

PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH

pod naczelnym kierunkiem prof. M. POŻARYSKIEGO.

Rok XV.

1 Lutego 1933 r.

Zeszyt 3.

Redaktor inż. WACŁAW PAWŁOWSKI

Warszawa, Czackiego 5, tel. 690-23.

O DOKŁADNOŚCI METODY PROSTOWNIKOWEJ PRZY POMIARACH WYSOKIEGO NAPIĘCIA.

Prof. K. Drewnowski i inż. J. L. Jakubowski.

Wskutek istnienia skomplikowanych źródeł uchybów metody prostownikowej nie można określić ich wielkości. Natomiast nietrudno jest wyznaczyć górną granicę uchybu w sposób opisany w niniejszej pracy, co może posiadać duże znaczenie praktyczne. Metoda określania granicy uchybu nie obejmuje uchybów skutkiem występowania wielu ekstremów krzywej napięcia w ciągu $1/2$ okresu. Sposoby praktycznego usuwania tych ostatnich uchybów dotychczas nie są znane.

1. Zasada metody i jej uchyby.

Metoda prostownikowa (rys. 1a) pozwala, jak wiadomo [1] ¹⁾, określić wartość maksymalną wysokiego napięcia (U_m) przy pomocy jednego odczytu, jeśli 1) znana jest pojemność C i częstotliwość f mierzonego napięcia; 2) krzywa napięcia posiada w ciągu okresu tylko 2 ekstrema, przyczem wartości maksymalne napięcia (ujemna i dodatnia) są jednakowe. Wzór na U_m można wyprowadzić dla przypadku idealnego, t. j. gdy 3) wentyle nie działają jednocześnie; 4) spadek napięcia na wentylach i mikroamperomierzu jest zawsze równy zero; 5) niema upływności i pojemności między osłoną a doprowadzeniem.

Dla przypadku idealnego zależność między U_m , C , f oraz wskazaniem (J) mikroamperomierza, mierzącego wartość średnią, jest:

$$U_m = \frac{J}{2fC} \dots \dots \dots (1)$$

Jeśli którykolwiek z warunków 3) do 5) nie jest spełniony, wzór (1) przestaje być ścisły, a posługując się nim, popełniamy uchyby.

Przez dobór odpowiednich kenotronów można zmniejszyć napięcie na układzie kenotronów przy przepływie prądu z kondensatora C . Do 0 nie doprowadzimy go nigdy, musimy zatem uważać kenotrony za zmienną oporność rzeczywistą. Również oporności mikroamperomierza nie możemy zmniejszyć do 0, ani też pozbyć się pojemności i upływności między osłoną a doprowadzeniem. Warunek 3) może być spełniony praktycznie przez stosowanie odpowiednich kenotronów ciemnozarzających się, przez które płynie prąd = 0 dla napięcia anodowego = 0 (por. [1]).

Biorąc pod uwagę te czynniki, które zawsze występują, możemy ułożyć równania różniczkowe dla rozptywu prądów w układzie praktycznym

(rys. 1b). Przymiując potencjał punktu N za zero, otrzymamy

$$i_c = C \frac{d}{dt} (u - u_k)$$

$$i_c = i + C_k \frac{d u_k}{dt} + \frac{u_k}{R_k}$$

$$i = C \frac{d u}{dt} - (C + C_k) \frac{d u_k}{dt} - \frac{u_k}{R_k} \quad (2)$$

W powyższym równaniu u_k zawiera spadek napięcia na kenotronach i na mikroamperomierzu.

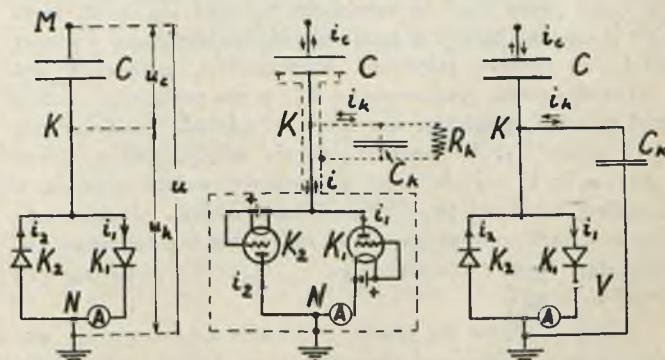
Wskazanie mikroamperomierza

$$J = \frac{1}{T} \int_0^T (i > 0) dt.$$

Uchyb wskazania

$$\Delta J = 2fCU_m - f \int_0^T (i > 0) dt.$$

Uchybu tego nie można określić analitycznie, nawet znając zależność u_k od i oraz wielkość C_k , R_k , ponieważ $\int_0^T (i > 0) dt$ zależy od przebiegu krzywej $u = f(t)$, naogół nieznanego.



Rys. 1a.

Rys. 1b.

Rys. 1c.

Układ idealny (1a), praktyczny (1b) i idealny zmodyfikowany przez Kōnig'a (1c). Na rys. 1c + baterji V należy połączyć z katodą kenotronu K_1 .

¹⁾ Liczby w nawiasach [] odnoszą się do literatury, podanej na końcu.

2. Określenie uchybu metodą H. Königa.

H. König w nader głęboko ujętej pracy [2] zajmował się wielkością uchybu ΔJ , gdy spełnione są warunki 2), 3) i 4) oraz gdy $R_k = \infty$, ale $C_k \neq 0$. Rozważał on przebieg krzywych $u_c, u_k, i = f(t)$ dla dowolnie założonej krzywej $u = f(t)$ odpowiadającej warunkowi 2). W układzie Königa w szereg z jednym z kenotronów jest włączona bateria o napięciu V (rys. 1c). Rys. 2 przedstawia krzywe, gdy napięcie włączono w chwili t_0 ; od chwili t_1 wartości napięć i prądów powtarzają się co 1 okres. Od tej chwili mamy więc do czynienia ze stanem ustalonym. Omawiane krzywe można wyznaczyć, pamiętając, że 1) zawsze, gdy działa wentyl K_1 , lub K_2 (rys. 1c), prąd ładowania C_k równa się 0; 2) gdy nie może działać żaden z wentyli, prąd płynie przez C_k ; 3) wentyl K_1 może zacząć działać tylko wtedy, gdy $u_k = V$ i gdy u rośnie, a wentyl K_2 — gdy $u_k = 0$ i gdy u maleje²⁾.

Z rys. 2 wynika, że dla tego przypadku wartość średnia prądu, płynącego przez mikroamperomierz (pole zakreskowane na rys. 2)

$$J = fC \left(2U_m - \frac{C + C_k}{C} V \right) \dots (3)$$

Znając f, C, C_k i V , można więc w opisywanym przypadku idealnym przy pomocy jednego odczytu J określić U_m .

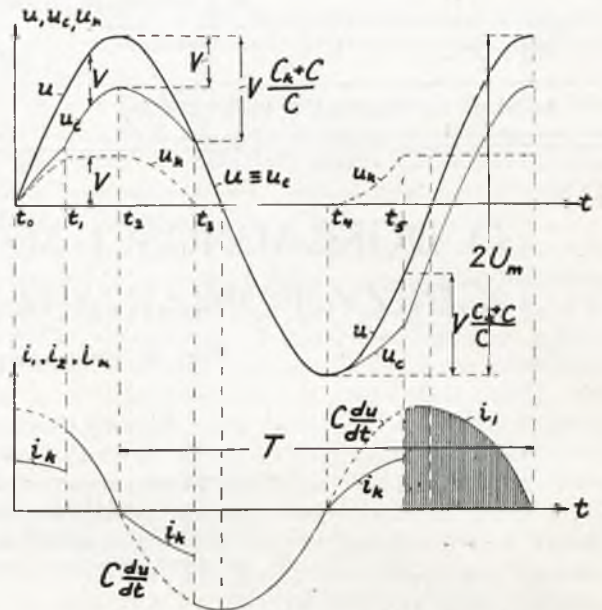
Wychodząc z założenia, że układ praktyczny odpowiada w przybliżeniu idealnemu, do którego stosuje się równanie (3), König wyznaczył doświadczalnie (wentyle = kenotrony, R_k b. duże) zależność J od V dla szeregu krzywych $u = f(t)$. Jako napięcie V na wykresach przyjmujemy napięcie baterji rzeczywiście włączonej do układu; część tego napięcia to V' , wielkość niezbędna do

²⁾ Rozumowań prowadzących do wyznaczenia przebiegu krzywej $u_c = f(t)$ König [2] nie podaje, mimo iż odznaczają się dużą oryginalnością. Dla chcących przestudjować w oryginale trudno ujętą pracę Königa będzie dużym ułatwieniem zapoznanie się z metodą omawianych rozumowań. Jako przykład podajemy ich fragment: wyłomaczenie przebiegu krzywych w czasie od t_2 do t_3 .

Przed chwilą t_2 prąd płynął przez K_1 , napięcie na C było więc równe $u_c = u - u_k = u - V$. Od chwili t_2 prąd nie może płynąć ani przez K_1 , ani przez K_2 . Gdyby prąd popłynął przez K_2 , to musiałoby u_k stać się = 0, czyli $u_c = u$; aby u_c było = u musiałoby u_c wzrosnąć od wartości dla t_2 , co przeczy założeniu, bo wzrost u_c połączony jest z przepłynięciem prądu przez K_1 , a nie przez K_2 . Zatem prąd przez K_2 popłynąć nie może. Podobnie popłynąć nie może przez K_1 , bo przez K_1 płynie wtedy, gdy u_c rośnie i gdy $u_k = V$, co jest tutaj niemożliwe wobec malenia u (u maleje, a więc i $(u - V)$ musiałoby maleć). Jedyną możliwością jest popłynięcie prądu ładowania kondensatora C_k , co nastąpi według wzorów: $C[u_c - (U_m - V)] = C_k(u_k - V)$ i $u_c + u_k = u$.

Gdy u_c stanie się równe u (chwila t_3), zjawia się warunki możności pracy wentyla K_2 : przez ten wentyl zacznie płynąć prąd taki, jakgdyby C_k nie istniało ($i_2 = C \frac{du}{dt}$). Dla t_3 $u = u_c = U_m - \frac{C + C_k}{C} V$; wielkość ta wchodzi do wzoru (3).

rozdzielenia zakresu wspólnej pracy kenotronów (König używał lamp jasnożarzących się). Wykresy, otrzymane przez Königa, są bardzo ciekawe; wynika z nich, że krzywe $J = f(V)$ dla róż-



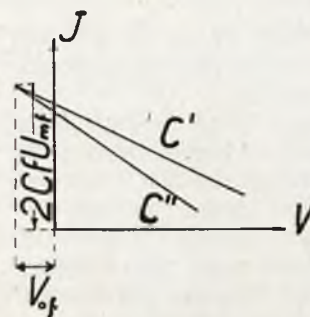
Rys. 2.

nych $C_k = \text{const}$ są prawie prostymi i że przecinają się w jednym punkcie na lewo od osi $V = 0$ (rys. 3).

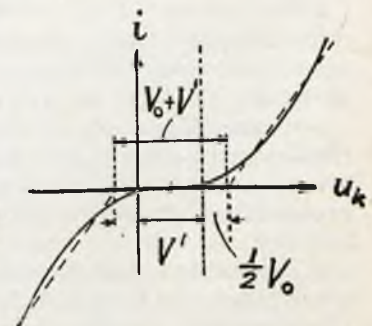
König wnioskuje stąd, że rzeczywiście działające napięcie V jest większe, niż napięcie baterji, włączonej do układu i tłumaczy to w ten sposób, że układ kenotronów można zastąpić 2 wentylami idealnymi o stałych opornościach i napięciem $V_0 + V'$, włączonym w szereg z jednym z nich (rys. 4). Przy takim założeniu prąd, zmierzony w warunkach normalnych ($V = V'$), będzie

$$J \cong 2fCU_m \left[1 + w - \frac{V_0 + V'}{2U_m} \left(1 + \frac{C_k}{C} \right) \right] \dots (4)$$

przyczem w oznacza uchyb wskutek oporności zaworów, $\frac{1}{2} V_0$ — napięcie własne 1 zaworu.



Rys. 3.



Rys. 4. (König [2]).

Wyniki pomiarów Königa można ująć jeszcze innym wzorem:

$$J = 2fCU_{mf} \left[1 - \frac{V_{of} + V'}{2U_{mf}} \left(1 + \frac{C_k}{C} \right) \right] \dots (5)$$

Wzór powyższy stanowi analogję matematyczną do (3). Wielkości U_{mf} i V_{of} są fikcyjne, nie posiadają znaczenia fizycznego, ale zato można je łatwo

wyznaczyć doświadczalnie. W U_{mf} i V_{of} ukryty jest uchyb w , różnią się więc one od U_m i V_0 ³⁾. Według pomiarów Kōniga U_{mf} jednak bardzo mało odbiega od U_m ; dlatego Kōnig zaleca także w przypadku, gdy V wystarcza tylko do rozdziału pracy kenotronów (normalna praca układu; $V = V'$), wyznaczanie $2CfU_{mf}$, jako rzędnej przecięcia się 2 prostych $J = f(V)$ dla 2 różnych wartości C_k , i utożsamianie U_{mf} z U_m .

Rezultaty Kōniga, dotyczące przybliżonej równości U_{mf} i U_m , jak również istnienia zależności $J = f(V)$ pod postacią równania (5)⁴⁾ posiadają charakter wyłącznie empiryczny. Błąd ΔJ w rzeczywistości zależy od kombinacji 5 czynników: C, C_k, R_k , przebiegu $u = f(t)$ i $i = f(u_k)$ [porównaj równanie (2)]. Oczywiście Kōnig nie mógł zbadać wszystkich kombinacji praktycznych możliwych, zatem nie jest wykluczone, że prawa, oparte na równaniu (5), mogą zawieść w szeregu przypadków praktycznych.

Przy ocenie metody Kōniga należy zwłaszcza wziąć pod uwagę, że w praktyce używa się różnych kenotronów (ograniczenie metody Kōniga tylko do kenotronów przez niego używanych) i że R_k bardzo często nie jest $= \infty$, a nawet może osiągnąć rząd wielkości $\frac{1}{\omega C_k}$ przy 50 okr.⁵⁾.

Wskutek powyższych zastrzeżeń b. cenne wyniki pomiarów Kōniga posiadają znaczenie częściowo lokalne.

3. Wyznaczenie górnej granicy uchybu.

Względy, omówione na końcu poprzedniego rozdziału, skłoniły autorów do pójścia w kierunku opracowania metody, która pozwoliła określić górną granicę uchybu mierzonego napięcia. Wyznaczenie tej granicy dla różnych napięć, po uruchomieniu metody prostownikowej w laboratorium przemysłowym, pozwala usunąć elementy nieprawidłowe i zwiększyć w ten sposób dokładność pomiaru.

Punktem wyjściowym tej metody jest wzór (2). Wyrażenie na granicę uchybu, wyprowadzone niżej, można stosować tylko do kenotronów ciemnożarzących się, dla których $u_k = 0$, gdy $i = 0$. Przy stosowaniu kenotronów jasnożarzących się należy w tym wyrażeniu wprowadzić zmiany, czym nie zajmujemy się, ponieważ naszym zdaniem takich kenotronów stosować nie należy [1]. Dla kenotronów, wykazujących $u_k = 0$ dla $i = 0$, bateria dla rozdzielenia zakresu pracy jest zbędna, $V' = 0$, dla więc w myśl rozważań Kōniga możemy mówić

³⁾ Według bardzo dokładnych badań Kōniga nawet V_0 nie jest, ściśle biorąc, wielkością stałą. Dla danego kenotronu V_0 zależy przy $J = \text{const}$, a różnych U_m od C oraz przy $C = \text{const}$ od wykorzystania charakterystyki kenotronu, czyli od U_m . Świadczy to, że i V_0 jest wielkością do pewnego stopnia fikcyjną.

⁴⁾ Trzeba pamiętać, że przebieg $J = f(V)$ doświadczalnie możemy wyznaczyć tylko dla $V > V'$; dla $V < V'$ przedłużamy krzywe $J = f(V)$ w założeniu, że są to proste.

⁵⁾ Oporność powierzchniowa izolacji między osłoną kondensatora wysokiego napięcia, a częścią pomiarową może spaść nawet do 5 MΩ w warunkach wybitnie niekorzystnych (kurz, wilgoć).

tylko o V_0 , wielkości dość nieokreślonej. Możliwość określenia uchybu metodą Kōniga dla tego przypadku zdaje się być całkowicie złudzeniem.

Aby określić granicę uchybu, zauważmy najpierw, że krzywa mierzonego napięcia posiada z założenia w ciągu okresu tylko 2 ekstrema. Nie jest prawdopodobne, nawet dla krzywych $u = f(t)$ bardzo odkształconych, dla których np. $\frac{du}{dt}$ zbliża

się do 0 kilka razy w ciągu $\frac{1}{2}$ okresu, że prąd i będzie zmieniał znak częściej, niż jeden raz w ciągu $\frac{1}{2}$ okresu. Prościej jednak, niż udowodnić to, będzie założyć, że prąd i posiada kilka przejść przez 0 w ciągu $\frac{1}{2}$ okresu, gdyż nawet przy tem założeniu uchyb graniczny wypadnie taki sam, jak dla jednego przejścia przez 0. Dla przyjętego przez nas przebiegu prądu istnieje więc w ciągu okresu kilka nie zachodzących na siebie zakresów t , w których prąd jest dodatni. Początek każdego takiego zakresu oznaczmy przez t' , koniec przez t'' .

