czytelnika z uzwojeniami prądu stałego, najczęściej dzisiaj używanymi. Jednakże w dziełach źródłowych wstęp taki ma swoje uzasadnienie, gdyż nieraz przy głębszym studjowaniu zjawisk, zachodzących w uzwojeniach bębnowych, trzeba posługiwać się metodą sztucznego przekształcania uzwojeń rzeczywistych bębnowych na uzwojenia pierścieniowe. W najnowszych dociekaniach na temat uzwojeń pr. stałego, jakie się spotyka w literaturze periodycznej zagranicznej, metoda ta znajduje częste zastosowanie. Pozatem, w czasach ostatnich, powrócono do uzwojeń pierścieniowych przy budowie maszyn prądu stałego na wysokie napięcie, a więc i ze względów czysto praktycznych uzwojenia te dziś odzyskały prawo obywatelstwa. W książce prof. Nováka dział ten ma raczej charakter pedagogiczny i nie jest wyzyskany jako metoda pewnego rodzaju dociekań. Co do celowości właśnie takiego ujęcia tej sprawy można oczywiście prowadzić długie spory, które w rezultacie zawsze jednak doprowadzą do kwestji tej lub innej indywidualności czytelnika lub słuchacza.

Wyrazem drugiej zasady w tej ciekawej książce, zasady naukowej, jest chęć przedstawienia wszystkich odmian uzwojeń w sposób ewolucyjny: autor z powodzeniem przedstawia, w jaki sposób jeden gatunek uzwojenia przekształca się w drugi. Jest to niezmiernie ciekawe ujęcie przedmiotu, jednakże czytelnikowi, nieobznajomionemu z tematem, trudno jest wyrobić sobie szybko orientację we właściwym rozpoznawaniu gatunków uzwojeń. Autor, wbrew dotychczasowej tradycji, która przedewszystkiem dzieli uzwojenia na pętlicowe i faliste, przechodzi od przykładów uzwojeń pętlicowych zwykłych ($a=p$) do przykładów uzwojeń najbardziej skomplikowanych, t. j. do szeregowo-równoległych, a potem dopiero omawia zwykłe faliste, czyli, jak je sam autor nazywa — szeregowo ($a=1$).

Niezmiernie dużą zaletą dzieła jest podawanie przy każdym schemacie uzwojenia gwiazdy i wieloboku napięć, jak również bardzo zgrabnie pomyslanej graficznej tabelki uzwojenia. Gwiazda i wielobok napięć jest nieodzownym dzisiaj środkiem dla oceny rozpatrywanego uzwojenia. Szkoda jednak, że autor bliżej nie objaśnił, dlaczego należy dodawać lub odejmować wektory i jaką kierunkowość wirowania wektorów obrał za podstawową.

Nad sprawą t. zw. symetrii uzwojeń autor zastanawia się dość szczegółowo, jednak sposób traktowania tej sprawy i wyniki, do jakich dochodzi, niezawsze są zgodne np. z poglądami, wyrażonemi w samym dziele Arnolda. Trudno na tem miejscu wszczynać dyskusję nad tą sprawą, tembardziej, iż dotychczas jest ona sporną i może być należyte rozstrzygnięta dopiero na podstawie wyników praktyki. W związku z tem należy tu wyrazić żal, że w tej ciekawej książce, jak zresztą we wszystkich prawie powstałych dziełach z tej dziedziny, zupełnie pominięta została sprawa spostrzeżeń praktycznych nad działaniami różnych rodzajów uzwojeń; autor bez wątpienia posiada ogromny zasób takich spostrzeżeń ze swej praktyki i mógłby je podać dla poparcia wielu ze swych teoretycznych wywodów.

W rozdziale o połączeniach wyrównawczych autor również robi wyłom w dotychczasowym sposobie traktowania tych połączeń, dzieląc je na uzwojenia I-go i II-go stopnia, tylko w zależności od tego, czy są poprowadzone po jednej stronie wirnika, czy też przechodzą z jednej strony na drugą. Jest to podział, opierający się właściwie tylko na mechanicznym wykonaniu tych uzwojeń, jednakże zasadniczo niesłuszny. Mamy przecie połączenia wyrównawcze, prowadzone po jednej tylko stronie wirnika, a spełniające li tylko rolę połączeń wyrównywujących skoki napięcia na komutatorze, nie przewodząc przytem prawie żadnych prądów wyrównawczych (uzwojenia szeregowo-równoległe, w których liczba wycinków jest podzielona przez kwadrat par gałęzi).

Do niedociągnięć książki zaliczyć również należy niedostateczne podkreślenie i wyodrębnienie poskoku żłobkowego. Wszak w praktyce oblicza się poskoki uzwojeniowe na podstawie obranego poskoku żłobkowego, a nie odwrotnie.

Co do znakownictwa, zastosowanego w książce, przykre wrażenie robi oznaczanie biegunów magnetycznych literami J i S, było to jednak wywołane finansową koniecznością użycia klisz oryginalnych.

Pomijając parę omyłek drukarskich oraz jeden błąd w rysunku (rys. 33 fałszywa biegunowość szczotek), wydanie jest niezmiernie staranne, rysunki aczkolwiek drobne jednak bardzo wyraźne i z technicznym smakiem wykonane.

Książka prof. Nováka, dzięki swojej jasności wykładu, niezmierniej ilości przykładów liczbowych oraz szerokiemu i głębokiemu ujęciu przedmiotu nadaje się znakomicie jako podręcznik na naszych wyższych uczelniach. Jednocześnie dzięki odmiennemu i interesującemu traktowaniu wielu zagadnień, stanowi ona dla fachowców cenny przyczynek do głębszego wejścia i skontrolowania bądź swych spostrzeżeń z dziedziny praktyki bądź też poglądów, zbyt silnie opartych o szkolną rutynę.

Inż. J. Roman.

Z RUCHU I WYTWÓRNI

Jak mierzyć grubość izolacji kabli prądu silnego?

Niejednokrotnie w czasie odbioru kabli prądu silnego wykonywuje się pomiar grubości izolacji dostarczonych kabli.