Wskazanie mikroamperomierza będzie:

$$\begin{aligned}
 J &= \frac{1}{T} \int_0^T (i > 0) dt = \\
 &= \frac{1}{T} \sum \int_{t'}^{t''} \left[C \frac{du}{dt} - (C + C_k) \frac{du_k}{dt} - \frac{u_k}{R_k} \right] dt = \\
 &= \frac{1}{T} \sum \int_{t'}^{t''} C du - \frac{1}{T} \sum \int_{t'}^{t''} (C + C_k) du_k - \\
 &\quad - \frac{1}{T} \sum \int_{t'}^{t''} \frac{u_k dt}{R_k} = fC \sum (u'' - u') + \\
 &\quad - f(C + C_k) \sum (u_k'' - u_k') - \frac{f}{R_k} \sum \int_{t'}^{t''} u_k dt.
 \end{aligned}$$

Z założenia $u_k = 0$, gdy $i = 0$, a więc $u_k' = u_k'' = 0$. Następnie suma różnic $(u'' - u')$ nie może być nigdy większa od $2U_m$, jeżeli, jak tutaj, zakresy $t'' - t'$ nie zachodzą na siebie. $\sum \int_{t'}^{t''} u_k dt$ jest zawsze większa od 0, bo u_k ma taki sam znak, jak i . Ostatecznie

$$J < 2fCU_m \dots \dots \dots (6)$$

Wzór (6) pokazuje, że wskazanie mikroamperomierza w układzie idealnym jest górną granicą wskazań w układzie praktycznym.

Aby wyznaczyć dolną granicę J , określamy najpierw wielkość całki $\int_{t'}^{t''} i dt$ przyczem chwile t''' i t'''' odpowiadają kolejnym przejściom $C \frac{du}{dt}$ przez 0.

$$\begin{aligned}
 J' &= \int_{t'''}^{t''''} i dt = 2fCU_m - f(C + C_k) (u_k'''' - u_k''') - \\
 &\quad - f \int_{t'''}^{t''''} \frac{u_k}{R_k} dt \\
 \min J' &> 2fCU_m - 2f(C + C_k) |u_{km}| - \frac{|u_{km}|}{2R_k}. \quad (7)
 \end{aligned}$$

⁶⁾ Zakładając, że $u_k = \pm u_{km}$, gdy $C \frac{du}{dt} = 0$, naogół przeceniamy znacznie wielkość uchybu, gdyż w większości przypadków praktycznych u_k w chwili, gdy $C \frac{du}{dt} = 0$, jest bliższe 0, niż u_{km} .

We wzorze (7) przez $|u_{km}|$ oznaczono bezwzględną wielkość największej chwilowej wartości u_k .

Zważywszy, że całka $\sum \int_r^{r''} i dt = \int_0^T (i > 0) dt$ jest większa od całki $\int_{r''}^{r'''} i dt$, otrzymamy $J > J'$ oraz $J > \min J'$.

Ostatecznie

$$J < 2fCU_m$$

$$J > 2fCU_m - 2f(C + C_k) |u_{km}| - \frac{|u_{km}|}{2R_k}$$

Określając U_m ze wzoru (1), jako granicę górną uchybu otrzymamy:

$$\pm \frac{\Delta U_m}{U_m} = \frac{\Delta f}{f} + \frac{\Delta C}{C} + \frac{\Delta J}{J} \quad (8)$$

przyczem

$$+ \frac{\Delta U_m}{U_m} = \frac{\Delta f}{f} + \frac{\Delta C}{C} + \frac{2f(C + C_k) |u_{km}|}{J} + \frac{|u_{km}|}{R_k J} + \frac{\Delta \alpha}{\alpha} \quad (8a)$$

$$- \frac{\Delta U_m}{U_m} = \frac{\Delta f}{f} + \frac{\Delta C}{C} + \frac{J_0}{J} + \frac{\Delta \alpha}{\alpha} \quad (8b)$$

We wzorach powyższych $\Delta \alpha$ oznacza uchyb odczytu i wskazania mikroamperomierza. Osobne omówienie należy się wielkości J_0 . Jest to znikomo mała wielkość prądu, który płynie przy zwarciu kenotronu. Rząd jego wielkości — kilka 10^{-8} A dla odpowiednio połączonych lamp B.409 (rys. 1b). Obliczając uchyb graniczny w założeniu, że J_0 płynie przez cały okres (niemożliwe) przeceniamy znacznie jego wielkość; mimo to składowy uchyb graniczny $\frac{J_0}{J}$ jest do pominięcia wobec innych.

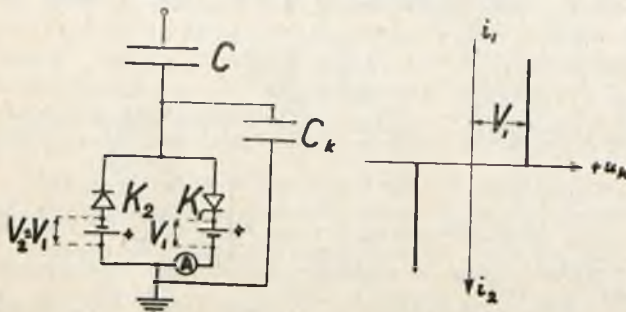
Wielkość ta może grać pewną rolę przy użyciu innych kenotronów, niż zastosowane przez autorów; dlatego włączamy ją do wzoru na uchyb graniczny.

Wzór (8) na uchyb może mieć znaczenie praktyczne, o ile 1) granice uchybu nie wypadają zbyt duże w stosunku do rzeczywistego uchybu (uchyb nie jest przeceniony); 2) wielkość u_{km} , C_k , R_k można zmierzyć.

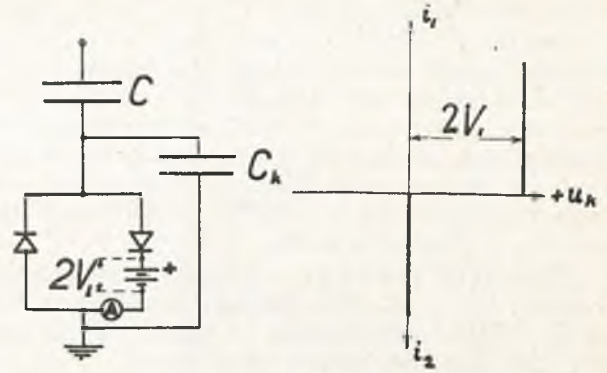
Górna granica uchybu ze względu na C_k jest osiągnięta w przypadku, gdy $R_k = \infty$ i wentyle są idealne, oraz gdy w szereg z każdym wentylem jest włączona bateria o napięciu $V_1 = V_2$ (rys. 5a). Górna granica uchybu wynosi wtedy

$$\Delta J = 2fCU_m - J = f(C + C_k) \cdot 2V_1$$

To samo otrzymujemy ze wzoru Kōniga (3), jeśli założyć w nim $V = 2V_1$. Założenie to jest słu-



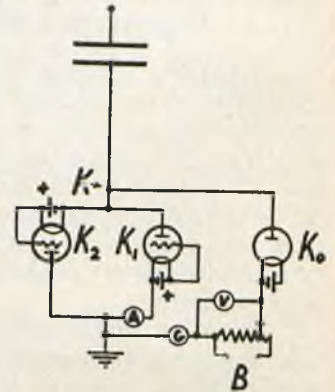
Rys. 5a.



Rys. 5b.

szne, gdyż układ z rys. 5a ma ten sam uchyb, co układ z rys. 5b. Równość uchybu granicznego i rzeczywistego wskazuje, że, jeśli wzór na uchyb graniczny ma obejmować wszystkie przypadki, nie może być zastąpiony innym, dającym mniejsze wartości uchybu.

Do pomiaru u_{km} nie możemy użyć zwykłego woltomierza, gdyż spowodowałby on praktycznie zupełne zwarcie układu kenotronów i napięcie u_k zniknęłoby. W Laboratorium Wysokich Napięć P. W. stosowano do tego celu zerowy układ kenotronowy (rys. 6), składający się z kenotronu dodatkowego K_0 , baterji B i galwanometru G. Aby zrozumieć zasadę jego działania, przypuśćmy najpierw, że charakterystyka $u = f(i)$ kenotronu K_0 przechodzi przez punkt $(u = 0, i = 0)$. Gdy napięcie baterji B jest równe 0, kenotron K_0 przejmuje częściowo rolę kenotronu K_1 . Jeśli napięcie U_B baterji B zwiększyć, to dodatni (przy połączeniu, jak na rys. 6) prąd w K_0 zmniejsza, gdyż płynie on tylko wtedy, gdy $u_k - U_B$ jest dodatnie. Gdy prąd ten stanie się równy 0, U_B będzie równe u_{km} . Ponieważ wtedy K_0 nie pobiera prądu, u_{km} ma tę samą wartość, jaką miało, gdy K_0 nie było włączone. Po zastosowaniu prostej modyfikacji postępowania można użyć jako K_0 kenotronu, dla którego $i \neq 0$ dla $u = 0$.



Rys. 6.

Sposób załączenia woltomierza kenotronowego. (Uwaga: — baterji B należy połączyć z końcówką galwanometru G).

Pomiar u_{km} nie jest dokładny, gdyż właściwie nie ustawiamy prądu woltomierza kenotronowego na 0 (ze względu na styczny przebieg charakterystyki $i = f(u)$ kenotronu K_0 do osi u), ale na niewielką wartość, która bardzo mało zmienia wskazanie badanego układu prostownikowego. Uchyb pomiaru u_{km} może osiągnąć np. 10%, co jednak jest bez wielkiego znaczenia, bo powoduje tylko uchyb uchybu.

Biorąc za podstawę do obliczenia uchybu C_k określone np. mostkiem Seibta i R_k zmierzone prądem stałym, popelniamy nieścisłość dzięki temu, że tak otrzymane C_k i R_k są tylko wtedy dokładne, gdy nie występują straty w izolacji z materiału stałego. Ścisłe biorąc dielektryk stały stanowi

złożony układ kilku pojemności i oporności. Układ ten można zastąpić przez R_k i C_k , połączone równolegle, ale inne dla różnych częstotliwości (wyższych harmonicznych u_k). To zastrzeżenie natury teoretycznej nie odgrywa dużej roli w praktyce; możemy tutaj powtórzyć to samo, co przy omawianiu dokładności pomiaru u_{km} : uchyb określenia C_k i R_k powoduje tylko uchyb uchybu.

Znając u_{km} , C_k , R_k możemy określić granicę uchybu. Przykład obliczenia tej granicy przy pomiarze 100 kV_{max} podaje poniższe zestawienie:

$$\frac{\Delta f}{f} 100 \text{ (częstościomierz sprężynkowy)} \cdot \pm 0,5\%$$

$$\frac{\Delta C}{C} 100 \text{ (orientacyjnie)} \cdot \pm 0,1\%$$

$$\frac{2f(C + C_k) |u_{km}|}{J} 100 = \frac{2 \cdot 50 \cdot (8 + 784) \cdot 10^{-12} \cdot 1,2}{81 \cdot 10^{+6}} 100 \cdot \pm 0,12\%$$

$$\frac{|u_{km}|}{2R_k J} 100 = \frac{1,2}{2 \cdot (16,5 \cdot 10^{-6}) \cdot (81 \cdot 10^{-6})} 100 \cdot \pm 0,05\%$$

$$\frac{\Delta \alpha}{\alpha} 100 \text{ (} \alpha \text{)} \cdot \pm 0,2\%$$

$$\frac{J_0}{J} 100 = \frac{0,028 \cdot 10^{-6}}{81 \cdot 10^{-6}} 100 \cdot -0,03\%$$

Górna granica uchybu dodatniego:
 $0,5 + 0,1 + 0,12 + 0,05 + 0,2 = 0,97\%$.

Górna granica uchybu ujemnego
 $0,5 + 0,1 + 0,2 + 0,03 = 0,83\%$.

⁷⁾ Mikroamperomierz firmy Hartmann i Braun, 1^o = 0,88.10⁻⁶ A.

Z przykładu powyższego widać, że uchyb wskutek istnienia C_k i $\frac{1}{R_k}$ gra bardzo małą rolę; dotyczy to wszystkich układów prawidłowo zestawionych. W omawianym przykładzie, chcąc zwiększyć dokładność, należałoby przede wszystkim poprawić dokładność pomiaru f , następnie zmniejszyć C_k .

4. Wnioski.

1. Stosowanie metody König'a nie daje pewności, czy wielkość określana jest rzeczywiście szukanym uchybem.

2. Metoda autorów pozwala określić w sposób pewny górną granicę uchybu.

3. Dla układów prawidłowo zestawionych uchyby graniczne wskutek istnienia C_k i $\frac{1}{R_k}$ są pomijalne wobec innych.

LITERATURA.

[1] J. L. Jakubowski, Pomiar wysokiego napięcia w laboratorjach przemysłowych metodą prostownikową. (Przeł. El. 1933, Nr. 1 i 2, publikacja Z. M. E. i W. N. Nr. 28).

[2] H. König, Ueber die Fehler der Scheitelspannungs-Messung vermittelst röhrengleichgerichtetem Kondensatorstrom, (Helvetica Physica Acta, 1929, Vol. II, str. 357—410).

Dalsza literatura, zresztą nieliczna, podana jest w pracach wymienionych wyżej.

Praca powyższa została wykonana w Zakładzie Miernictwa Elektrotechnicznego i Wysokich Napięć Politechniki Warszawskiej w roku 1931.

RTEŃCIOWE ZAWORY ELEKTRONOWE Z SIATKĄ STERUJĄCĄ I ICH ZASTOSOWANIE PRAKTYCZNE*).

Inż. August Smolański.

Przedmiotem niniejszego artykułu jest nowy, szybko rozwijający się dział współczesnej elektrotechniki, obejmujący rてciowe zawory elektronowe, wyposażone w siatki sterujące. Podana jest zasada działania siatki sterującej i regulacji zaworów, następnie schematy i krótki opis zasadniczych układów z sterowaniami zaworami rてciowymi.

Wstęp.

Pierwszy pomysł regulacji zaworów rてciowych przez oddziaływanie na wzniesienie i przebieg wyładowania łukowego w zaworach pochodzi od wynalazcy zaworów rてciowych Peter Cooper Hewitt'a, który podał kilka sposobów skutecznego tej regulacji. Pierwszy sposób, polegający na wzbudzeniu plamy świetlnej na powierzchni katody przez przesuwalne w fazie wzniesie-

nie pomocniczego wyładowania łukowego w obwodzie osobnej anody wzbudzającej, w zależności od czego powstawałoby opóźnienie chwili włączenia prądu anodowego w każdej otwartej części okresu poszczególnych anod, czyli tak zwane inicjalne sterowanie przy pomocy elektrody zapalającej, — nie okazał się praktycznym i poza laboratorjum nie znalazł szerszego zastosowania. Natomiast pomysł sterowania zaworów rてciowych przy pomocy siatki o regulowanym potencjale względem katody, która w wykonaniu Hewitt'a z r. 1905 miała postać koszyka drucianego, otaczającego anodę, okazał się bardzo szczęśliwym i pchnął rozwój

*) Odczyt, wygłoszony na zebraniu Energetyków w Katowicach dnia 20.IX. 1932.

zaworów sterowanych na właściwe tory. Tą drogą poszedł w dalszym ciągu Irving Langmuir¹⁾, który już w roku 1914 opatentował²⁾ dwuanodowy zawór z ręciovą katodą i wspólną dla obu anod siatką, osłaniającą katodę. Konstrukcja ta, jakkolwiek dobra dla jednoanodowych i dwuanodowych zaworów, nie nadawała się jednak dla zaworów wielofazowych, dlatego też dalsze prace Langmuir'a³⁾ i jego współpracowników z General Electric Co poszły w kierunku zaznaczonym przez Hewitt'a i przyczyniły się świetnie do udoskonalenia i dzisiejszego stopnia rozwoju zaworów sterowanych.

Siatkę sterującą stosuje się przy obu rodzajach zaworów ręciovych, przyczem według opinii Gen. El. Co⁴⁾, zawory z żarzoną katodą nadają się lepiej dla bardzo wysokich napięć przy małych prądach, zawory z katodą ręciovą natomiast — dla miernych napięć i bardzo dużych prądów.

Trzeci sposób regulacji przez magnetyczne wpływanie na wyładowanie łukowe w zaworze nie znalazł szerszego zastosowania, podobnie jak sterowanie initialne, gdyż oba te sposoby wymagają znacznie więcej energii, niż sterowanie siatkowe, przy którym wystarczy już dotknąć siatki ręką, naładowaną ujemnie względem katody, aby wstrzymać przepływ prądu przez zawór⁵⁾. Prąd sterujący jest tak minimalny, że człowiek, dotykający siatki, nie czuje go zupełnie.