Pomiar ten nie może żadną miarą stanowić kryterjum dobroci danego kabla i jego podatności do ruchu, może jednak służyć do skontrolowania, czy dostarczony kabel odpowiada ustalonym przez przepisy krajowe normom. Dotychczasowe przepisy krajowe lub zagraniczne, stosowane jako podstawa do konstrukcji kabli prądu silnego, nie zawierały metod pomiarów grubości izolacji kabla, zostawiając je pomysłowości badających. Nowe przepisy polskie na kable prądu silnego PPNE/5 zamierzają sprawę tę unormować, jednakowoż — jak z dotychczas ogłoszonych projektów wynika — nie bardzo praktycznie, to też nie od rzeczy będzie, rozpatrzyć krytycznie stosowane dotychczas metody.

Najprostszym sposobem pomiaru grubości jest pomiar milimetrówką, przez przyłożenie podziałki do obciętego piłką przekroju kabla. Pomiar ten, pomijając zasadniczy błąd odczytowy, może być jeszcze o tyle niecisły, że w czasie uciania kabla piłką stalową żyły miedziane uginają się w kierunku nacisku piłki i ścisają łatwo izolację.

Inny sposób polega na mierzeniu mikrometrem średnicy żyły z izolacją i bez. Pomiar ten, mimo zastosowania przyrządu precyzyjnego, jakim jest mikrometr, obarczony jest znacznym błędem subiektywnym, gdyż izolacja kabla jest stosunkowo miękka, a nacisk śruby mikrometru zależy wybitnie od czułości ręki mierzącego. Zależnie od siły nacisnięcia śruby mikrometru otrzymujemy różne wyniki, które często doprowadzają do nieporozumień w czasie odbiorów.

Bardziej skomplikowane, ale zato najmniej dokładne metody pomiaru grubości izolacji (które dziwnym trafem znalazły miejsce nawet w projekcie przepisów polskich PPNE/5) stosują zdejmowanie z żyły kabla poszczególnych taśm papierowych, kąpienie ich starannie w benzynie, suszenie, a suma grubości poszczególnych taśm papierowych po takim spreparowaniu ma nam dać grubość izolacji badanego kabla. Pomijając uciążliwość danego pomiaru, należy stwierdzić, że sposób ten jest najmniej dokładny z dotychczas opisanych. Błędy pomiarowe, jakimi obciążone są pomiary grubości poszczególnych taśm papierowych, będą się tutaj sumowały, im mniejszą zaś wielkość mierzymy, tem błąd pomiarowy procentowo będzie większy. Wreszcie badający musiałby każdorazowo przy sumowaniu grubości zdawać sobie sprawę, jak izolowany jest kabel, czy warstwy papieru nawijane są z zakładką czy bez.

Dalej — przy pomiarze powyższym wogóle nie bierze się pod uwagę istnienia oleju impregnacynego, który przecież także zajmuje pewną objętość i w izolacji kabla odgrywa ważniejszą rolę, aniżeli sam papier.

Warstwy papieru, którymi są owinięte żyły kabla, mają bowiem przede wszystkim za zadanie utrzymanie pewnej odległości pomiędzy poszczególnymi żyłami, a równocześnie rozdział oleju impregnacynego na bardzo cienkie warstewki o wysokiej wytrzymałości na przebicie. Jak wiadomo, im warstwa oleju jest cieńsza, tem jego wytrzymałość na przebicie większa. Z drugiej strony uszeregowanie w izolacji kabla papieru o stałej dielektrycznej około 4 do 6, z olejem o stałej dielektrycznej znacznie mniejszej, bo około 2, powoduje w polu elektrycznym odciążenie warstw

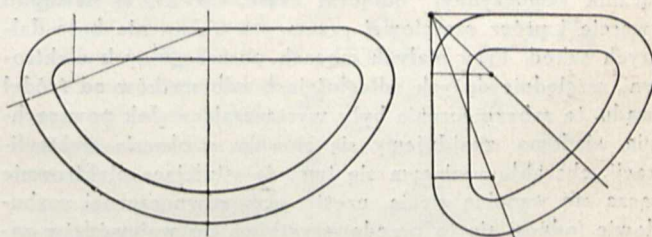
papieru i przerzucenie większego naprężenia na warstwy oleju, które w cienkich warstwach posiadają znacznie wyższą wytrzymałość na przebicie, aniżeli papier.

Skutkiem takiego rozkładu naprężeń wytrzymałość elektryczna nawet grubych warstw izolacji papierowych — 1 cm i wyżej — dorównywa prawie wytrzymałości na przebicie cienkich warstewek najlepszego oleju i dochodzi dzisiaj do 400 kV/cm.

Opisane powyżej metody pomiaru grubości dielektryka kablowego zostały już uznane na zachodzie za niecisłe i kłopotliwe. W projekcie badań kabli wys. nap. na VI Międzynarodowej Konferencji Wielkich Sieci w Paryżu w b. r. zaproponowano wyłącznie stosowanie do pomiarów grubości izolacji w kablach z żyłami okrągłymi mierzenie obwodów żyły z izolacją i bez. Różnica obwodów podzielona przez 2π podaje nam szukaną grubość izolacji. Ponieważ na rynku znaleźć można już gotowe taśmy z podziałką obwodową (π razy większą), przeto, mierząc obwody, odczytujemy wprost na podziałce średnice. Dokładność odczytu jest znaczna, gdyż podziałka obwodowa jest π razy większa, niż na milimetrówce, zastosowanie zaś dodatkowo noniusza na podziałce uprościłoby jeszcze bardziej pomiar.

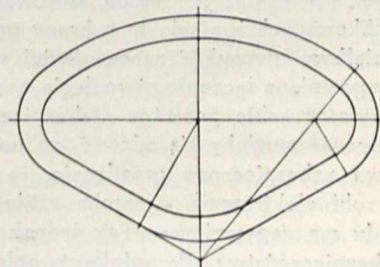
Zaznaczyć należy, że fabryki kabli stosują w czasie fabrykacji do pomiarów grubości kabli wyłącznie metodę obwodową celem skontrolowania, czy grubość izolacji jest dostateczna, względnie czy przepisana na karcie konstrukcyjnej średnica jest dotrzymana.

Pozornie więcej kłopotu sprawia pomiar grubości izolacji kabli o żyłach sektorowych. Prostim rachunkiem, przekonac się można, że dla kabli o żyłach sektorowych można z równą dokładnością stosować wyżej opisaną metodę i przez mierzenie obwodów wyliczać grubość izolacji.



Rys. 1.

Rys. 2.



Rys. 3.

Zastanawiając się nad kształtem przekrojów sektorowych kabli dwużyłowych rys. 1, kabli trójżyłowych rys. 3 i kabli czterożyłowych rys. 2, spostrzegamy, że obwody tych przekrojów składają się z odcinków linii prostych i łuków, zakreślonych różnymi promieniami.

Różnica obwodu żyły izolowanej i nieizolowanej powstaje skutkiem różnicy promieni łuków. Różnica ta zaś stanowi właśnie grubość izolacji, przez to tak samo, jak dla przekroju kołowego *)

$$d = \frac{O - o}{2\pi}$$

Tu O — oznacza obwód sektora z izolacją,
o — oznacza obwód sektora bez izolacji,
d — grubość izolacji.

Z powyższego wynika, że metoda mierzenia obwodów daje się zastosować do określania grubości izolacji kabli z żyłami sektorowymi. Stosując taśmę pomiarową z podziałką obwodową, wystarczy—podobnie jak i przy pomiarze kabli z żyłami okrągłymi—odjąć od siebie wyniki i podzielić przez 2π , aby otrzymać żadaną wartość grubości izolacji.

Metoda taka jako uniwersalna zdała już swój egzamin praktyczny, znalazłszy zastosowanie w praktyce fabrykacyjnej wielu kablowni, to też należałoby ją także zlecić do powszechnego stosowania jako oficjalną metodę mierzenia grubości izolacji w Polskich Przepisach na kable prądu silnego.

Inż. Stanisław Bładowski.

Srodki do usunięcia niebezpieczeństwa, wynikającego ze zwarc w urządzeniach elektrycznych.

Artykuł niniejszy nie ma bynajmniej na celu wyczerpania w najmniejszej mierze tematu, wymienionego w tytule. Dlatego też niejedno zagadnienie z tej dziedziny, które samo mogłoby służyć za temat obszernej pracy, wspomniane jest poniżej zaledwie w jednym zdaniu. Jedynym celem, który chciałbym osiągnąć jest zwrócenie uwagi szerokiego ogółu kolegów elektryków na sprawę ochrony przed skutkami zwarc, — sprawę, którą — mam wrażenie — zbyt często lekceważy się w praktyce.

Do niedawna stosunkowo sprawa ochrony przed prądem zwarcia przedstawiała się dosyć prosto. W razie zwarcia, najbliższy bezpiecznik (topikowy lub wyłącznik samoczynny) odłączał część, w której nastąpiło zwarcie i prócz częściowej przerwy w ruchu nie było dalszych szkód. Przy małych mocach poszczególnych elektrowni, względnie dużych odległościach odbiorników od źródeł prądu, te zabezpieczenia były wystarczające. Jak powszechnie wiadomo, znajdujemy się obecnie w okresie elektryfikacji, charakteryzującym się tem, że istniejące elektrownie łączą się wspólną siecią, często przy równoczesnej rozbudowie (odnosi się to przede wszystkim do województw zachodnich). Z tego właśnie powodu kilka uwag poniższych staje się aktualnymi i przez schematyczne niemal zestawienie kosztownych i pomysłowych metod, stosowanych w dziedzi zelektryfikowanych krajach do ochrony przed skutkami zwarc, chciałbym uwypuklić znaczenie tej sprawy.

Wyżej wspomniane łączenie równoległe poszczególnych elektrowni, kryje w sobie poważne niebezpieczeństwo dla odbiorców. Napozór mogłoby się zdawać, że jeżeli odbiorca ma prawidłowo zabezpieczone urządzenie, to nic go nie obchodzi, co robi elektrownia w swoim zakładzie, dopóki dostawę prądu ma zapewnioną. Tak jednak bynajmniej nie jest. Niebezpieczeństwo dla odbiorcy polega na tem, że wskutek rozbudowy elektrowni lub jej połączenia równoległego z inną może wzrosnąć w sposób niebezpieczny występująca w urządzeniu odbiorczym moc zwarcia. Urządzenia, dotychczas zabezpieczone prawidłowo, stają się nagle zabezpieczonymi niewystarczająco.

Jak wiadomo, dla uzyskania pewności pod względem zwarcia nie wystarczy nastawienie wyłącznika nadmiarowego lub innego bezpiecznika, lecz konieczne jest ponadto, aby dany wyłącznik potrafił rzeczywiście przerwać prąd zwarcia. Innymi słowy, moc odłączania bezpiecznika musi być większa, aniżeli moc zwarcia, występująca w danym miejscu. Ale i to jeszcze nie wystarczy. Trzeba, aby przekroje przewodów były dostatecznie duże oraz ich wytrzymałość mechaniczna była wystarczająca aby wytrzymały bez szkody momentalny prąd zwarcia. Ten ostatni warunek ze względu na to, że z reguły nie opłaca się wbudowanie wyłączników o mocy odłączania tak wielkiej, aby mogły przerwać już momentalny prąd zwarcia. Korzystniej jest dobrać ich wielkość i czas odłączania tak, by przerywały dopiero trwałe prądy zwarcia. Oczywiście wtedy przewody muszą być tak dobrane, ażeby mogły znieść bez uszkodzenia momentalny prąd zwarcia przez krótki czas jego trwania. Rzecz jasna, że w miarę postępów w konstrukcji wyłączników można będzie czas ten obierać coraz krótszy, przez co przewody wypadną tańsze.

W razie niewypełnienia wyżej wspomnianych warunków urządzenie narażone jest w wypadku zwarcia na poważne uszkodzenia (łuk, działanie mechaniczne i ciepłone), oraz przedstawia poważne niebezpieczeństwo dla zatrudnionych przy niem ludzi.