Zasadnicze zastosowania sterowanych zaworów ręciovych są obecnie następujące:

- 1) Łączniki w sieciach prądu stałego i zmiennego.
- 2) Prostowniki o napięciu regulowanym w sposób ciągły bez strat od zera do maksimum.
- 3) Przemienniki⁶⁾, czyli urządzenia przetwarzające prąd stały na zmienny o dowolnych okresach i regulowanym napięciu.
- 4) Przemienniki — prostowniki, urządzenia sprzęgające sieć prądu zmiennego i stałego o dowolnym kierunku przepływu energii.
- 5) Przetworniki⁶⁾ prądu stałego, przetwarzające prąd stały o danym napięciu na prąd stały o dowolnym, regulowanym napięciu.
- 6) Przetworniki⁶⁾ prądu zmiennego, przetwarzające prąd zmienny o danej ilości faz i okresów na prąd zmienny o dowolnej ilości faz i regulowanej ilości okresów.
- 7) Regulatory silników.
- 8) Urządzenia pomiarowe, sygnałowe, przekładniki, pomocnicze zasilacze i w. in.

¹⁾ Leureat nagrody Nobla w r. 1932.

²⁾ Amerykański patent Nr. 1.289.823.

³⁾ I. Langmuir, Gen. El. Rev. 26 (1923), str. 737, I. Langmuir a. H. Mott-Smith, Gen. El. Rev. 27 (1924), str. 449, 536, 616, 738, 810.

⁴⁾ Electr. Wrld. N. Y. 97 (1931) str. 488, Proc. Instn. Radio Engr. 19 (1931) str. 1561.

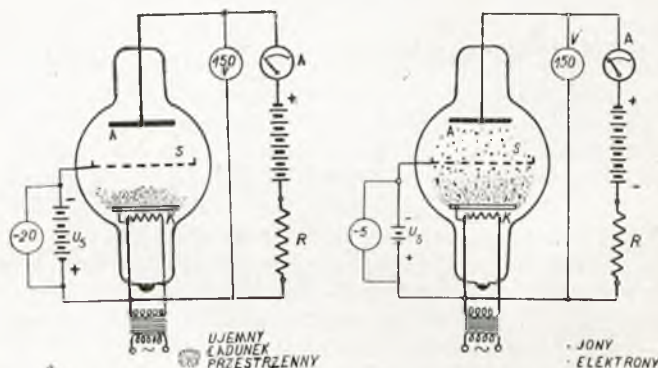
⁵⁾ Pokaz eksperymentalny na odczycie M. Schenkela w E. V. w Berlinie (2.II.1932).

⁶⁾ Określenia te są na razie próbnie wprowadzone i będą używane w dalszym ciągu niniejszego artykułu.

Zasada działania siatki sterującej.

Na rys. 1 podany jest prosty schemat sterowanego zaworu o katodzie żarzonej pośrednio z osobnego transformatora żarzenia. Dla uproszczenia w obwodzie anodowym wstawiona jest bateria akumulatorów o napięciu 150 V. Napięcie siatki wynosi kolejno —20, —5 i —2 V. Zawór posiada ujemną charakterystykę siatki, t. zn., że już przy małym napięciu ujemnym siatki następuje wzniesienie wyładowania łukowego.

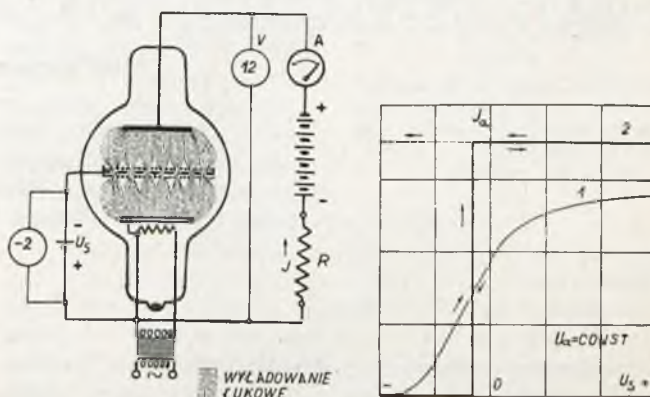
Weźmy pod uwagę moment, przedstawiony na rys. 1a, gdy napięcie siatki wynosi —20 V. Pole elektryczne ujemnie naładowanej siatki wywiera



Rys. 1a.

Rys. 1b.

działanie hamujące na emitowane z rozżarzonej katody elektrony, które nie mogą wskutek tego przedostać się przez oka siatki i gromadzą się w bezpośrednim otoczeniu katody, tworząc ujemny ładunek przestrzenny. W przestrzeni między siatką a anodą niema żadnych elektronów. W miarę zmniejszania ujemnego napięcia siatki, ujemnie naładowana chmura elektronów rozprzestrzenia się w stronę siatki i niektóre szybsze elektrony przedostają się przez oka siatki, rozpedzają się w przestrzeni między siatką a anodą i jonizują parę rtęci. Utworzone przy jonizacji dodatnie jony zagęszczają się przy anodzie w postaci dodatniego ładunku przestrzennego, niektóre zaś osiadają na siatce (rys. 1b). Zmniejszając w dalszym ciągu ujemne



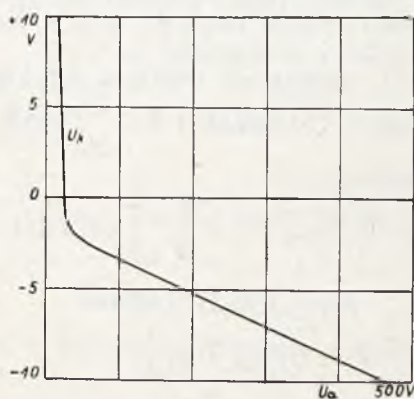
Rys. 1c.

Rys. 2.

napięcie siatki, dojdziemy do chwili, w której w zaworze rozbłyśnie łuk świetlny, prąd anodowy skoczy gwałtownie do wartości, określonej napięciem źródła prądu i oporem zewnętrznym, a napięcie na zaworze spadnie na 12 do 15 V (rys. 1c). Równocześnie też znikają oba ładunki przestrzenne. Jony dążą teraz do siatki i osadzają się na

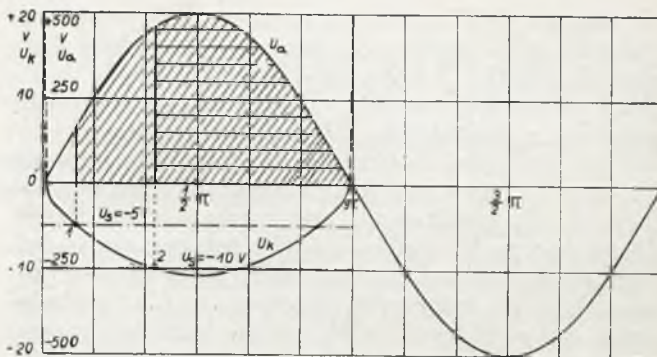
niej, tworząc osłonę, kompensującą dalszy jej wpływ na przebieg wyładowania. Tutaj zaznacza się wybitnie różnica między działaniem siatki sterującej w trójelektrodowych lampach katodowych a sterowanych zaworach rtęciowych, w których działanie siatki jest w przeciwieństwie do pierwszych nieciągłe i nieodwracalne. Dalsze zmniejszanie czy zwiększanie napięcia siatki zmienia jedynie wielkość ładunku dodatniego siatki, pozostaje jednak bez wpływu na natężenie prądu anodowego. Dopiero, gdy prąd ten przejdzie przez zero (co przy prądzie zmiennym występuje co pół okresu, przy prądzie stałym musi być uskutecznione w inny sposób, o czym będzie później mowa), warstwa dodatniego ładunku jonowego siatki znika i siatka odzyskuje swe działanie sterujące.

Zachowanie się takiego zaworu, znajduje swój obraz w charakterystyce zaworu rtęciowego z siatką sterującą, podającej zależność prądu anodowego od napięcia siatki przy stałym napięciu anodowym (rys. 2). Dla porównania wkreślona została na tym samym rys. analogiczna charakterystyka wysokopróżniowej lampy katodowej. Widać z ry-



Rys. 3.

sunku, że gdy napięcie siatki, wzrastając ciągle, dojdzie do wartości, którą nazwiemy napięciem krytycznym U_k , prąd anodowy podnosi się momentalnie od zera do wartości określonej napięciem anodowym i sumą oporów w obwodzie anodowym, i utrzymuje się na tej wartości niezależnie już od napięcia siatki. Prąd anodowy wzrasta więc nieciągłe i zarazem nieodwracalnie, gdyż nie da się już sprowadzić do zera przez obniżenie napięcia siatki. Napięcie krytyczne U_k obniża się ze wzrostem napięcia anodowego U_a . Rys. 3 podaje przykład tej zależności dla zaworu o ujemnej charakterystyce siatki. Na rys. 4 wyznaczona została na podstawie rys. 3 krzywa napięcia krytycznego dla sinusoidalnie zmiennego napięcia anodowego o amplitudzie 500 V. Dla napięcia siatki np. -5 V wzniesienie wyładowania łukowego nastąpi dopiero wtedy, gdy napięcie anodowe osiągnie wartość 165 V. W punkcie 2, przy $U_s = -10$ V, wzniesienie następuje przy $U_a = 450$ V. Przez zawór płynie prąd odpowiednio do zakreślonej części półfali dodatniej. W czasie półfali ujemnej prąd ma zamkniętą drogę przez zawór. Zwiększając napięcie ujemne ponad -12 V, sprawimy, że wzniesienie łuku wogóle nie nastąpi i zawór pozostaje dopóty zamknięty dla przepływu prądu, dopóki nie podwyższymy napięcia siatki choćby na małą chwilę ponad -12 V.



Rys. 4.

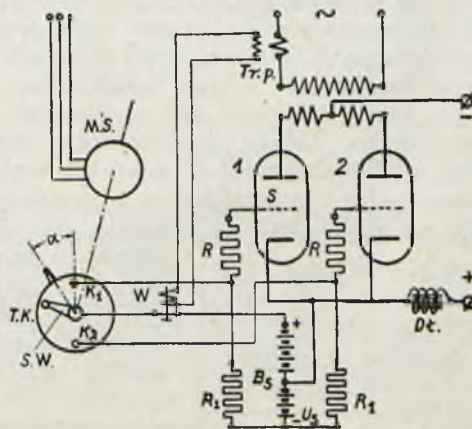
Sposoby sterowania zaworów.

Regulacja sterowanych zaworów polega na przesuwaniu momentu wzniesienia wyładowania łukowego w zaworze, w następstwie czego zmienia się czas otwarcia zaworu w obwodach poszczególnych anod i zależnie od tego — wartość średnia napięcia na obwodzie prądu stałego. Oprócz tego można wzbudzać zawór w dowolnym momencie pozwala na użycie go jako doskonałego komutatora, co znajduje zastosowanie w podanych później specjalnych układach.

Siatka sterująca posiada zwyczajnie stałe napięcie ujemne, zamykające zawór dla przepływu prądu, na które nakłada się dopiero impuls wzniesający. Wywoływanie impulsów uskutecznia się w sposób mechaniczny albo elektryczny.

1. Sterowanie mechaniczne

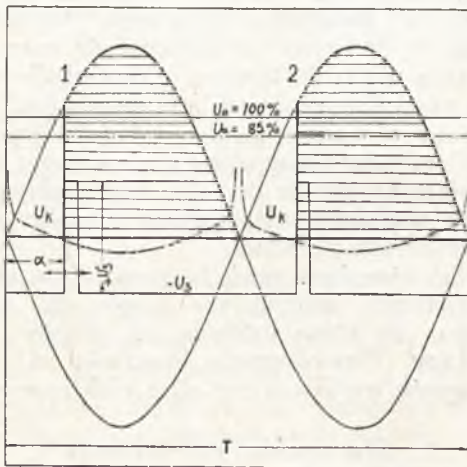
Mechaniczne przekaźniki impulsowe wykonane są zwykle w postaci walców albo tarcz kontaktowych, napędzanych przez silnik synchroniczny, zasilany równolegle z zaworem z sieci prądu zmiennego. Zasadę działania takiego urządzenia podaje rys. 5, przedstawiający schemat sterowanego jednofazowego prostownika dwustronnego, składającego się z dwu zaworów z żarzoną katodą. Obwody żarzenia zostały na rysunku pominięte. Siatki włączone są przez opory R i R_1 na stałe napięcie ujemne $-U_s$, dostarczane przez baterję B_s . Na tarczy wirującej TK , napędzanej silnikiem synchronicznym MS , umieszczone są dwa kontakty K_1 i K_2 , które stykają się dwa razy w ciał-



Rys. 5.

*) Zasada podana również przez Cooper Hewitt'a.

gu jednego obrotu tarczy z szczotką SW, zwierając wskutek tego baterję B_s przez odpowiednio duży opór R_1 . Siatka S otrzymuje wtedy napięcie $+U'_s$, które pozostaje na niej przez czas zetknięcia szczotki z kontaktem. Wysokość napięcia $+U'_s$ jest tak dobrana, że przekracza krytyczne napięcie U_k nawet przy małych napięciach anodowych (rys. 6). Po przerwaniu połączenia spadek napięcia na oporze R_1 zanika i siatka zatrzymuje w dalszym ciągu ujemne napięcie zamykające $-U_s$. Zapoczątkowane impulsem napięcia $+U'_s$ wyładowanie łukowe trwa dalej aż do przejścia prądu przez zero, poczem w pierwszym zaworze następuje zamknięty półokres a wznieca się drugi zawór. Przez obracanie szczotki o kąt α przesuwamy moment wzniecania łuku, uzyskując w ten sposób regulację napięcia wyprostowanego. Przez zawór

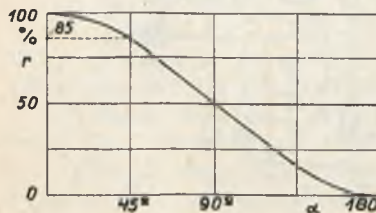


Rys. 6.

przepływa prąd odpowiednio do zakreskowanej na rys. 6 części półfali. Zwiększenie α ponad 180° powoduje zamknięcie przepływu prądu, gdyż impulsy napięcia siatki wypadają już w zamkniętym półokresie. Przesuwanie szczotki może być uruchomione od odpowiedniego regulatora, przez co osiąga się automatyczną regulację mocy.

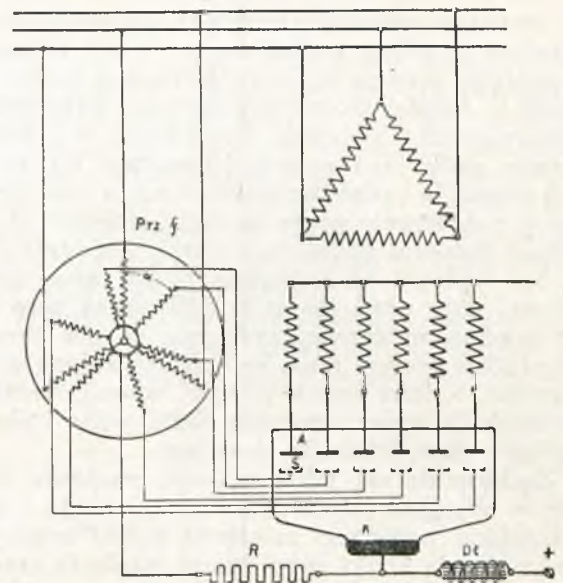
W wypadku zwarcia lub niebezpiecznego przeciążenia transformatek prądowej ($Tr. p.$) uruchamia przekaźnik W , który przerywa połączenie szczotki SW z biegunem dodatnim B_s . Udzielanie impulsów zostaje przez to wstrzymane i następne wzniecenia nie następują. Urządzenie to działa jak wyłącznik maksymalny, przyczem czas wyłączenia nie przekracza $\frac{1}{2}$ okresu, czyli 0,01 sek.

Zużycie kontaktów K jest minimalne, gdyż przerywany prąd siatkowy nie przekracza $0,1^{10/100}$ prądu anodowego. Zaletą tego sposobu regulacji jest bardzo wielka dokładność, gdyż nie wpływają na nią ewentualne przesunięcia charakterystyki siatkowej, spowodowane zależnością U_k od ciśnienia i temperatury pary rtęci.



Rys. 7.

100% napięcia prądu stałego oznaczmy przez U_o — wartość średnią wyprostowanego napięcia bez regulacji, która w wypadku jednofazo-



Rys. 8.

wego dwukierunkowego prostowania wynosi 0,636 wartości maksymalnej napięcia prądu zmiennego, albo 0,9 wartości skutecznej.