Dla spełnienia tych warunków w istniejących urządzeniach odbiorczych w wypadku zwiększenia mocy zwarcia wskutek tego, że elektrownia zasilająca łączy się równoległe z inną, mamy zasadniczo dwie drogi. Albo trzeba zamienić istniejące wyłączniki na nowe, większe, a przewody wzmocnić, gdzie zajdzie potrzeba, albo też trzeba się starać ograniczyć moc zwarcia, występującą w urządzeniu.

Pierwsza droga jest często droższa. Wyłączniki na bardzo duże moce odłączania są kosztowne; ponadto w wyżej wspomnianych okolicznościach, zawsze większe od istniejących, wymagałyby rozbudowy rozdzielni. Co do przewodników, a przede wszystkim kabli, w dużej ilości wypadków zachodzi potrzeba zwiększenia ich przekrojów, pomimo zastosowania drogi drugiej, t. j. pośredniego zmniejszenia mocy zwarcia, występującej w urządzeniu poniżej mocy odłączania wyłączników.

Pierwszym czynnikiem, który wpływa na ograniczenie mocy zwarcia, jest tak niechętnie ze względów ekonomicznych widziany spadek napięcia. Stąd też pochodzi fakt, że niektóre z firm, budujących wyłączniki, przeznaczone dla mniejszych urządzeń odbiorczych, dla których najczęściej nie przeprowadza się w praktyce dokładnych obliczeń mocy zwarcia, podają w swych cennikach, że dane wyłączniki stosować można w miejscach, w których spadek napięcia nie jest mniejszy, aniżeli przepisana wartość. Jednakże przez zwiększanie spadku napięcia nie można z reguły osiągnąć wystarczającego zmniejszenia mocy zwarcia, ponieważ, po pierwsze, warunki ekonomiczne stają temu na przeszkodzie, po drugie, napotyka to również na trudności natury technicznej; zwiększenie długości przewodów byłoby jednoznaczne ze skomplikowaniem urządzenia, a ponadto bardzo kosztowne, zaś zmniejszenie przekroju znowu ze względu na bezpieczeństwo pod względem zwarcia nie jest możliwe.

Drugim sposobem ograniczenia mocy zwarcia jest unikanie, względnie rozdzielanie — jeżeli istnieją — wszelkich równoległych doprowadzeń. (Ma to oczywiście na celu ochronę wyłączników w podstacjach i przy odbiornikach, niema natomiast wpływu na wyłączniki w głównej rozdzielni urządzenia odbiorczego). Również przewody doprowadzające okrężne powinny być w normalnym stanie ruchu przerywane. Odbiorniki należy rozdzielić na elektrycznie

*) Suma łuków wokół każdego sektora odpowiada zawsze 2π .

niezależne grupy, z oddzielnymi doprowadzeniami, a w razie transformowania — z oddzielnymi transformatorami. Ze względu na rezerwę nie jest to szkodliwe, gdyż można przewidzieć na wypadek odłączenia jednego z doprowadzeń sprzęgło, pozwalające na przełączenie poszczególnych grup odbiorników na inne doprowadzenia. Coprawda przez podział odbiorników na grupy zwiększają się w niepożądanym sposobie poszczególne współczynniki równoczesności, ale mimo to podział ten najczęściej się opłaca i bywa często stosowany (również w kombinacji z innymi sposobami ograniczenia mocy zwarcia).

Najważniejszym wreszcie środkiem do ograniczania prądu zwarcia są dławiki. Jednak ze stosowaniem dławików również nie można pójść zbyt daleko, głównie ze względu na indukcyjny spadek napięcia. Bardzo korzystne wyniki daje często kombinowanie dławików z podziałem na grupy, przez co znacznie zmniejsza się moc pozorna potrzebnych dławików. Ogromnie pożyteczne okazują się z tego punktu widzenia transformatory. Tam gdzie one są, można samoindukcję przełożyć w ich uzwojenie przez zwiększenie napięcia zwarcia. W większych urządzeniach rozdzielczych dla odbiorników opłaca się niekiedy prócz podziału na grupy przełożenie samoindukcji do umyślnych transformatorów, wbudowanych bezpośrednio przy poszczególnych grupach odbiorników dla odzyskania spadku napięcia (transformatory o przekładni np. 1 : 1,08). Próbowano z korzyścią stosować transformatory o dwu uzwojeniach wtórnych niezależnych; przez to uzyskiwano podział na grupy, a odpowiednio dobrane napięcie zwarcia pozwalało na dalsze zmniejszenie mocy zwarcia na odbiornikach aż do pożądanego granic.

Wszystkie te środki są dość kosztowne, jednak niebezpieczeństwo zwarcia w urządzeniach o dużej mocy jest tak poważne, że nie należy nigdy tej sprawy zaniedbywać. Urządzenia odbiorcze nie powinny być projektowane częściami, ale jako dobrze przemyślana całość z naprzód obmyślonym planem rozbudowy. Każda rozbudowa musi być przeprowadzona celowo, aby nie narazić istniejących urządzeń na niebezpieczeństwo (jakie może powstać np. przez dodanie nowego kabla zasilającego).

W nowych urządzeniach rozdzielczych obecnie najczęściej wbudowuje się wyłączniki o dostatecznie dużej mocy odłączania i przewody o wystarczających przekrojach. Jest to oczywiście najprostszym sposobem zapewnienia bezpieczeństwa. Pozostaje tylko do zbadania przy projektowaniu, czy w danym przypadku niema sposobu tańszego.

Długi szereg wypadków, jak: pożary, eksplozje, wywołujące niejednokrotnie częściowe zburzenie budynków, powodujące ogromne szkody materialne a niejednokrotnie i wypadki z ludźmi, świadczy o ważności sprawy zabezpieczenia od zwań. Wspomnę przy tej sposobności jako przykład jeden z dużych krajowych zakładów przemysłowych. Zakład ten posiada własną elektrownię i ponadto linie zasilające z obcych central. Wskutek rozbudowy zarówno własnej centrali jak i obcych zakład ten został przez eksplozję wyłączników olejowych zmuszony do ograniczenia mocy zwarcia. Zastosowano prowizorycznie podział na grupy, t. zn. każda linia zasilająca pracuje niezależnie na inne odbiorniki a we własnej elektrowni generatory nie pracują równolegle. Ponieważ oczywiście utrudnia to ogromnie prowadzenie ruchu, przeto nie da się uniknąć wbudowania nowych wyłączników.

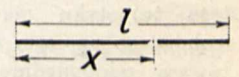
Rzecz jasna, że w pewnych warunkach może na ten temat powstać spór między odbiorcą a elektrownią, kto ma ponosić koszt zabezpieczenia urządzeń odbiorcy przed mocą zwarcia, zwiększoną wskutek rozbudowy elektrowni

lub jej połączenia równoległego z inną. Sprawy tej nie można z góry przesądzać i dlatego należy przy zawieraniu umów o dostawę prądu i o tem pamiętać.

Inż. M. Molski.

Z praktyki kablowej.

Podczas fabrykacji kabli telefonicznych o średnicach drutów 0,5—0,6 mm przy skręcaniu żył niekiedy powstaje przerwa w jednej z żył. Ponieważ normalnie przerywa się tylko drut, a izolacja pozostaje nieuszkodzona, więc przerwy nie można zauważyć przy najstaranniejszej obserwacji. Dlatego w ciągu fabrykacji kabla wszystkie żyły bada się kilkakrotnie na przerwę za pomocą słuchawek radiowych, włączanych szeregowo do obwodu, składającego się z akumulatora i badanej żyły. Brak dźwięku w słuchawce przy zamykaniu obwodu przez badaną żyłę wskazuje na przerwę. Miejsce przerwy w żyłe ustala się, jak wiadomo, na zasadzie pomiaru pojemności każdej z dwóch części przerywanej żyły. Jeżeli powyższe pomiary pojemności dla poszczególnych części będą „c₁” i „c₂”, długość całej żyły „l”, długość części żyły do przerwy „x”, to



Rys. 1.

$$\frac{x}{l} = \frac{c_1}{c_1 + c_2} \text{ czyli } x = l \frac{c_1}{c_1 + c_2} \dots (1)$$

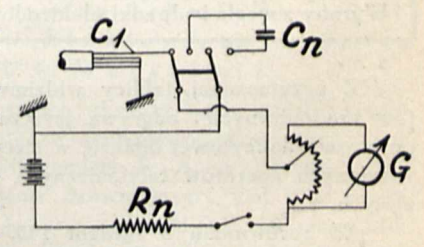
Przy normalnych odcinkach kabli l = 500 m, więc

$$x = 500 \frac{c_1}{c_1 + c_2} \dots (2)$$

Po odmierzeniu „x” metrów kabla, rzeczywiste miejsce przerwy znajdujemy za pomocą słuchawek, przyłączonych jednym przewodem przez akumulator do żyły końca kabla, podczas gdy drugi przewodnik, zakończony szpilką, wtyka się przez izolację w żyłę na odmierzonego miejscu i stopniowo dalej, aż przerwa będzie odnaleziona. Drut w miejscu przerwy łączymy starannie za pomocą spawania elektrycznego.

Znacznie trudniej odnaleźć przerwę „znikającą”. Wyjątkowo trudny wypadek zdarzył się w bieżącym roku w

Kablowni Polskich Zakładów Skody z odcinkiem kabla 20×2××0,5 mm. Znany schemat połączeń układu mierniczego dla mierzenia pojemności poszczególnych części przerywanej żyły podaje rys. 2. Pomiar pojemności „c₁” i „c₂”



Rys. 2.

części żyły wykonywa się przez porównanie największych odchyśleń galwanometru G przy naładowaniu prądem stałym części żył i normalnego kondensatora „C_n”. Pomiary, wykonane w sposób powyższy i równanie (2) wskazały przerwę w odległości 310 m od wierzchniego końca kabla. Po przewinięciu kabla z odmierzeniem 310 m okazało się, że przerwa zginęła, co można było objaśnić w ten sposób, że końce drutu w miejscu przerwy stykały się. Lekkie wyciąganie drutu i bezpośrednia skrupulatna obserwacja na długości ± 10 m od określonego przez pomiary miejsca nie doprowadziły do odnalezienia przerwy. Kilkakrotne przewinięcie kabla z jednego bębna na drugi również nie dało wyników dodatnich: żyła kontaktowała nadal na całej długości. Zmierzenie oporu całej uszkodzonej żyły dało 44, 45 Ω, sąsiedniej — 44, 50 Ω, co wykazało, że opór kontaktu był nieznaczny. Ani wstawienie odcinka kabla na kilka godzin do suszarni z temperaturą +110°C, ani następane

wystawienie na mróz -10°C przerwy nie ujawniły. Więc. pozostało tylko jedno wyjście: wyciąć z żyły odcinek takiej długości, aby on napewno zawierał miejsce przerwy. Pomiary dla określenia odległości przerwy były wykonane, jak zwykle, nad wilgotnym kablem, ponieważ suszenie odroczyłoby naprawę odcinka jeszcze o jeden dzień. Odległość przerwy otrzymuje się z dokładnością $\pm 3\%$, czyli w danym wypadku ± 9 m. Na podstawie tego z uszkodzonej żyły wycięto odcinek o długości 18 m. Gdy z wyciętego odcinka została zerwana izolacja, udało się nareszcie (na 316 m) odnaleźć przerwę, przyczem końce drutu zachodziły jeden na drugi i były mocno przyciśnięte jeden do drugiego izolacją, dlatego też styku nie można było przerwać bez zgięcia izolującego papieru. Zamiast wyciętego odcinka został wluutowany odpowiedni kawałek całej żyły z izolowanych resztek.

Rys. 3.

R. G.

W sprawie przepisów.

Na rozprawie sądowej z powodu nieszczęśliwego wypadku, który zakończył się śmiercią a był spowodowany nieprzepisowem wykonaniem instalacji elektrycznej, powołany przez sąd biegły oświadczył, że „Przepisy budowy i ruchu” (z r. 1928) „nie są jeszcze zatwierdzone i ogłoszone przez Ministerstwo Robót Publicznych, stanowią zatem nieobowiązujący projekt PKE”. Na tej podstawie sąd wydał wyrok, uniewinniający oskarżonych o spowodowanie wypadku.