Przez U_α oznaczmy napięcie regulowane, zależne od kąta α . Stosunek $r = \frac{U_\alpha}{U_o} 100\%$ określa stopień regulacji.

$$U_\alpha = \frac{2}{\pi} U_{\max} \left(1 - \frac{1}{2} \int_0^\alpha \sin \alpha d\alpha \right) =$$

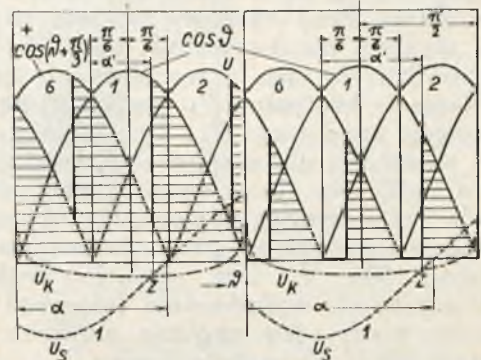
$$= \frac{1}{\pi} U_{\max} (1 + \cos \alpha)$$

$$U_o = \frac{2}{\pi} U_{\max}$$

Stąd:

$$r = \frac{1}{2} (1 + \cos \alpha) 100\%$$

Wykreślnie zależność r od α wyraża rys. 7. W przykładzie na rys. 6, $\alpha = 45^\circ$, stąd wynika $r = 85\%$, a więc napięcie regulowane wynosi 85% pełnego napięcia prostownika.



Rys. 9.

2. Sterowanie elektryczne.

a) Sterowanie przez przesuwanie fazy zmiennego napięcia siatkowego^{*)}. Na rys. 8 podany jest schemat trójfazowego 6-anodowego prostownika

^{*)} L. Dunoyer et P. Toulon, J. Physique Radium 5 (1924), p. 257, 289.

z katodą rtęciową. Siatki sterujące S otrzymują z przesuwnika fazowego, załączonego równolegle do transformatora prostownika, perzodycznie zmienne napięcie o tych samych okresach, co napięcie anodowe, z przesunięciem fazy, regulowanym w granicach od 0 do 360°. Wzniecanie wyładowania łukowego w obwodzie każdej anody następuje w chwili, gdy napięcie siatki U_s przekroczy krytyczne napięcie U_k . Na rys. 9, U_s i U_k wykreślone są tylko dla jednej fazy i punkt zapalenia oznaczony przez Z. W następnych fazach wzniecanie następuje z opóźnieniem co 60°. Zwiększając kąt przesunięcia fazowego α , opóźniamy wzniecanie zmniejszając przez to napięcie wyprostowane aż do zupełnego zamknięcia prostownika.

Przyjmujemy dla uproszczenia, że prostownik obciążony jest zupełnie bezindukcyjnie i nie posiada dławików anodowych i katodowego, oraz pomijamy straty i rozproszenie transformatora. Przyjmując ponadto sinusoidalny przebieg prądu i napięcia zmiennego, obliczamy stopień regulacji r w zależności od kąta opóźnienia wzniecania α' .

Bez regulacji każda anoda prowadzi prąd w czasie $1/6$ okresu, czyli w częście okresu

$$-\frac{\pi}{6} \leq \vartheta \leq \frac{\pi}{6}$$

(rys. 9) Średnia więc wartość napięcia wyprostowanego wynosi

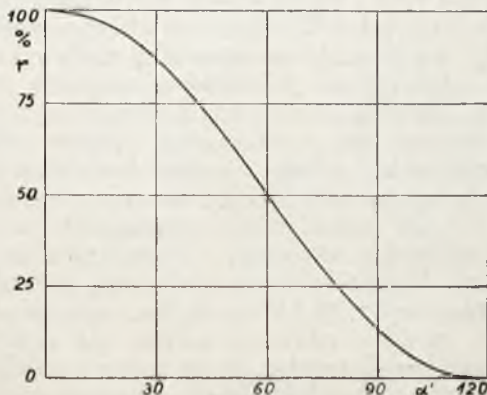
$$U_0 = \frac{3}{\pi} U_{max} \int_{-\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{6}} \cos \vartheta d\vartheta = \frac{6}{\pi} U_{max} \sin \frac{\pi}{6} = 9,95 U_{max} = 1,35 U_{sk}$$

Dla $0 \leq \alpha' \leq 60^\circ$ średnie napięcie regulowane wynosi:

$$U_\alpha = \frac{3}{\pi} U_{max} \left\{ \int_{\alpha' - \frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{6}} \cos \vartheta d\vartheta + \int_{-\frac{\pi}{6}}^{\alpha' - \frac{\pi}{6}} \cos (\vartheta + \frac{\pi}{3}) d\vartheta \right\} = \frac{3}{\pi} U_{max} \left\{ \sin (\alpha' + \frac{\pi}{6}) - \sin (\alpha' - \frac{\pi}{6}) \right\}$$

Dla $60^\circ \leq \alpha' \leq 120^\circ$,

$$U_\alpha = \frac{3}{\pi} U_{max} \int_{\alpha' - \frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{2}} \cos \vartheta d\vartheta = \frac{3}{\pi} U_{max} \left\{ 1 - \sin (\alpha' - \frac{\pi}{6}) \right\}$$



Rys. 10.

Stąd:

$$r = \sin (\alpha' + 30^\circ) - \sin (\alpha' - 30^\circ) \text{ dla } 0^\circ \leq \alpha' \leq 60^\circ$$

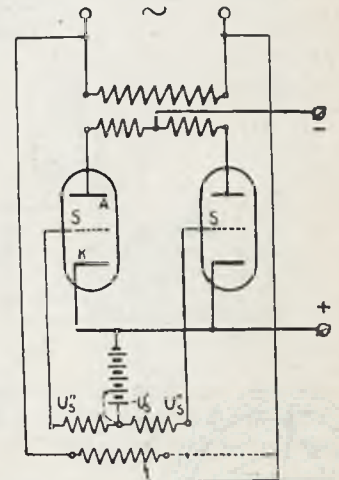
$$r = 1 - \sin (\alpha' - 30^\circ) \text{ dla } 60^\circ \leq \alpha' \leq 120^\circ$$

Wykreślony obraz powyższej zależności podany jest na rys. 10.

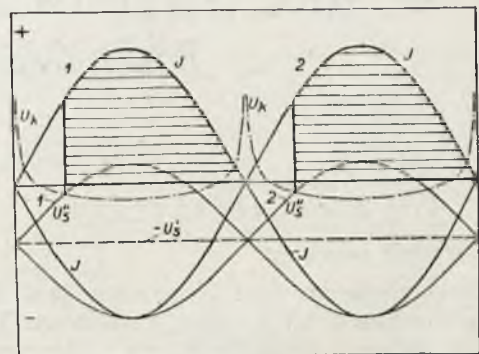
Obecność oporów indukcyjnych w obwodach anod i obwodzie prądu stałego zmienia trochę ten stosunek wskutek przedłużenia czasu przewodzenia prądu poszczególnych anod i zniekształcenia krzywych napięcia i prądu. Przejście prądu z jednej anody na następną trwa około $1/30$ okresu i przedstawia się na oscylogramie jako prawie poziomy prosty odcinek, utworzony przez sumę zanikającego wykładniczo prądu jednej anody i rosnącego w ten sam sposób prądu następnej anody.

W wypadku, gdyby charakterystyka siatki pokrywała się z linią zerową, regulacja zaczynałaby się od przesunięcia fazy $\alpha = 60^\circ$, czemu odpowiada $\alpha' = 0$. W innych wypadkach zależność $r = f(\alpha)$ należy wyznaczyć na podstawie wyznaczonej charakterystyki siatki, albo zdejmować ją bezpośrednio pomiarem.

Moc sterująca, pobierana przez obwód siatki, jest minimalna rzędu $10 \dots 10^2$ W. W zamkniętym półokresie płynie bardzo mały prąd pojemnościowy, ograniczony nieznaczną pojemnością siatki względem katody i anody. W otwartym zaś półokresie prąd siatkowy ograniczony jest wysokoomowym oporem R .



Rys. 11.



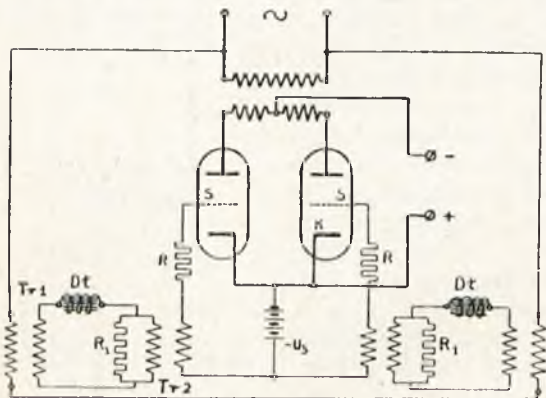
Rys. 12.

b) Sterowanie przez regulację amplitudy zmiennego napięcia siatki (rys. 11). Na stałe napięcie ujemne siatki $-U'_s$ nakłada się perzodycznie zmienne napięcie siatki U_s , pobierane z transformatora napięciowego, odgałęzionego od transformatora anodowego. Regulacja odbywa się albo przez zmianę $-U'_s$ przy stałym U_s), albo odwrotnie przez zmianę napięcia U_s przy stałym

) Zasada regulacji podana i opatentowana w r. 1915 przez Alberta H. Mittag'a z Gen. El. Co.

napięciu siatki $-U_s^{10}$). Na rys. 11 podane są oba sposoby w zastosowaniu do dwustronnego prostownika jednofazowego z żarzoną katodą. Wzniecenie następuje w chwili, gdy napięcie siatki przekroczy krytyczne napięcie zapalenia U_k (rys. 12).

c) Sterowanie *impulsowe*¹¹). Dodatnią stroną sterowania mechanicznego stanowi możliwość udzielania siatce bardzo stromych impulsów napięcia, wskutek czego uzyskuje się niezależność od postaci charakterystyki siatki i w związku z tem bardzo dokładną regulację. Układ na rys. 13 pozwala na wytwarzanie dowolnie stromych impulsów napięcia w drodze elektrycznej. Siatka S posiada stałe



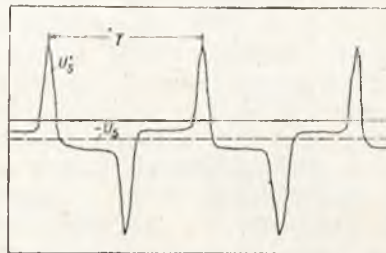
Rys. 13.

napięcie ujemne $-U_s$, zamykające prostownik dla przepływu prądu, oprócz tego sprzężona jest przy pomocy transformatora Tr_2 z obwodem, zawierają-

¹⁰⁾ G. W. Müller (A.E.G.).

¹¹⁾ H. Laub E. M. 50 (1932), str. 321.

cym silnie nasycony dławik Dl , opór omowy R , i wtórne uzwojenie transformatora Tr_1 (który oznacza schematycznie przesuwnik fazowy). Ze wzrostem napięcia wzbudzającego zostaje przekroczo-



Rys. 14.

na granica nasycenia dławika i jego opór indukcyjny gwałtownie maleje, powodując nagły wzrost prądu w obwodzie, wytwarzający na oporze R , stromy spadek napięcia, udzielający się przez transformator Tr_2 siatce S. Oscylogram rys. 14 podaje przebieg czasowy impulsów napięcia $U's$, udzielanych siatce, nałożonych na stałe napięcie ujemne $-U$. Przez przesuwanie fazy napięcia wzbudzającego względem napięcia anodowego skutecznia się regulację. Dławik może być również zastąpiony przez lampę jarzącą, której opór wewnętrzny spada gwałtownie po osiągnięciu odpowiednio wysokiego napięcia, wracając do swej pierwotnej wysokości, skoro tylko napięcie spadnie poniżej lub do wartości gaszącej. Uzyskany w ten sposób stromy impuls prądu wytwarza na oporze R_1 spadek napięcia, który za pośrednictwem transformatora Tr_1 przenosi się na siatkę S.

(D. c. n.)

STACJE TRANSFORMATOROWE I SIECI ELEKTRYCZNE SP. AKC. ZJEDNOCZENIE ELEKTROWNI OKRĘGU RADOMSKO - KIELECKIEGO.

Inż. L. Jung.

(Dokończenie)

IV. Sieci elektryczne.

a) Wybór napięcia.

Górne napięcie sieci Zeorku jest 33 kV. Napięcie średnie 6 kV i tylko wyjątkowo 3 kV.

Przy wyborze napięcia 33 kV, jako przesyłowego, kierowano się następującymi względami.

Obszar terenu uprawnienia Zeorku jest dość duży, największe jednak obciążenia rozmieszczone są w pobliżu 3 elektrowni, zasilających sieć, inne występujące moce są stosunkowo małe, wobec czego napięcie 33 kV będzie na dłuższą przyszłość zupełnie wystarczające nawet przy uwzględnieniu normalnego wzrostu zapotrzebowania i zachowaniu normalnych przekrojów i spadków napięć.

Linje 33 kV Zeork stosuje nie tylko jako przesyłowe między głównymi elektrowniami, lecz i jako rozdzielcze, gdyż koszt linii 33 kV w porównaniu np. z linią o napięciu następnym, stosowa-

nem przez Zeork, t. j. 6 kV, nawet przy tym samym przekroju jest droższy o kilka lub najwyżej kilkanaście %, koszt zaś stacji transformatorowych jest droższy średnio o około 40%; w rezultacie koszt linii i stacji 33 kV jest średnio droższy o około 20% od 6 kV (przy średnich i większych mocach). Tę stosunkowo niewielką nadwyżkę kosztów sowiecie oplaca możliwość przesyłania energii na duże odległości i znaczna rezerwa na wypadek nieprzewidzianego powiększenia mocy odbiorów oraz uniknięcie jednego stopnia transformacji.

Zagadnienie linii 33 kV jako rozdzielczej sprowadza się do taniej produkcji transformatorów z 33 kV na niskie napięcie o mocy możliwie najmniejszej. Firmy krajowe wykonują już dla nas transformatory z 33 kV na niskie napięcie o mocy 50 kVA za cenę znacznie niższą, niż poprzednio kosztował transformator na to samo napięcie, lecz o najmniejszej produkowanej wówczas mocy 125 kVA.

Gdyby zastosować jako górne napięcie 60 kV, to linie te w porównaniu do 33 kV byłyby droższe, gdyż wymagałyby stosowania izolatorów wiszących, słupów wyższych, a na przekrojach ze względu na przeważnie małe obciążenia i zjawisko ulotu nie można byłoby wiele zaoszczędzić, stacje zaś transformatorowe kosztowałyby znacznie drożej i nie mogłoby być mowy o stosowaniu tego napięcia jako napięcia rozdzielczego, a więc zachodziłaby konieczność nowej transformacji, co znowuż powiększyłoby już nie tylko koszty budowy, lecz i koszty eksploatacji.

Wzięto przy wyborze 33 kV napięcia również pod uwagę i to, że w przyszłości po wybudowaniu linii o najwyższym napięciu, t. j. 100 lub powyżej 100 kV z elektrowni wodnych w kierunku północnym przez teren Zeorku, sieć Zeorku o napięciu 33 kV odegra rolę sieci okręgowej rozdzielczej o dogodnym stopniu napięciowym w stosunku do napięcia najwyższego, co nie miałoby miejsca przy napięciu 60 kV. Poza to przecięcie 33 kV sieci Zeorku linją o najwyższym napięciu, przypuszczalnie w 2 punktach, podniesie przenośność sieci Zeorku, wobec czego napięcie 33 kV należy uważać i z tego względu na najzupełniej właściwe dla terenu uprawnienia Zeorku.

Napięcie 6 kV Zeork stosuje jedynie w przypadkach zasilania terenów o zupełnie słabych obciążeniach, jak na przykład drobne miasteczka i wsie bez poważniejszego przemysłu, t. j. tam, gdzie niema możliwości lub potrzeby dalszego rozgałęzienia linii.

b) Długość i przekroje wykonanych sieci.

Zeork dotychczas wykonał 180 km linii 33 kV i 55 km linii 6 i 3 kV razem linii wysokiego napięcia 235 km oraz wybudował lub przebudował 115 km sieci niskiego napięcia 400/231 V. Razem linii wybudowano 350 km. Wszystkie powyższe linie są napowietrzne. Kablowych wybudowano zaledwie 5 km o napięciu 6 kV.

Co do przekrojów, to linie wysokiego napięcia dzielą się, jak następuje: $3 \times 70 \text{ mm}^2$ — 81 km, $3 \times 50 \text{ mm}^2$ — 11 km, $3 \times 25 \text{ mm}^2$ — 37 km, $3 \times 16 \text{ mm}^2$ — 95 km, $3 \times 10 \text{ mm}^2$ — 7 km, innych przekrojów 4 km.

Pozatem w budowie znajduje się około 30 km linii 33 kV o przekroju $3 \times 16 \text{ mm}^2$; budowa ta będzie ukończona niebawem.

Chcąc podać opis techniczny sieci 33 kV, ograniczę się do opisu linii 33 kV o największym i najmniejszym z zastosowanych przekrojów, a mianowicie 70 i 16 mm^2 .