Sądzę, że w opracowywanym obecnie drugim wydaniu „Przepisów budowy i ruchu” byłoby niewątpliwie pożądane zaznaczenie i *podkreślenie*, że są one wyrazem opinii szeregu zrzeszeń i organizacji elektrotechnicznych. Ten szczegół wpłynąłby korzystnie na znaczenie przepisów, ich powagę i uniemożliwiłby powstawanie fałszywych poglądów na to, skąd wypływa konieczność ich stosowania bez potrzeby uzyskiwania sankcji prawnej. K.

PRZEMYSŁ I HANDEŁ

Bilans handlowy w lipcu i sierpniu 1931 roku. W dziedzinie przemysłu elektrotechnicznego saldo obrotu zagranicznego pozostaje stale ujemne. Wartość towarów, przywiezionych w miesiącach lipcu i sierpniu, osiągnęła

8 771 tysięcy złotych, gdy w tym samym okresie wywieźliśmy zaledwie za kwotę złotych 185 tysięcy.

Oto jak kształtowały się poszczególne pozycje przemysłu elektrotechnicznego:

P o z y c j e	P r z y w ó z				W y w ó z			
	Lipiec		Sierpień		Lipiec		Sierpień	
	t	tys. zł.	t	tys. zł.	t	tys. zł.	t	tys. zł.
Maszyny elektryczne	177,8	2 135	107,8	1 359	6,20	40	4,00	24
Transformatory i przetwornice	27,5	172	38,5	479	1,20	28	3,00	3
Liczniki i mierniki elektryczne	31,2	569	6,7	254	2,30	11	0,11	6
Żarówki	2,1	191	3,2	310	0,01	1	0,02	1
Kable	39,1	126	17,4	60	0,04	0,1	—	—
Aparaty telefoniczne	13,8	677	26,7	1 480	0,10	2	0,10	1
Radioaparaty i ich części	5,4	282	4,5	538	1,00	44	0,12	21
Wyroby z węgla i odpadki elektrodowe	43,0	62	72,2	77	15,00	3	0,00	0

Z przytoczonej tablicy widzimy, że pozycja „aparatury telefonicznych” odgrywa jeszcze wciąż poważną rolę po stronie deficytowej bilansu, w sierpniu zaś wartość przywiezionych aparatów telefonicznych doszła do $1\frac{1}{2}$ miliona złotych.

W porównaniu z rokiem 1930-ym da się zauważyć pewne zmniejszenie przywozu artykułów elektrotechnicznych; w lipcu 1930 roku przywieziono ogółem na sumę złotych 5 193 tysięcy, gdy w lipcu roku bieżącego już tylko na sumę 4 214 tysięcy ($-18,9\%$); w m-cu sierpniu roku ubiegłego i bieżącego wartość przywiezionych towarów jest prawie identyczna, a mianowicie: dla roku 1930 — 4 532 tysięcy złotych, dla roku zaś 1931 — 4 557 tysięcy złotych.

Podwyższenie stawek celnych na artykuły elektrotechniczne. W Dzienniku Ustaw Nr. 82 z dnia 12 września r. b. ukazało się rozporządzenie ministrów Skarbu, Przemysłu i Handlu oraz Rolnictwa (poz. 644) w sprawie częściowej zmiany taryfy celnej, obowiązujące już od 25 września r. b., a dotyczące również dziedziny przemysłu elektrotechnicznego. Rozporządzeniem powyższym zostały stawki celne podniesione, poza to wprowadzono szereg poprawek redakcyjnych do samej nomenklatury.

Rozpatrzymy z kolei poszczególne pozycje nowego rozporządzenia.

Miedź (poz. 143) w gąskach, blokach, katodach, wiórkach, opiłkach, złomkach oraz miedź cementowana w proszku i brykietach pozostaje nadal zwolniona od cła, natomiast miedź (poz. 143 p. 4) w prętach i blachach podlegać ma wyższemu cleniu i to o grubości:

a) 0,5 mm i wyżej zamiast 41,60 zł. za 100 kg obecnie 80 zł. (+ 95%);

b) poniżej 0,5 do 0,3 mm zamiast 46,80 zł. za 100 kg obecnie 90 zł. (+ 92%);

c) 0,3 mm i mniej zamiast 58,50 zł. za 100 kg obecnie 120 zł. (+ 105%).

W posunięciu tem należy więc dojrzeć chęć obrony krajowych walcowni miedzi.

Maszyny elektryczne (poz. 167, p. 38) w nowej nomenklaturze zostały podzielone na dwie kategorie: jedna — to elektropompy głębinowe z nieodłączalnym napędem elektrycznym oraz ich części, druga — inne maszyny. Pierwsza kategoria jest po raz pierwszy wyróżniona w taryfie celnej i uzyskała bardzo wysokie stawki, wynoszące przy wadze sztuki:

I. — 150 kg i mniej — 3 000 zł. za 100 kg;

II. — powyżej 150 kg do 500 kg — 2 500 zł. za 100 kg;

III. — powyżej 500 kg — 2 000 zł. za 100 kg.

Stawki drugiej kategorii pozostały bez zmiany, przytoczymy je jednak dla uwydatnienia, w jaki sposób potraktował ustawodawca sprawę elektropomp głębinowych.

Otóż inne maszyny elektryczne (b) o wadze sztuki:

- I. 15 kg i mniej opłacają 910 zł za 100 kg;
- II. powyżej 15 kg do 150 kg opłacają 598 zł za 100 kg;
- III. powyżej 150 kg do 500 kg opłacają 455 zł za 100 kg;
- IV. powyżej 500 do 3000 kg opłacają 312 zł. za 100 kg;
- V. powyżej 3000 kg opłacają 162,50 zł za 100 kg.

Przyrządy i aparaty elektrotechniczne (poz. 169, p. 15) — dotychczasowa redakcja taryfy celnej została uzupełniona przez dodanie słów — „wyłączniki i przełączniki drążkowe i olejowe, ładownice”, oprócz tego stawki zostały podniesione dla przyrządów i aparatów o wadze sztuki:

- I. 2 kg i mniej z 910 zł za 100 kg do 1500 zł (+ 65%);
- II. powyżej 2 kg do 15 kg z 780 zł za 100 kg do 1200 zł (+ 54%);
- III. powyżej 15 kg do 50 kg z 650 zł. za 100 kg do 1000 zł (+ 54%);
- IV. powyżej 50 kg do 150 kg z 546 zł za 100 kg do 800 zł (+ 46%);
- V. powyżej 150 kg z 390 zł za 100 kg do 500 zł (+ 28%).

Żarówki w oprawie (poz. 169, p. 20) również uzyskały wyższą stawkę, szczególnie lampki katodowe.

Żarówki z nitką metalową i inną zamiast 1820 złotych za 100 kg mają być opłacane 2100 zł (+ 16%), lampki katodowe, radjotechniczne, zamiast 8600 złotych mają być opłacane obecnie 11000 złotych za 100 kg (+ 28%).

Podwyżkę stawek celnych na żarówki prasa codzienna tłumaczy koniecznością zareagowania na dumping, stosowany na rynku polskim przez fabryki sowieckie.

Materiały instalacyjne (poz. 169, p. 22) do sieci elektrycznej, a mianowicie rurki izolacyjne z masy izolacyjnej również uzyskały poważną wyższą stawkę celnych. Rurki bez pokrycia metalowego oraz pokryte blachą żelazną zamiast 119,60 zł. mają być opłacane 180 zł. za 100 kg (+ 50%), a rurki pokryte blachą miedzianą, wszelkie dodatki do rurek i t. d. — zamiast 214,50 zł. mają być opłacane 300 złotych za 100 kg (+ 40%).

Jak już wspomnieliśmy rozporządzenie ministerjalne weszło w życie czternastego dnia po ogłoszeniu, a więc nowe stawki są w chwili obecnej obowiązujące.

Likwidacja działalności zakładów „Brown-Boveri” w Polsce. Ostatnie lata działalności firmy na terenie polskim dały poważne straty, co skłoniło firmę do przeprowadzenia radykalnej zmiany w administrowaniu przedsiębiorstwem i do zmniejszenia zakresu działalności. W ostatnich tygodniach powstała nawet pogłoska, że zakłady „Brown-Boveri” mają zlikwidować całkowicie swoje fabryki w Polsce i odstąpić rynek polski innym koncernom elektrotechnicznym, co miało być spowodowane międzynarodowym porozumieniem kartelowym. Nic dziwnego, że pogłoski powyższe wywołały wśród fachowców polskich duże zaniepokojenie. Dobrze się stało, iż w prasie ukazał się wywiad z p. prezesem Z. Okoniewskim, który podał do

wiadomości informację pocieszającą, że zwrócił się do zakładów szwajcarskich z propozycją nabycia fabryk w Żychlinie i Cieszynie oraz prowadzenia ich przy technicznej pomocy zakładów szwajcarskich, poatem podjął jednocześnie rokowania z grupą przemysłową polską dla uratowania placówki. Trzeba wierzyć, że p. prezes Okoniewski dołoży wszelkich starań do skutecznego zrealizowania pomysłu, a chęci w tym względzie mu nie brak, gdyż sam był inicjatorem budowy fabryk, wybudował je i rozpoczął fabrykację.

Co zaś się tyczy pogłosek o odstąpieniu rynku polskiego koncernom niemieckim, to w prasie ukazały listy otwarte, które z obowiązku dziennikarskiego podajemy do wiadomości czytelnikom:

Oświadczenie S. A. Polskich Zakładów Brown-Boveri.

Od pewnego czasu za rozpowszechniane w kołach zainteresowanych pogłoski, że Polskie Zakłady Elektryczne Brown-Boveri, Spółka Akcyjna, tylko dlatego się likwidują, ponieważ zakłady macierzyste Aktiengesellschaft Brown-Boveri u. Cie w Badenie (Szwajcaria) wycofują się z elektrotechnicznego rynku polskiego, odstępując jednocześnie ten rynek wielkiemu koncernowi niemieckiemu.

Pogłoski te, których celem jest szkoderstwo dobremu imieniu firmy „Brown-Boveri” w Polsce, rozpowszechniane są coraz usilniej, tak że zmuszeni jesteśmy z całą stanowczością oświadczyć, że podobne pertraktacje nigdy nie były prowadzone nietylko z żadnymi niemieckimi, ale też i żadnymi innymi zagranicznymi firmami.

Pogłoski te uważać przeto należy, jako najzupełniej nieodpowiadające prawdzie.

Zarząd
Polskich Zakładów Elektrycznych
Brown-Boveri S. A.

Wyjaśnienie S. A. Polskich Zakładów Siemens w sprawie likwidacji Polskich Zakładów Elektrycznych Brown-Boveri w Warszawie.

W ostatnich czasach ukazały się w prasie wiadomości, jakoby pomiędzy reprezentowanymi przez nas Zakładami Siemens-Schuckert S. A. w Berlinie wzgl. Wiedniu, a Zakładami Brown-Boveri und Cie S. A. w Badenie zostało zawarte porozumienie, na mocy którego Polskie Zakłady Elektryczne Brown-Boveri likwidują w Polsce swe fabryki i oddziały z tem, by rynek polski odstąpić reprezentowanym przez nas powyższym Zakładom.

Jakkolwiek pogłoski te dla osób mniej więcej orientujących się w żadnym razie nie mogą wydawać się prawdopodobne, podajemy do ogólnej wiadomości, chcąc opinię publiczną jak najdokładniej i niedwuznacznie poinformować, że tego rodzaju porozumienie nie było zawarte i jakiegokolwiek pertraktacje pomiędzy Zakładami Siemens-Schuckert S. A. w Berlinie, a Zakładami Brown-Boveri, S. A. w Badenie w powyższej sprawie nigdy nie miały miejsca.

Dyrekcja
Polskich Zakładów Siemens
Sp. Akc.

K R O N I K A.

Inowrocław. Elektrownia miejska wyprodukowała w roku 1930 około 1360 tysięcy kilowatogodzin, oddając na sieć 1076 790 kWh. Z tego na potrzeby własne zużyto 15,76%, na użytek światła 53,25%, a na użytek siły 30,99%. Wpływ ze sprzedaży energii wyniósł 538 tysięcy złotych, co stanowi przeciętnie 59 groszy za jedną sprzedaną kilowatogodzinę.