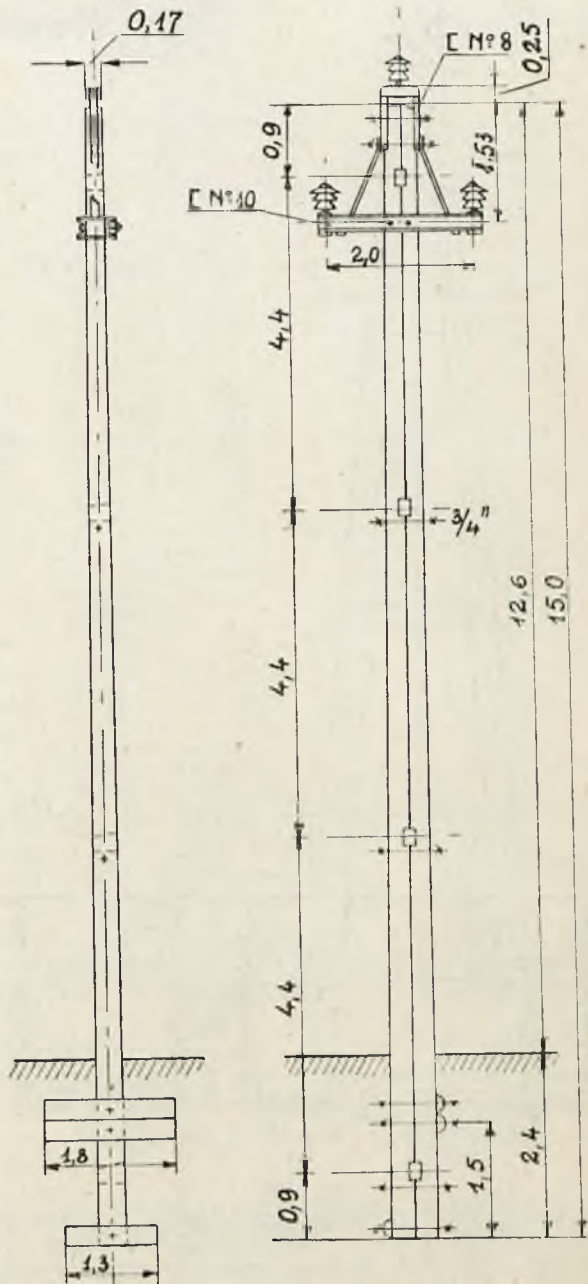
c) Linja 33 kV, $3 \times 70 \text{ mm}^2$.

Jako gospodarczo najkorzystniejszą rozpiętość pomiędzy słupami obrano 200 m. Wykonano tę linję na słupach drewnianych, za wyjątkiem kilkunastu słupów przy skrzyżowaniach z torami kolejowymi i drogami publicznymi oraz linjami telefonicznymi, które wykonano jako żelazne kratowe.

Rys. 19 przedstawia słup przelotowy, który składa się z 2 drągów o całkowitej długości 15 m każdy, o średnicy w czubie 17 cm, połączonych śrubami $\frac{3}{4}$ " oraz związanych 4-ma klinami dla zabezpieczenia od wzajemnego przesuwu pionowego.

Zastosowano drzewo sosnowe, impregnowane olejem smolistym w ilości 63 kg na m^3 metodą Rüpinga.

Konstrukcja wsporcza jest z żelaza profilowego i składa się z części górnej i dolnej połączonych płaskownikami. Górną część konstrukcji stanowi ceówka Nr. 8, wygięta w odwrócone „U” z otworem na jeden trzon do izolatora. Górna



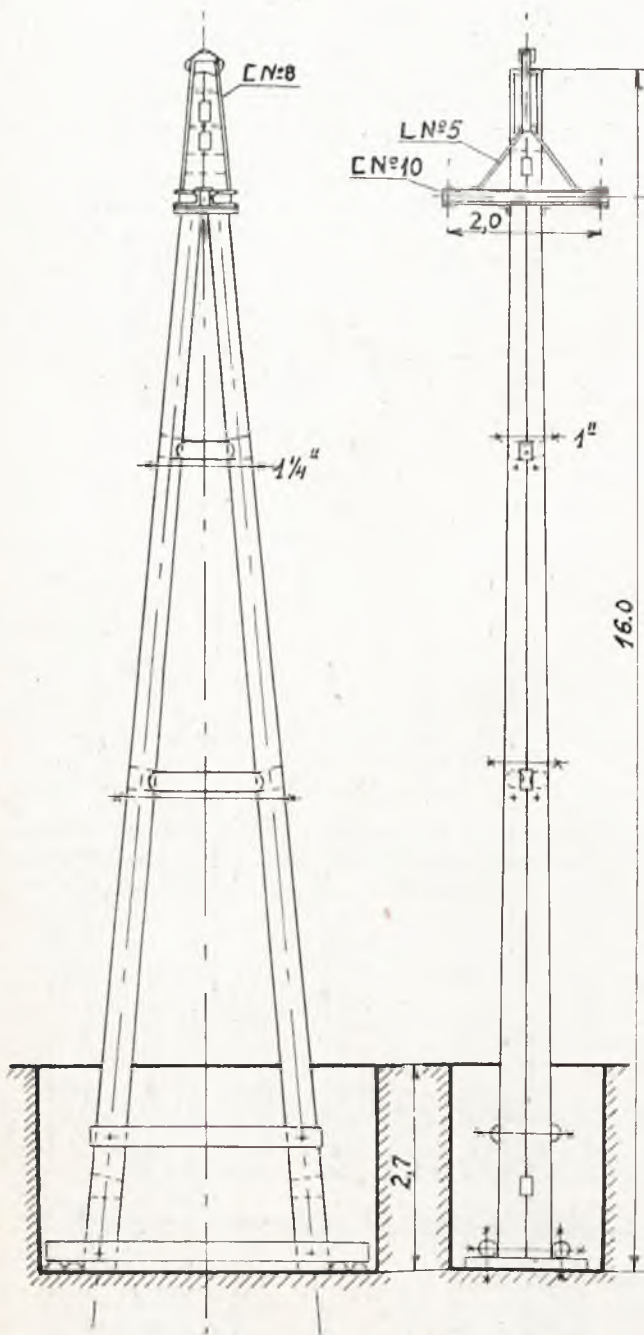
Rys. 19.

Linja 33 kV, $3 \times 70 \text{ mm}^2$. Słup przelotowy.

część przy otworze na izolator wzmocniona jest blachami. Dolną część konstrukcji stanowi półka złożona z ceówek Nr. 10, połączonych ze sobą płaskownikami z otworami na 2 trzony izolatorowe.

Słup jest zakopany na głębokość 2,4 m i ustój słupa stanowią 3 półokrągłaki, z których 2 przymocowane są do słupa z jednej strony na wysokości 1,5 m od strony słupa, a jeden z drugiej strony słupa przy samej stopie.

Układ przewodów na słupie jest symetryczny — trójkąt równoboczny. Odległość wzajemna przewodów wynosi 2 metry. Maksymalny zwis —



Rys. 20.

Linja 33 kV, 3×70 mm². Słup odporowy.

5,4 m przy sady. Na słupach zastosowano izolatory stojące szerokokloszowe typu W50 i W60 fabryki Merckelsgrün koncernu Zettlitzer Kaolinwerke w Czechosłowacji.

W przybliżeniu co 2 km na tej linii znajduje się słup odporowy (rys. 20). Słupy te wykonano jako A-owe bliźniacze. Słup taki składa się z 4 drągów o całkowitej długości 16 m każdy i średnicy w czubie 18 cm. Słupy są połączone śrubami 1" i klinami, jak przelotowe, oraz rozpórkami z okrągłaków.

Konstrukcja wsporcza składa się z części górnej i dolnej. Górna część wykonana z wygiętej ceówki Nr. 8 z przymocowanymi 2 uszami na izolatory wiszące i otworem na trzon izolatora wsporczego. Dolna część składa się z 2 ceówek Nr. 10, połączonych ze sobą blachami. Do ceówek przy-

mocowane są 4 ucha na izolatory wiszące. Górną i dolną część powiązano 4 kątówkami usztywniającymi.

Słup taki zastosowano dla 4 przypadków:

- 1) jako odporowy lub narożny dla kąta 140°,
- 2) jako narożny dla 140° i jednocześnie według przepisów obostrzających I stopnia,
- 3) jako narożny dla kąta 120° lub według przepisów obostrzających II stopnia,
- 4) jako narożny dla kąta 130° i jednocześnie jako odporowy,

przyczem dla przypadku 1) dano całkowitą długość $H = 16$ m i średnicę w czubie $d = 18$ cm; dla przypadku 2) — te same wymiary, dla przypadku 3) — $H = 16$ m, $d = 20$ cm; dla przypadku 4) — $H = 16$ m, $d = 22$ cm.

Słup zakopano na głębokości 2,7 m, przyczem zastosowano różne ustoje w zależności od warunków, w jakich słup pracuje. Na rys. 20 podany jest ustój dla przypadku 1); składa się on z 2 półokrągłaków, umocowanych na wysokości 1,8 m od stopy słupa i sani na dole z 2 okrągłaków opartych na 2 parach półokrągłaków.

Dla tych słupów musiano zastosować izolatory wiszące, gdyż trzony o wymiarach normalnych dla izolatorów stojących na słupach odporowych dla przewodów 70 mm² nie wytrzymałyby całko-



Rys. 21.

Linja 33 kV, 3×70 mm², na pierwszym planie słup odporowy.

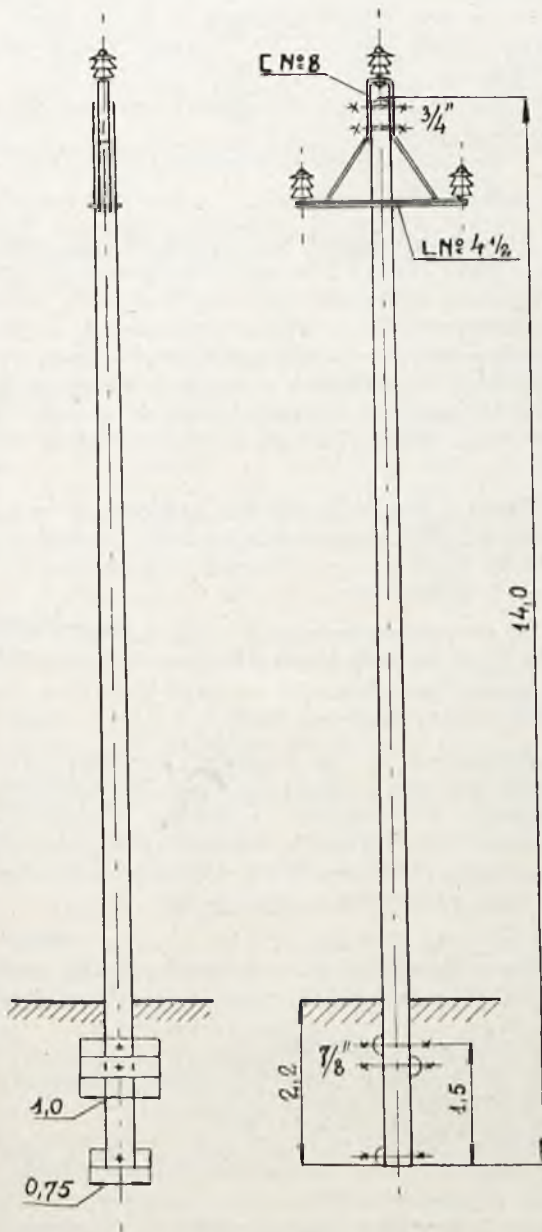
witego naciągu przewodów. Są to izolatory typu „Motor” dwukołpakowe. Każdy łańcuch składa się z 2 ogniw. Dla słupów odporowych dano jeden łańcuch, dla obustrzeń II stopnia dano podwójny łańcuch odciągowy, przyczem każdy z łańcuchów składa się z trzech ogniw. Łańcuchy połączone są orczykiem. Izolatory odciągowe dostarczyła ta sama firma, co i wsporcze. Wszystkie łączniki, orczyki, uszka i t. p. wykonane zostały w kraju.

Słupów żelaznych bliżej opisywać nie będziemy; są to słupy kratowe, o przekroju kwadratowym, dla każdego przypadku specjalnie obliczone; na sieci jest takich słupów 23, z czego 11 dwutorowych i 12 jednorodnych.

Ogólny widok linii 33 kV, $3 \times 70 \text{ mm}^2$ przedstawia rys. 21. Na pierwszym planie widać słup drewniany odporowy.

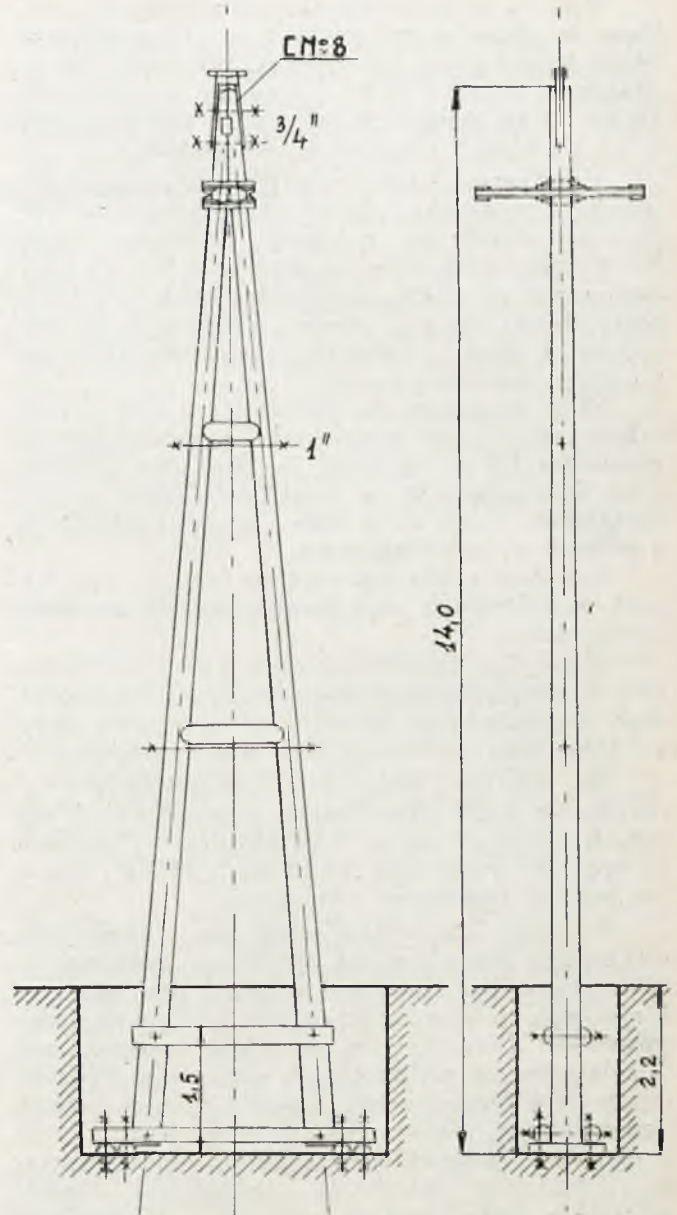
d) Linja 33 kV, $3 \times 16 \text{ mm}^2$.

Jako gospodarczo najkorzystniejszą rozpiętość między słupami wybrano 120 m. Odległość między przewodami 2 m układ przewodów syme-



Rys. 22.

Linja 33 kV, $3 \times 16 \text{ mm}^2$. Słup przelotowy.



Rys. 23.

Linja 33 kV, $3 \times 16 \text{ mm}^2$. Słup odporowy.

tryczny — trójkąt równoboczny. Największy zwis przy sady — 4,63 m. Linja — wykonana na słupach drewnianych, impregnowanych, jak linja poprzednio opisana.

Rys. 22 przedstawia słup przelotowy tej linii; słup ten składa się z jednego drağa o całkowitej długości 14 m i o średnicy w czubie 17—18 cm.

Konstrukcję wsporczą stanowi lira, wygięta z ceówki Nr. 8 i wzmocniona na dole z obu stron kątówką Nr. 4,5.

Słup zakopano na głębokości 2,2 m i ustój stanowią 3 półokrągłaki, rozmieszczone w ten sposób, że jedna belka znajduje się na wysokości 1,5 m od stopy, druga — pod tą belką, umocowana z drugiej strony słupa, i trzecia — na samym dole, umocowana z tej strony słupa, co i belka pierwsza.

Izolatory zastosowano na całej linii stojące szerokokłoszowe W50 lub W60, to jest te same, co i na słupach przelotowych linii $3 \times 70 \text{ mm}^2$.

Rys. 23 przedstawia słup odporowy tej linii. Dano te słupy w przybliżeniu co 10 rozpiętości. Słupy te wykonano jako A-owe, składające się z 2 drągów o długości 14 m, o średnicy w czubie 17—18 cm. Dągi połączone są ze sobą zapomocą śrub $\frac{3}{4}$ " i 1", klina i rozpórek z okrągłaków.

Konstrukcja wsporcza składa się z części górnej dla 2 izolatorów i dolnej dla 4 izolatorów. Górna część składa się z trzech odcinków ceówki Nr. 8, złączonych ze sobą zapomocą blach i przymocowanej do słupa zapomocą 2 śrub $\frac{3}{4}$ ". Dolna część składa się z 2 ceówek, złączonych ze sobą zapomocą blach i kątowników i przymocowana jest do słupa zapomocą 4 śrub.

Słup zakopano na głębokości 2,2 m i ustój składa się z 2 półokrągłaków, umocowanych na wysokości 1,5 m od słupa po obu jego stronach, a na dole znajdują się sanie składające się z 2 okrągłaków z obu stron słupa, spoczywających na 4 belkach — półokrągłakach.