Krakowiec, woj. Lwowskie. W dniu 29 kwietnia r. b. zostało nadane p. Jadwidze Łubieńskiej uprawnienie rządowe na lat 20 na wytwarzanie i rozdział energii elektrycznej na terenie miasta. Regularna dostawa energii miała się rozpocząć z dniem 1 czerwca 1931 roku.

Lwów. Miejskie Zakłady Elektryczne okólnikiem podały do wiadomości ogólnej, że odbiorcy prądu przy zamawianiu instalacji elektrycznych w swych mieszkaniach są nakłaniani względnie zmuszani do zamawiania instalacji krytych, pod tynkiem, ze względu jakoby na wymagania nowych przepisów polskich. Dyrekcja Miejskich Zakładów Elektrycznych wyjaśnia, iż według obecnie obowiązujących przepisów bezpieczeństwa, mogą być wykonywane wszystkie instalacje elektryczne w sposób trojaki, a mianowicie: 1) kryte, t. j. w rurkach pod tynkiem, 2) w rurkach, zakładanych na tynku i 3) przewodem płaszczowym, układanym również na tynku. Nie wolno natomiast wykonywać nowych instalacji plecionką. Istniejące już instalacje plecionką dopuszczane są do używania, jednak tylko pod tym warunkiem, iż są w zupełnie dobrym stanie i niema konieczności jakichkolwiek uzupełnień lub przeróbek. Wybór któregośkolwiek z wyżej przytoczonych sposobów wykonania instalacji pozostawiony jest całkowicie uznaniu odbiorcy prądu.

Poznań. Skutki kryzysu w wytwarzaniu energii elektrycznej na tutejszym terenie ujawniły się dopiero w roku bieżącym, wszystkie bowiem elektrownie, których poważną pozycję odbiorczą prądu stanowią odbiorniki siły, notują znaczny spadek w wytwarzaniu energii elektrycznej. To też nastąpił bardzo ciekawy objaw, iż jedna z elektrowni (Inowrocław), która przed dwoma laty całą siłą dążyła do powiększenia swej mocy, ponieważ pracowała bez jakiegokolwiek rezerwy, obecnie kwestję tę odłożyła na dalszy plan. Obecnie elektrownia ta dysponuje pewnymi nieznacznymi rezerwami, gdyż skutkiem ograniczenia zużycia prądu przez przemysł i oświetlenia reklamowego przez handel, nastąpiło odciążenie maszyn. Mimo to obecny stan jest uważany za przejściowy i sprawa powiększenia elektrowni przez dyrekcję jest brana nadal pod uwagę.

W znacznie lepszym położeniu są elektrownie małe, których produkcja niemal wyłącznie pokrywa zapotrzebowanie prądu do oświetlenia. Tutaj zaznacza się prawie wszędzie nieznaczny wzrost, czy to przez budowę nowych elektrowni, czy też przez powiększenie już istniejących.

Do zanotowania mamy tutaj powiększenie elektrowni w **Bojanowie** o nowy zespół o mocy 50 KM, ponieważ do-

tychczasowy okazał się niedostateczny, wskutek czego bateria akumulatorów była przeciążana i uległa stosunkowo szybkiemu zniszczeniu. Nowy zespół jest już zamówiony i ustawienie jego przewidziane jest w jesieni, aby na zimę dysponować dostateczną mocą maszyn bez nadużywania akumulatorów.

Dalej miasteczko **Kiekrz** przystąpiło do instalacji elektrowni wprawdzie niewielkiej, bo zaledwie o mocy ok. 25 KM, jednak każdy początek pociąga za sobą dalszy rozwój i należy się spodziewać, że z czasem zapotrzebowanie prądu powiększy się.

Toruń. W pierwszych dniach października bawił w Toruniu p. Niesch, delegat grupy francusko-szwajcarskiej, która zamierza przeprowadzić realizację projektowanej elektryfikacji Pomorza. Wraz z delegatem powyższej grupy przybyli towarzyszący mu naczelnik wydziału elektrycznego z Ministerstwa Robót Publicznych inż. K. Siwicki i dyr. Elektrowni w Gródku inżynier Hoffmann.

Do tej pory p. Niesch zwiedził już Grudziądz oraz elektrownie w Gródku i Zurze, z Torunia zaś wyjechał do Bydgoszczy.

Podróż ta ma na celu zapoznanie się delegata szwajcarsko-francuskiej grupy finansowej z całym terenem elektryfikacji zachodnich ziem Polski.

Warszawa. Elektrownie (warszawska i pruszkowska) przystąpiły do zmniejszenia natężenia światła przy oświetlaniu miasta. Roboty, polegające na zmianie dotychczasowych żarówek na słabsze, już się rozpoczęły. Zmniejszenie siły światła obejmie około 4000 lamp i dotyczyć będzie $\frac{2}{3}$ obszaru całego miasta; wyłączone są ulice o większym znaczeniu komunikacyjnym i handlowym oraz słabiej oświetlone przedmieścia. Zamiana żarówek potrwa kilka dni.

Redukcja siły światła, razem ze skróconym czasem oświetlenia miasta, wprowadzonym od 20 lipca, zaoszczędzi kasie miejskiej zł. 480 000 w stosunku rocznym.

Wilno. Wiele hałasu w prasie miejscowej narobiła sprawa budowy pionów przez warszawską firmę pod nazwą: Zjednoczone Towarzystwo Elektryczne. Firmie tej zarzucano, że, otrzymawszy monopol na budowę pionów od Magistratu m. Wilna, warunków zawartej umowy nie dotrzymywała i naraziła tem miasto względnie mieszkańców miasta na straty, sięgające około 300 tysięcy złotych. Sprawy nadano posmak sensacji i to tak dalece, że odwołany został z urlopu wypoczynkowego szef sekcji technicznej Magistratu, p. wiceprezydent W. Czyż.

W liście otwartym do czasopisma wileńskiego „Słowo” Zjednoczone Towarzystwo Elektryczne wyjaśniło szereg niezrozumień i mylnych informacji, podanych w prasie, prostując punkt za punktem stawiane firmie zarzuty. Magistrat przeprowadza skrupulatne dochodzenie i zależnie od wyników poweźmie ostateczną decyzję.