Izolatory użyto tego samego typu, co i na słupach przelotowych, zastosowano jednak podwójne zawieszenie.

Wszystkie linie elektryczne Z e o r k u liczone były z uwzględnieniem dopuszczalnego maksymalnego wykorzystania materiałów, z rezerwą jedynie taką, jaka wymagana jest przez przepisy.

Na tem opis techniczny linii zakończę i zaznaczę, że linie wybudowane przez Z e o r k dla innych wysokich napięć i przekrojów są podobne do opisanej wyżej linii $3 \times 16 \text{ mm}^2$, 33 kV i różnią się jedynie niektórymi wymiarami.

Zarówno linie elektryczne, jak i urządzenia elektryczne stacji pracują dotychczas zupełnie zadowalająco. Były nieliczne wypadki przebicia elektrycznego izolatorów linjowych, izolatorów przepustowych przy wejściu do stacji budynkowych i izolatorów na wyłącznikach olejowych. Ponadto miało parę razy miejsce zwarcie między fazami, spowodowane zarzuceniem drzewa, lecz w tych wypadkach reagowały urządzenia zabezpieczające, lokalizując miejscowe zaburzenia. Niemal wszystkie dotychczasowe przerwy ruchowe były krótkotrwałe rzędu kilku lub kilkunastu minut.

V. Gospodarcza strona budowy.

Przechodząc do strony gospodarczej budowy, należy podkreślić, że Z e o r k ze względu na ubogi co do zapotrzebowania energii teren musiał bardzo się zastanawiać nad każdym groszem, wydanym na budowę, unikając wszelkiego zbytku, jednocześnie bacząc, aby przez oszczędność nie zmniejszył jakości i celowości technicznej urządzeń.

Na terenie Z e o r k u, jak to już wspomniano na początku referatu, miasto od miasta oddalone jest o 18 km, a więc dla każdego miasteczka należy wybudować około 18 km linii wysokiego napięcia i około 5 km linii niskiego napięcia i odpowiedniej wielkości stacje transformatorowe. Przedstawia to inwestycję około zł. 140 000, przyczem ten stosunkowo znaczny kapitał przypada zaledwie na 5500 mieszkańców, gdyż takie jest średnie zaludnienie tych miejscowości.

Otóż tu leży główna przyczyna, dlaczego Z e o r k musiał i musi jaknajtaniej budować oraz możliwie jaknajtaniej eksploatować.

a) Średnie jednostkowe koszty budowy.

Z e o r k dotychczas na budowę wydał około zł. 5 000 000, z czego na linie elektryczne około zł. 3 400 000 — czyli 70% i na stacje transformatorowe zł. 1 430 000 — czyli 30%. Średni koszt 1 km linii wyniósł około zł. 9 800 i średni koszt 1 kVA stacji — zł. 80. Biorąc pod uwagę, że linie dotychczas wykonane są o dużych przekrojach, w grę wchodzi tu bowiem t. zw. „szyny zbiorcze” Z e o r k u o długości przeszło 80 km i o przekroju $3 \times 70 \text{ mm}^2$, oraz, że stacje są przeważnie o mocy małej, a więc drogie na 1 kVA, pozatem że przeważnie budowę wykonano w czasach, kiedy miedź kosztowała około 5 zł., a nawet przeszło 5 zł. za kg, a inne materiały były drogie, należy podkreślić, że ceny powyższe są bardzo niskie w porównaniu z analogicznymi cyframi innych przedsiębiorstw.

b) Jednostkowe koszty budowy linii elektrycznych dawne i obecne.

Zanalizujmy bliżej ceny jednostkowe linii elektrycznych.

1 km linii 33 kV kosztował: $3 \times 70 \text{ mm}^2$ — zł. 15 500, $3 \times 35 \text{ mm}^2$ — zł. 12 000, $3 \times 16 \text{ mm}^2$ — zł. 7 200.

1 km linii 6 kV kosztował średnio dla całej sieci — zł. 6 400.

1 km sieci niskiego napięcia dla całego terenu — zł. 7 000.

Ta ostatnia liczba jest, ściśle biorąc, niemiarodajna, gdyż Z e o r k w wielu miasteczkach musiał wykupywać istniejące sieci, wybudowane przeważnie nieracjonalnie i drogo, a ponieważ Z e o r k z różnych względów musiał przy wykupie tych sieci płać ceny stosunkowo wysokie i następnie te sieci przebudowywać i rozbudowywać, przeto średni koszt 1 km sieci niskiego napięcia wypadł za wysoki.

Koszt 1 km linii niskiego napięcia w tych miasteczkach, gdzie przed przyłączeniem Z e o r k u sieci nie było, łącznie z przyłączami domowymi wyniósł około zł. 5 100.

Są to ceny przeważnie z roku 1930. Obliczmy teraz, jakie byłyby koszty budowy obecne. W tym celu muszę przedstawić, z czego składały się powyższe koszty budowy linii.

Podzielmy je na 5 grup: 1—słupy, 2—konstrukcje żelazne i słupy żelazne, 3—izolatory, 4—przewody, 5—robocizna i koszty ogólne. Udział procentowy tych grup w koszcie 1 km linii 33 kV, wybudowanej w roku 1929—1930 z podziałem na przekroje przedstawia tablica Nr. 1.

Ponieważ jednak koszty z roku 1929—1930 zmalały w stosunku do cen obecnych dla poszczególnych grup w sposób mniej więcej następujący:

1. słupy o około 40%,
2. konstrukcje żelazne o około 20%,
3. izolatory o około 15%,
4. przewody o około 50%,
5. robocizna i koszty ogólne o około 10%,

przeto udział procentowy poszczególnych grup w koszcie 1 km linii dla warunków obecnych, t. j. roku 1932, będzie inny, a mianowicie, jak w tablicy Nr. 1.

Tablica Nr. 1.
Udział % w kosztach 1 km linii 33 kV.

G r u p a	3×70 mm ²		3×35 mm ²		3×16 mm ²	
	1930	1932	1930	1932	1930	1932
Słupy	10,5	9,8	13,2	11,7	14,6	12,6
Konstrukcje żelazne	8,0	10,0	11,5	13,5	10,3	11,8
Izolatory	7,7	10,1	10,5	13,4	14,0	17,0
Przewody	53,0	41,1	41,5	30,7	35,7	25,8
Robocizna i koszty ogólne	20,8	29,0	23,3	30,7	25,4	32,8

Po uwzględnieniu wyżej wymienionych zniżek cen i po zastosowaniu stosunków procentowych z tablicy Nr. 1 otrzymamy obecne koszty 1 km linii 33 kV dla różnych przekrojów, wymienione w tablicy Nr. 2.

Tablica Nr. 2.
Koszty budowy 1 km linii napowietrznych 33 kV.

Przekrój w mm ²	C e n a z ł.		Obniżka w %
	1930	1932	
3×70	15 500	10 000	36
3×35	12 000	8 000	33
3×16	7 200	5 000	30

Przeprowadzając analogiczny rachunek dla średnich kosztów 1 km linii Zeorku 6 kV i niskiego napięcia, otrzymamy liczby, podane w tablicy Nr. 3.

Tablica Nr. 3.

Napięcie	Przekrój w mm ²	C e n a z ł.		Obniżka w %
		1930	1932	
6 000 V	średnio	6 400	4 800	25 ÷ 30
380 V	średnio	5 100	4 000	20 ÷ 25

c) *Jednostkowe koszty budowy stacji transformatorowych.*

Średnie koszty stacji Zeorku były następujące:

stacje 33 kV — duże 54 zł./kVA
stacje 33 kV, średnie i małe (średnia moc 265 kVA) 190 zł./kVA
stacje 6 kV (średnia moc 65 kVA) 135 zł./kVA

Koszty obecne stacji transformatorowych są niższe o 15—20%, niż wyżej podane.

d) *Koszty transformatorów o różnych przekładniach.*

Porównajmy jeszcze ceny transformatorów o tej samej mocy, lecz o różnych ilościach przekładni. Transformator napowietrzny o mocy 160 kVA i przekładni 33 000/6000 V kosztuje zł. 10 000, a 33 000/6000/400/231 V — zł. 11 250; czyli transformator o 2 przekładniach jest droższy o 11,2% od transformatora o 1 przekładni, daje natomiast duże udogodnienie techniczne i gospodarcze, gdyż zamiast dwóch transformatorów można dać jeden, pozatem redukują się koszty aparatury i placu oraz zmniejszają się koszty eksploatacji przez uniknięcie dodatkowej transformacji.

e) *Koszty zabezpieczeń.*

Wreszcie podam koszt zabezpieczeń Zeorku. Wszystkie urządzenia przekaźnikowe, zabezpieczające od przetężeń i zwarć z ziemią linię i transformatory kosztowały zł. 26 500, czyli około 1/2% kosztu budowy, przyczem tą kwotą nie objęte są transformatoriki, które prócz zasilania przekaźników służą jednocześnie do aparatów mierniczych. Dla orientacji jednak podam, że koszt tych transformatorów wyniósł okrągło zł. 40 000.

Jak widać, koszt zabezpieczeń jest bardzo niski w porównaniu z tem, ile mogłoby wynieść, gdyby dać swobodę projektującemu inżynierowi w uwzględnieniu tylko strony technicznej bez oglądania się na stronę gospodarczą. O ile zaś chodzi o stronę techniczną naszych urządzeń zabezpieczających, to doświadczenie z dotychczasowych przeszło 2 lat eksploatacyjnych pozwala przypuszczać, że zdały one naogół egzamin.

VI. Projekt pełnej rozbudowy sieci.

Projekt pełnej rozbudowy sieci, pod którą rozumiem taką jej rozbudowę, aby przyłączone były do niej, zgodnie z wymaganiami ustalonymi w uprawnieniu rządowym, wszystkie miejscowości o zaludnieniu powyżej 3000 mieszkańców, położone na terenie Zeorku, przedstawia mapa, podana na stronie 7. (Zeszyt 1, Przegl. Elektr., 1933).

Do pełnej rozbudowy sieci pozostało do wybudowania: linii 33 kV — 470 km, linii 6 kV — 150 km, linii niskiego napięcia — 180 km, dużych stacji transformatorowych 33 kV o łącznej mocy 16 000 kVA, średnich i małych stacji o tem samym napięciu o łącznej mocy 10 000 kVA, wreszcie stacji 6 kV o łącznej mocy 5 000 kVA. W sumie więc 800 km linii i 31 000 kVA stacji.

Pozatem kilka miasteczek bardzo odległych miałyby narazie elektrownie lokalne.

Łączny koszt inwestycji tych według cen dzisiejszych wyniesie około zł. 8 000 000. Ponieważ dotąd zainwestowano, jak to wyżej wymieniłem, zł. 5 000 000, więc, procentowo biorąc, wykonano dotąd 40% wszystkich inwestycji, a pozostaje do wykonania 60%.

Chciałbym jeszcze zaznaczyć, że wszystkie prace, związane tak z opracowaniem projektów, jak i ich realizacją, wykonał Zeork przy pomocy wyłącznie krajowych sił technicznych, a materiały sprowadzono z zagranicy tylko te, których dostawy lub wykonania nie mogły się podjąć firmy krajowe. Montaż wszystkich urządzeń przeprowadzono we własnym zarządzie, nie powierzając żadnych prac budowlanych firmom instalacyjnym.

Na tem kończę swój referat i mam nadzieję, że za kilka lat, t. j. po zakończeniu inwestycji Zeorku i po dłuższem wypróbowaniu zastosowanych urządzeń elektrycznych można będzie wyciągnąć wnioski o wiele ciekawsze i pewniejsze, niż te, które obecnie przedstawiłem.

Od czasu opracowania niniejszego referatu upłynęło już kilka miesięcy, wobec czego niektóre liczby, podane w artykule, uległy zmianom. Zeork zrealizował przez ten czas szereg nowych inwestycji, co zwiększyło ogólną długość sieci ponad 400 km. Pozatem ceny materiałów uległy dalszej niższe w granicach od 10 do 20%.

GOSPODARKA ŚWIETLNA.

Nowoczesne luksomierze.

(ciąg dalszy.)

Nowy model luksomierza F-my „Osram”.

Luksomierz znajduje się w skrzynce bakelitowej o wymiarach 185×105×80 mm. Na rys. 1 i 2-gim jest on przedstawiony w widoku od zewnątrz i od wewnątrz.

W wielu typach luksomierzy płytka fotometryczna, na którą pada strumień mierzonego światła, jest płaska. Jak wiadomo, płytka taka zapewnia idealne rozproszenie tylko wówczas, gdy promienie światła padają na nią prawie prostopadle, to zn. gdy kąt padania światła jest bardzo mały. Jeżeli światło będzie padało pod kątem większym,

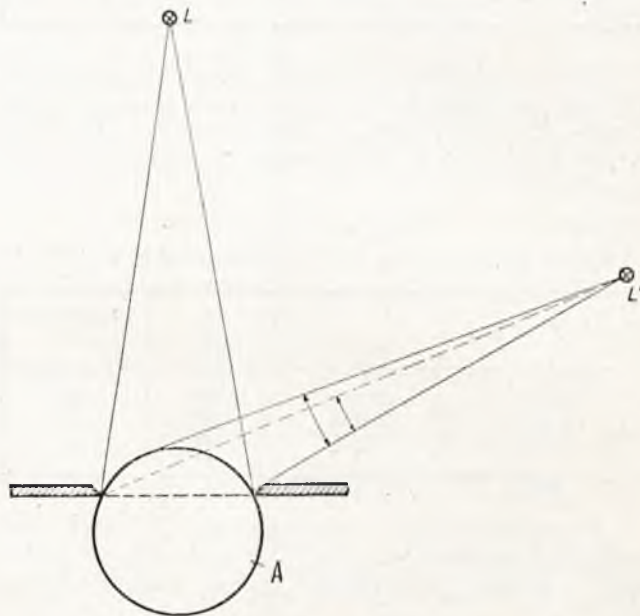


Rys. 1.

to do odbicia rozproszonego dołączy się jeszcze odbicie regularne. W miarę wzrostu kąta padania światła maleje współczynnik odbicia rozproszonego, a rośnie współczynnik odbicia regularnego. Właściwość ta może być łatwo źródłem pewnych niedokładności przy pomiarze. I tak np. przy skośnym padaniu światła luksomierz będzie dawał wartości jasności oświetlenia zbyt małe, gdy zaś przeprowadzający pomiar będzie obserwował płytkę fotometryczną luksomierza, patrząc się pod kierunkiem promieni regularnie

odbitych od płytki, to wyniki pomiarów jasności będą większe od rzeczywistych.

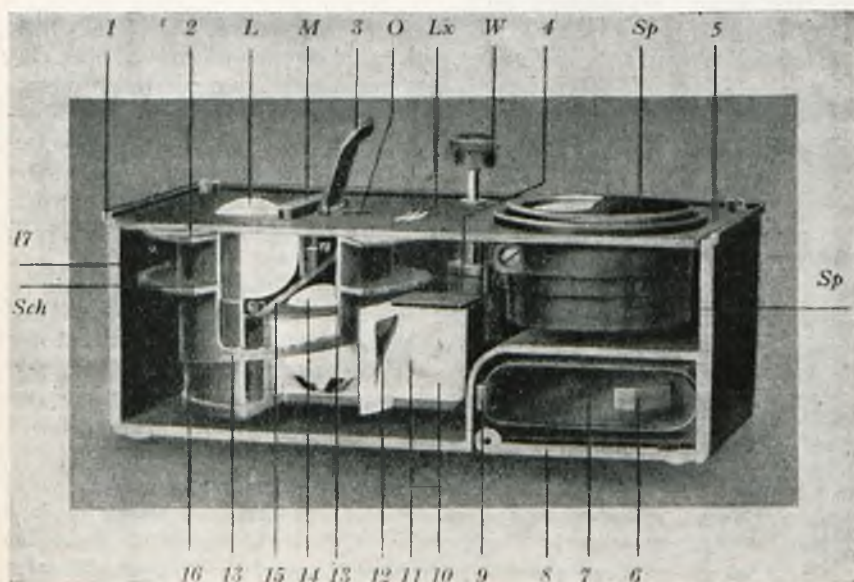
Ażeby uniknąć takiej niedokładności w nowym typie luksomierza f-my Osram płytka fotometryczna nie jest płaska, lecz stanowi ją czasza kulista L . Czasza ta jest



Rys 3

częścią kuli ze szkła opalowego, umieszczonej pod płytą czołową luksomierza, i stanowi tę optyczną część przyrządu, która jest oświetlona z jasnością, którą należy zmierzyć. Dzięki takiemu urządzeniu zapobiega się w dużym stopniu poprzednio opisanej niedokładności, gdyż światło, padające ukośnie, a więc np. z boku (rys. 3— L'), na czaszę kulistą, będzie oświetlać zawsze powierzchnię niejako większą, a co zatem idzie — czasza ta będzie oświetlona większym strumieniem światłym, niż to miałyby miejsce przy płaskiej płytce fotometrycznej. Gdy źródło światła jest umieszczone pionowo nad czaszą kulistą (rys. 3-ci— L), to pada na nią taki sam strumień światłny, jaki padałby na płytkę płaską. W ten sposób unika się dużych różnic strumienia światłnego, zależnych od kąta padania światła.

Strumień światłny, padający na czaszę kulistą, przenika przez jej powierzchnię, poczem zostaje odbity i rozproszony na wewnętrznej powierzchni kuli tak, że kula będzie oświetlona na całej powierzchni zupełnie równomiernie. (Jest to ogólna zasada fotometru kulistego Ulbrichta). Część jej powierzchni bocznej dzięki lusterku 15 jest widoczna przez otwór O w płycie przyrządu (rys. 2 i 4). W otworze tym widać również drugą część powierzchni pomiarowo-porównawczej. Lusterko 15 bowiem nie jest zwierciadłem normalnym, lecz posiada jedynie równoległe paski zwierciadlane, pomiędzy którymi widać naskroś przez



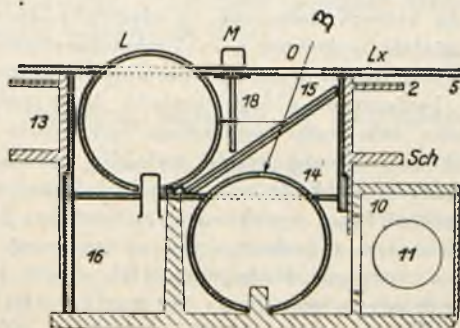
Rys. 2.

szkło płytki 15 światło pochodzące od żarówki luksomierza. Podczas pomiaru należy tak obracać tarczę (Sch) luksomierza, aby jaskrawość obok leżących pasków, widzianych w otworze O, była ta sama (rys. 5-c), przez co cała powierzchnia płytki 15 będzie wydawać się jednakowo oświetlona tak, że poszczególne paski na lusterku znikną. Przy niewłaściwym nastawieniu podziałki luksomierza nie otrzyma się równości oświetlenia pasków-elementów, lecz obrazy, podobne do przedstawionych na rys. 5a i 5b.

Żarówka luksomierza 11 oświetla drugą kulę opalową 14, umieszczoną poniżej płytki-lusterka 15. Kula ta jest umieszczona w pomieszczeniu, szczelnie zamkniętem. Część powierzchni tej kuli, w formie czaszy kulistej, wystaje poza ściankę walca, tak że jest widoczna poprzez paski płytki lusterka 15 dla osoby, patrzącej do otworu O luksomierza. Paski te widzi się właśnie jako elementy świetlne, których jaskrawość możemy zmieniać przez obracanie tarczy luksomierza Sch. Kula ta jest oświetlona strumieniem świetlnym (który można dowolnie zmieniać), z 4-woltowej żarówki karzełkowej, umieszczonej z boku kuli opalowej w skrzynce, pomalowanej na kolor biało-matowy. Strumień świetlny żarówki przenika powierzchnię tej kuli (podobnie jak kulę górnej) i po wielokrotnym odbiciu i rozproszeniu w jej wnętrzu oświetla ją zupełnie równomiernie. Tak więc obie grupy elementów porównawczych (pasków), widzianych przez otwór O, których oświetlenie pochodzi od jednej lub drugiej kuli opalowej, mają zapewnione oświetlenie równomierne.

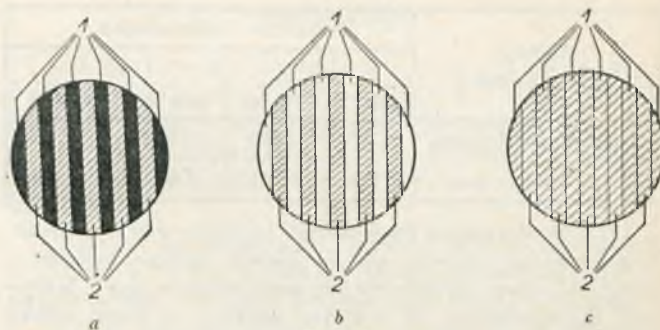
Ażeby móc zmieniać jaskrawości elementów porównawczych (pasków), oświetlonych przez żarówkę luksomierza, pomiędzy nią a dolną kulą umieszczona jest przesłona (filtr) 12 i 13. Otwór jej jest ograniczony dwiema prawie prostopadłymi liniami oraz krzywą logarytmiczną, zbiegającą się asymptotycznie z niemi. Przez obrót tarczy Sch luksomierza w lewo, zamyka się otwór przesłony z początku wolno, później zaś coraz prędzej, wskutek czego maleje także strumień świetlny, padający na dolną kulę, a wraz z nim jaskrawość odpowiedniej grupy elementów porównawczych (pasków). Przesłona ta reguluje użyteczny strumień świetlny w dużych granicach, a przytwierdzona do niej podziałka Lx jest wycechowana w luksach hefnerowskich, 0,4 do 400 lx. Ten zakres pomiarów jasności odpowiada zmianie str. świetlnego od 1 do 1000. Dokładność pomiaru wynosi $\pm 5\%$. Celem powiększenia zakresu pomiarów do 4000 lx wstawia się na drodze promieni świetlnych (pochodzących z górnej kuli), oświetlających lusterko 15 (przez przesunięcie suwaka M), szkielko zadymione 18 (rys. 2 i 4) o współczynniku przenikania 10%. Rozumie się, że, aby otrzymać wynik właściwy, odczytaną w okienku mierzoną jasność należy w tym przypadku pomnożyć przez 10.

Do odpowiedniego rozżarzenia żarówki luksomierza służy opornik precyzyjny 4, a do sprawdzania stałości napięcia woltomierz Sp. Za źródło prądu służy zwyczajna



Rys 4

B — kierunek patrzenia.



Rys 5.

baterijka do lampki kieszonkowej; dla dłuższych pomiarów przewidziane są w luksomierzu zaciski do akumulatora.

Dużą zaletą opisanego luksomierza jest to, że nie zmienia się napięcia żarzenia żarówki luksomierza, tak że światło jej ma stałą niezmienną barwę. Przyczynia się to również w dużej mierze do osiągnięcia dużej dokładności pomiaru. (C. d. n.)

Zachowanie się żarówki w oprawach szczelnie zamkniętych.

Dotychczasowe mniemanie, jakoby tylko żarówki umieszczone w dobrze przewietrzanych oprawach osiągały przepisaną im trwałość, zdaje się, nie jest dość uzasadnione. Podług inż. Schmelzle, który przeprowadził szereg badań nad tem zagadnieniem, zaopatrywanie dotychczasowych opraw w specjalne otwory wentylacyjne jest bezcelowe. Tak np. całkowicie szklana oprawa (do oświetlania wnętrza), zaopatrzona w otwór wentylacyjny, posiada wewnątrz temperaturę 100° C, podczas gdy ta sama oprawa bez otworu ma wewnętrzną temperaturę wyższą jedynie o 10°C. Podług inż. Schmelzle wahanie temperatury otoczenia żarówki o 150° C jest mało znaczące wobec temperatury drucika wolframowego żarówki, rozżarzonego do 2700° C. Autor przeprowadził również badania nad trwałością żarówek, umieszczonych w ulicznych oprawach hermetycznie zamkniętych. Temperaturę wewnątrz oprawy mierzono w miejscach następujących:

1. na bańce żarówki na wysokości jej drucika,
2. na szyjce żarówki,
3. na trzonku żarówki,
4. w miejscu pomiędzy bańką żarówki a szkłem oprawy.

Badanie te dały następujące wyniki w C°:

Miejsce pomiaru	żarówka 500 W		żarówka 750 W	
	nieosłonięta	w oprawie	nieosłonięta	w oprawie
1	176	197	177	240
2	193	236	219	255
3	105	140	109	159
4	—	90	—	138

Największa różnica temperatury pomiędzy żarówką nieosłoniętą a żarówką umieszczoną w oprawie hermetycznej wynosi dla żarówki 500-watowej 43° C, dla żarówki 750-watowej 63° C, co w ostatnim przypadku odpowiada jedynie 2,5%-om różnicy temperatury pomiędzy drucikiem świetlnym żarówki a jej bańką.

Wpływ nagrzania żarówki podaje następujące zestawienie trwałości w godzinach:

Rodzaj źródła światła	Grupa doświadczeń			
	I		II	
	500 W	750 W	500 W	750 W
żarówka nieosłonięta	1 222	1 068	1 573	1 573
w opr. herm.	1 754	1 311	1 850	1 850

Do każdej grupy doświadczeń użyto po osiem żarówek. Podczas badań okazało się, że spoiwo, łączące żarówkę z trzonkiem, ulega szybszemu zepsuciu właśnie przy żarówkach nieosłoniętych, a więc bez oprawy, z czego należy wnioskować, że oprawy zamknięte nie muszą być zaopatrzone w otwory wentylacyjne, jeżeli tylko są w ten sposób budowane, że zapewniają dobre promieniowanie (odprowadzenie ciepła). W przeciwnym razie, dla uniknięcia ewentualnego zmiękczenia szkła wskutek jego nadmiernego nagrzania, są konieczne dodatkowe otwory wentylacyjne.

Własności fotometryczne rur neonowych.

Przeprowadzono szereg pomiarów fotometrycznych nad światłem rur neonowych, używanych w praktyce. Pomiaru te dotyczą jedynie takich rur, w których każda elektroda jest wykonana z blachy żelaznej o grubości 0,1 mm, długości i szerokości 5 cm, zwiniętej w walec, zaopatrzonej od zewnętrznej strony rury w dno i podtrzymywanej przez gruby przewód doprowadzający, zatopiony w szkło. Dr. A. r. n. d. t. przeprowadzał swoje badania nad rurami o długości 1 m i o zewnętrznej średnicy rury, wynoszącej kolejno 8, 10, 15, 17, 22 mm, napełnionych neonem pod ciśnieniem od 0,5 do 15 mm słupa rtęci. Rury te były poddane kolejno pomiarowi w ten sposób, że zawinięto je niejako w płaszcz, nieprzepuszczający światła, a dla pomiaru odkryto jedynie odcinek rury (świecącej zorzy dodatniej), wynoszący tylko 4 cm długości. Światłości tych rur mierzone w kierunku promienia w płaszczyźnie, prostopadłej do ich osi geometrycznych, i przeliczono je na światłości, przypadające na 1 cm ich długości. Z pomiarów wynika, że strumień świetlny jest 11,7 razy większy od tej światłości. Pomiaru te przeprowadzono przy zasilaniu rur prądem zmiennym przy użyciu odpowiednich transformatorów. Dla uspokojenia światła oraz dla ograniczenia natężenia prądu jak i zmian wielkości obciążenia, włączono w obwód pierwotny transformatora specjalny dławik.

Największa wartość światłości ma miejsce (dla rur o różnych średnicach) przy ciśnieniu, wynoszącym od 1 do 22 mm Hg. Tak np. rura neonowa o ciśnieniu początkowym 8 mm Hg ma jedynie 50% tej światłości, którą osiągnie, gdy wskutek „starzenia” się rury ciśnienie gazu spadnie do 1,5 mm Hg. Ciśnienie gazu, niewystarczające już do podtrzymania jego luminiscencji, wynosi dla neonu 0,1 mm Hg. Niestety, przy ciśnieniu 1,5 mm Hg, zapewniającym rurze neonowej maksymalną światłość, trwałość jej, t. zn. okres zdolności do świecenia, jest b. mały. Przeciwnie przy ciśnieniu np. 12 mm Hg światłość jej wynosi około 30% światłości maksymalnej, a trwałość jej jest duża. Dlatego też, chcąc otrzymać trwałość, dochodzącą do kilku tysięcy godzin, nowe rury neonowe powinny mieć ciśnienie gazu w granicach od 7 do 12 mm Hg. Wyższych ciśnień nie należy stosować, gdyż odbiłoby się to ujemnie na światłości rury neonowej. T. zn. „twardnienie” rury neonowej, a wraz z niem jej trwałość, zależy także od materiału i rozmiarów elektrod a także od natężenia prądu podczas pracy. Jaskrawość rury wzrasta proporcjonalnie do gęstości prądu w bardzo szerokich granicach, — w miarę, im średnica jej będzie mniejsza. Proporcjonalność ta zanika przy dużych średnicach rury i przy względnie dużych gęstościach prądu. Ja-

skrawość światła nie jest jednakowa na całym przekroju (poprzecznym) zorzy dodatniej światła rury. Przy dużych ciśnieniach gazu, wypełniającego rury, jaskrawość zmniejsza się gwałtownie w pobliżu ścianek rury, tak że z łatwością można zobaczyć w takiej rurze neonowej wiązkę światła, która będzie znacznie cieńsza (węższa), niż średnica wewnętrzna rury. Zjawisko to znika, gdy ciśnienie staje się mniejsze; przy ciśnieniach małych rura jest na całej swej grubości jakby równomiernie wypełniona światłem. Z tej nierównomierności świecenia wzdłuż grubości rury można w przybliżeniu sądzić o ciśnieniu gazu wewnątrz rury, jej stopniu „twardnienia” i czasie jej palenia się. Wydajność świetlna jest wielkością stałą dla wszystkich średnic rur i różnych natężeń prądu, wynosi bowiem w najlepszym przypadku — to znaczy przy ciśnieniu 1,5 mm słupa rtęci — 10 do 12 lm na wat.

Temperatura zewnętrzna rury rośnie prawie proporcjonalnie ze wzrostem natężenia prądu. Przy 100 mA i 20°C temp. otoczenia, rura nagrzewa się w połowie długości do 45°C, podczas gdy temp. rury w pobliżu elektrod wynosi około 130°C.

(Licht und Lampe, 1932, zeszyt 2).

Największa żarówka.

W ostatnich czasach oświetlenie elektryczne pozyskało nowe dziedziny zastosowania. Wystarczy wspomnieć chociażby tylko o oświetleniu lotnisk, które należy oświetlać z jasnością 1 luksa z odległości 500 — 800 metrów od źródła światła. Widać stąd, że konieczne są tutaj żarówki o bardzo wielkiej mocy. Dalszą dziedzinę zastosowania wysokowatowych żarówek są laboratorja, w których nakręca się filmy dźwiękowe. Używano tam dotychczas reflektorów i t. zw. jupiterów, zaopatrzonych w lampy łukowe, których szmer utrudniał czyste nagranie wstęg filmowych. Do tych celów używa się obecnie żarówek o mocy 10 000 i 20 000 watów. Z tego powodu fabryki żarówek, chcąc uczynić zadość jeszcze większym wymaganiom wyprodukowały żarówkę o mocy 50 kilowatów. Aby dać pojęcie o wielkości tej żarówki, wystarczy wspomnieć, że daje tyle światła, co 16 000 żarówek 60-watowych. Gdyby zestawili obok siebie taką ilość tych żarówek, to zajęłyby one powierzchnię 16 metrów kwadratowych, a sama ilość żarówek wystarczyłaby do oświetlenia ulic miasta średniej wielkości.

Wewnętrzna budowa żarówki 50-kilowatowej, wykonanej w fabrykach T-wa „Osram”, nie różni się zasadniczo wielkością od budowy żarówek normalnych. Części szklane są ze szkła hartowanego. Duże trudności sprawiało wykonanie szczelnych doprowadzeń przewodów elektrycznych, a to z tego względu, że przekrój ich był względnie duży, gdyż przy napięciu 220 woltów płynął nimi prąd równy 230 amperom.

Pokonano te trudności w ten sposób, że kilka doprowadzeń, wykonanych z 50-ciomilimetrowych drutów wolframowych, do których dołączone są elektrody doprowadzające. Te ostatnie wykonane są z 7-miomilimetrowych drutów niklowych, dołączonych do specjalnych drutów molibdenowych, koniecznych z tego względu, że w pobliżu samego drucika świecącego temperatura jest bardzo wysoka. Sam drucik świecący ma kształt zwiniętej spiralki, ułożonej w 12 odcinkach tak, że całość ma kształt walca o średnicy 110 milimetrów, a wysokości 65 milimetrów. Sama spiralka zrobiona jest z grubego drutu wolframowego o średnicy 2,5 mm, przyczem średnica spiralki wynosi 10,5 milimetra. Sam drucik świecący waży 610 gramów. Jest to ilość, z jakiej można zbudować 110 000 żarówek na 220 woltów i 40 watów. Średnica bańki szklanej wynosi 380 milimetrów. Bańka szklana posiada specjalny klosz, na którym

osiada odparowany wolfram. Zczernienie szkła żarówki daje się usunąć zapomocą sproszkowanego szmerglu, który znajduje się wewnątrz żarówki. Wystarczy w tym celu obracać lampę w jedną i drugą stronę.

Cokół lampy zbudowany jest podobnie jak przy lampach na 10 000, 20 000 watów. Cztery wstęgi miedziane o łącznym przekroju 40 mm², zaopatrzone u końca w mufy kablowe, doprowadzają prąd do żarówki.

Ogólny ciężar lampy wynosi 7,25 kg. Wysokość lampy — 90 centymetrów. Strumień świetlny, zmierzony w fotometrze kulistym o 3-metrowej średnicy, wynosi 1,1 milionów lumenów hefnerowskich przy światłości 125 000 świec hefnerowskich, mierzonych prostopadle do osi lampy.

Podczas świecenia się żarówka wydziela tyle ciepła że jej części metalowe, położone bliżej drucika świecącego, żarzą się jasnym światłem, sama zaś lampa nie pozwala bardziej się zbliżyć, niż na odległość 2 metrów.

„Die Lichttechnik“ r. 1931 zeszyt 3.

Jubileusz tunelu Gottharda w Szwajcarii.

Niedawno z okazji 50-cio lecia wykończenia budowy tunelu gotthardskiego iluminowano szereg historycznych budowli, zamków, kościołów i t. p., leżących na linii, prowadzącej z Lucerny przez tunel Gottharda do Bellinzony. W godzinach wieczorowych odjeżdżały specjalne pociągi, których pasażerowie mogli napawać się romantycznym widokiem iluminowanych budowli. Tę uroczystość, jedyną w swoim rodzaju, inaugurował p. Prezydent Szwajcarii.

Przyrząd do badania promieni nad-fioletowych.

W Ameryce, gdzie leczenie promieniami nadfioletowymi jest bardzo popularne, fabryki żarówek zbudowały aparat do wykrywania tych promieni i wykazywania ich skutków. Jest to rodzaj lunety, 8 cm długiej, zawierającej tarczę, która fluoryzuje, będąc wystawiona na działanie promieni nadfioletowych. Zwykle promienie eliminuje się zapomocą filtra, przepuszczającego tylko promienie nadfioletowe. Skoro zatem patrzeć przez lunetę na źródło światła, nie zawierające promieni nadfioletowych, to, ponieważ wszystkie promienie są przez filtr pochłonięte, w lunecie niema żadnego obrazu. Jeżeli natomiast w świetle jest chociażby mały procent promieni nadfioletowych (wystarczy promieniowanie w czasie pochmurnego zimowego dnia w południe), to tarcza błyszczy w kolorze purpurowym, a umieszczony na niej specjalny znak jest widoczny i czytelny. Przyrząd jest najbardziej czuły na długość fal od 2800 do 3100 Å, które z punktu widzenia fizjologicznego są najbardziej skuteczne. Jaskrawość fluoryzującej tarczy wzrasta z natężeniem promieni nadfioletowych, daje więc w przybliżeniu wyobrażenie o natężeniu promieni nadfioletowych, zawartych w badanym świetle.

Reklama świetlna na chmurach.

Jedna ze znanych niemieckich firm, produkująca przetwory tłuszczowe, reklamuje swoje wyroby pismem świetlnym, rzucaniem na chmury. W tym celu umieściła na specjalnym dla celów propagandy zbudowanym statku reflektor, w którym przez odpowiednie ustawienie 300 luster tworzy się reklamy świetlne na ekranie chmur. Statek propagandowy ma 25 metrów długości i może odbywać podróże po wszystkich rzekach spławnych i wzdłuż wybrzeży morskich.

Bibliografia.

„The theory and desing of illuminating engeneering equipment“ (Teoria i zarys techniki świetlnej i sprzętu oświetleniowego) wydana w roku 1931 w Londynie w opracowaniu *Jolley'a, Waldram'a i Wilson'a* jest książką, traktującą o zasadach stosowanej techniki oświetleniowej.

Książka ta składa się z pięciu części, a mianowicie: 1. Zasady, 2. Źródła światła, 3. Sprzęt oświetleniowy (oprawy), 4. Środki i urządzenia pomocnicze oraz 5. Dodatek.

Część pierwsza obejmuje właściwości fizjologiczne narządu wzrokowego, naukę o widzeniu (niestety, zbyt mało o oślnieniu), zasady matematyczne i fizyczne, traktujące o strumieniu świetlnym, o rozkładzie światła w przestrzeni oraz podaje sposoby projektowania urządzeń oświetleniowych.

Część druga, zatytułowana „Źródła światła“, mówi o zasadach fizycznych wytwarzania światła żarowego i luminescencji. Opisano tutaj obszernie różne typy żarówek z ich charakterystykami, dotychczas nieopublikowanymi. Znajduje się tam opis wolframowej lampy łukowej, zwyczajnych lamp łukowych, lamp rtęciowych oraz źródeł światła, świecącego z katodami zimnymi i podgrzanymi.

Część trzecia mówi obszernie o oprawach świetlnych, o sposobach oświetlenia wewnętrznego i zewnętrznego. Poza oświetleniem ulic autorzy opisują również dziedzinę naświetlania domów ze szczególnem uwzględnieniem zagadnień mechaniczno-konstrukcyjnych. Z praktycznego punktu widzenia dziedziny naświetlania rozdział ten nie wyczerpuje całego zagadnienia. Autorzy nie wspominają również o t. zw. architekturze świetlnej, którą ograniczają jedynie do oświetlenia wystaw sklepowych. W dalszym ciągu tego rozdziału jest mowa o właściwościach optycznych ośrodków rozpraszających, odbijających i załamujących światło, o konstrukcji opraw, o ich krzywej światłości, o sprawności, rozkładzie jaskrawości i t. p. Wszystkie te zagadnienia są traktowane bardzo wszechstronnie i szczegółowo.

W dalszych rozdziałach, poświęconych specjalnemu sprzętowi oświetleniowemu, autorzy opisują teoretycznie i uzasadniają reflektory samochodowe, reflektory wojskowe i okrętowe. W dalszym ciągu jest mowa o sygnalizacji świetlnej na lądzie, w wodzie i w powietrzu, ze szczególnem uwzględnieniem oświetlenia dla celów lotniczych. Rozdział ten uzupełnia dodatek, traktujący o aparatach projekcyjnych, kinowych i epidioskopach.

Dalej jest mowa o kolorach, ich istocie i wytwarzaniu ich w różny sposób, przyczem zwrócono dużą uwagę na kolor szkielec sygnałowych. Następnie idzie rozdział o naturalnem i sztucznem świetle dziennem. Autorzy nie zapominają o oświetleniu sceny, o reklamie świetlnej, fotografowaniu przy świetle sztucznem oraz o technice świetlnej w pracowniach filmowych.

Część czwarta traktuje o sposobach i urządzeniach, służących do utrzymania jednostajnego napięcia (ewentualnie prądu) w oświetleniu ulicznym, porusza zagadnienie regulacji napięcia, używanego do oświetlenia sceny, dalej opisuje elektryczne wyposażenie samochodu, samoczynną kontrolę oświetlenia ulicznego i sygnałowego zapomocą komórek fotoelektrycznych i t. p.

W części piątej autorzy rozpatrują stopień dokładności subiektywnej fotometrii. Szereg tablic, wykresów i krzywych rozsyłu światła kończy tę starannie opracowaną książkę, która może i powinna być z wielkim pożytkiem przeczytana przez techników, interesujących się dziedziną oświetlenia. Szkoda tylko, że autorzy prawie całkowicie pominęli miernictwo oświetleniowe.

Z ŻYCIA ORGANIZACYJ.

STOWARZYSZENIE ELEKTRYKÓW POLSKICH.

ODDZIAŁ LWOWSKI.

Zwyczajne doroczne Walne Zebranie O. L. S. E. P.

odbędzie się w poniedziałek dnia 13 lutego b. r. o godzinie 19-ej w sali Polskiego Towarzystwa Politechnicznego przy ul. Zimorowicza 9 z następującym porządkiem dziennym:

- 1) Zagajenie i wybór przewodniczącego Zebrania.
- 2) Sprawozdanie ogólne Zarządu za rok ubiegły.
- 3) Sprawozdanie rachunkowe skarbnika za rok ubiegły.
- 4) Przedłożenie przeliminarza budżetu na rok 1933.
- 5) Wnioski Komisji Rewizyjnej.
- 6) Wybór 3 członków Zarządu Oddziału.
- 7) Wybór 3 członków Komisji Rewizyjnej.
- 8) Ustanowienie dla członków Oddziału wysokości dodatku do zasadniczej składki członkowskiej pobieranej przez Zarząd Główny S. E. P.

9) Wolne wnioski członków i Zarządu.

Stosownie do § 18 Regulaminu O. L. S. E. P. Walne Zebranie jest prawomocne bez względu na liczbę obecnych członków.

Wnioski członków winny być przedstawione Zarządowi przynajmniej na 1 tydzień przed Walnym Zebraniem.

PROGRAM ODCZYTÓW NA LUTY 1933 R.

Od dn. 6 do 11 lutego wykłady elektrotechniczne dla inżynierów w Politechnice Warszawskiej.

Wtorek, dn. 21-go lutego

godzina 20-ta Walne Zebranie Oddziału Warszawskiego.

Wtorek, dn. 28-go lutego

Dyr. M. Kycia: „*Propaganda oświetlenia elektrycznego i jej organizacja*”.

Sekcja Radjotechniczna.

Środa, dn. 15-go lutego

Inż. T. Jaskólski: „*Krótkofalowe radiostacje nadawcze*”.

Środa, dn. 22-go lutego

Mjr. inż. K. Krulisz: „*Konferencja radiotelegraficzna w Madrycie 1932 r.*”.

WYCIECZKA.

W niedzielę dn. 12 lutego b. r. odbędzie się wycieczka do Farbyki Aparatów Elektrycznych K. Szpotański i S-ka S. A. w Warszawie, ul. Kałuszyńska 4.

Zbiórka w farbyce o godz. 10.45 rano. Dojazd tramwajem Nr. 24 ul. Grochowską do ul. Goławskiej i tą ulicą dojście do fabryki (3 minuty drogi).

W programie zwiedzenie działu aparatów W. N., okapturnych urządzeń elektrycznych rozdzielczych, aparatów niskiego napięcia, transformatorów mierniczych i liczników energii elektrycznej. Czas trwania wycieczki — około 2 i pół godzin.

Zapisy przyjmowane będą przez Sekretariat Generalny S. E. P. w godzinach biurowych (tel. 540-08) i referenta wycieczkowego we wtorki przed każdym odczytem do dnia 11-go lutego włącznie.

ODDZIAŁ ŁÓDZKI.

Zgłoszenie na członka zwyczajnego.

Kława Czesława, Piatków Trybunalski, ul. Tomickiego 25.

PNE
38 — 1933

PROJEKT 1-szy *)

PRZEPISY

NA TRANSFORMATORKI DZWONKOWE **).

Uwaga: Wszelkie prawa przedruku zastrzeżone przez Stowarzyszenie Elektryków Polskich.

Przepisy niniejsze obowiązują dla transformatorów, które służą do zasilania prądem dzwonek elektrycznych lub podobnych urządzeń sygnałowych, z wyjątkiem publicznych urządzeń telegraficznych i telefonicznych.

I. OKREŚLENIA.

§ 1. Uwaga ogólna.

Miarodajne są odnośnie określenia podane w ogólnych „Przepisach oceny i badania transformatorów” (PNE-33), o ile odstępstwa od nich nie są w niniejszych przepisach wyraźnie wymienione.

§ 2. Rodzaj pracy.

Transformatorki dzwonekowe pracują w warunkach pracy ciągłej z obciążeniem dorywczym, w której okres obciążenia jest tak krótki, że temperatura ustalona nie zostaje osiągnięta, a przerwy w obciążeniu, podczas których transformator pracuje luzem, są dostatecznie długie, tak, że temperatura spada praktycznie do wartości, ustalonej dla stanu jałowego.

II. WIELKOŚCI NORMALNE.

§ 3. Częstotliwość.

Normalna znamionowa częstotliwość jest 50.

§ 4. Napięcia.

Normalne znamionowe napięcia pierwotne są: 127 i 220 V.

*) Uwagi do niniejszego projektu należy nadsyłać w terminie do dn. 1 kwietnia 1933 r. p. a. Stowarzyszenia Elektryków Polskich, Czackiego 3, m. 3, Warszawa.

**) Opracowane przez Komisję II-gą Maszyn Elektrycznych S.E.P. (Podkomisja Transformatorów w składzie pp.: Wacław Jaroszyński, Jan Obrąpalski, Jerzy Roman, Jan Studniarski i Bernard Szapiro).

Normalne znamionowe napięcie wtórne jest 8 V, napięcia na zaczepekach wynoszą przytem normalnie 3 i 5 V. Największe dopuszczalne napięcie znamionowe wtórne wynosi 24 V.

Znamionowe napięcie wtórne jest to napięcie na zaciskach całego uzwojenia wtórnego, mierzone przy znamionowym napięciu pierwotnym, znamionowej częstotliwości, oraz przy bezindukcyjnym obciążeniu znamionowym prądem wtórnym w warunkach pracy podanej w § 2.

Napięcie na zaciskach otwartego uzwojenia wtórnego przy pracy jałowej nie może przekraczać podwójnego napięcia znamionowego wtórnego, a w żadnym razie nie może być wyższe niż 42 V.

§ 5. Napięcia prądu.

Normalne wartości znamionowe natężenia prądu wtórnego są: 0,5, 1,0 i 2,0 A.

III. BUDOWA.

§ 6. Uwagi ogólne.

Odnosne postanowienia § 7-go „Przepisów Budowy i Ruchu urządzeń elektrycznych prądu silnego” (PNE-10), stosują się również do transformatorów dzwonekowych.

§ 7. Uzwojenia.

Uzwojenia pierwotne i wtórne muszą być umieszczone na odrębnych ramkach izolacyjnych.

Między uzwojeniami pierwotnym i wtórnym oraz między uzwojeniami a korpusem nie powinno być żadnych przewodzących połączeń. Oba uzwojenia muszą być przez swe rozmieszczenie i wkładki izolujące lub w inny podobny sposób tak wzajemnie oddzielone od siebie i od korpusu, iżby powyższy przepis został spełniony także w razie pęknięcia jakiegokolwiek przewodu w uzwojeniu.

§ 8. Zaciski.

Zaciski pierwotne i wtórne oraz wewnętrzne doprowadzenia do nich muszą być w sposób niezawodny oddzielone od siebie zarówno pod względem umieszczenia, jak i pod względem elektrycznym.

Zaciski muszą być conajmniej po stronie napięcia wyższego chronione przed dotknięciem i powinna istnieć możliwość ich zaplombowania. Zapomocą odpowiednio rozmieszczonych wyraźnych napisów (ew. na tabliczce znamionowej) musi być od różniona w sposób niezawodny strona wyższego napięcia od strony napięcia niższego.

§ 9. Uziemienie.

Aby umożliwić uziemienie, należy przy transformatorach dzwonekowych na napięcie pierwotne powyżej 250 V przewidzieć śrubę o średnicy conajmniej 5 mm.

IV. INSTALACJA.

§ 10. Uwagi ogólne.

Odnosne postanowienia „Przepisów Budowy i Ruchu urządzeń elektrycznych prądu silnego”, (PNE-10) muszą być stosowane.

§ 11. Umieszczenie.

a. — Transformatorek należy umieścić w miejscu suchym, nie gorącym (o normalnej temperaturze) i tak, aby nie zachodziło niebezpieczeństwo przypadkowego dotknięcia oraz zetknięcia się z przedmiotami łatwopalnymi.

b. — W miejscach wilgotnych mogą być umieszczone tylko transformatoraki specjalnej konstrukcji, przyczem tam, gdzie tego wymagają przepisy budowy i ruchu, transformatoraki muszą być uziemione.

c. — Transformatoraki należy montować w położeniu pionowym, bądź na izolującej podkładce, bądź też w odległości conajmniej 10 mm od ściany.

§ 12. Przewody.

Przewody wyższego i niższego napięcia powinno się prowadzić oddzielnie i tak, by łatwo było je rozróżnić. Nie wolno zatem prowadzić przewodów wyższego i niższego napięcia we wspólnej rurce.

V. BADANIE I OCENA.

§ 13. Praca jałowa.

Należy zmierzyć zapotrzebowanie mocy dla pracy jałowej w watach przy otwartem uzwojeniu wtórnym, przy znamionowej częstotliwości i znamionowym napięciu pierwotnym, przyczem zapotrzebowanie to powinno być tak małe, aby licznik normalnej budowy dla znamionowego natężenia prądu 1,5 A nie rejestrował zapotrzebowania mocy przy pracy jałowej.

Sprawdzić należy przy pracy jałowej wielkość napięcia wtórnego (por. § 4, ostatni ustęp).

§ 14. Obciążenie.

Stwierdzić trzeba natężenie znamionowego prądu wtórnego dla znamionowego napięcia wtórnego, podanego na tablicz-

2. — pomiar oporów omowych uzwojeń według § 17;
3. — pomiar przy pracy jałowej według § 13;
4. — pomiary przy obciążeniu według § 14;
5. — próba ciepła według § 15;
6. — próby na wytrzymałość izolacji według § 16;
7. — kontrolny pomiar oporów omowych według § 17.

Próby w powyżej podanym zakresie 1 — 7 konieczne są tylko do zbadania nowego typu transformatora lub gdy zachodzą okoliczności, które wykonanie podanych prób usprawiedliwiają, jak np. przy zastosowaniu blach od innego dostawcy, nowym transporcie tychże od dotychczasowego dostawcy, przy zmianie istotnego szczegółu w konstrukcji lub wykonaniu warsztatowym i t. p. Ilość badanych transformatorów wynosić powinna co najmniej 5 sztuk.

Każdy poszczególne transformatory powinny być poddany co najmniej próbie 6 (jednak w stanie zimnym transformatora), a bezpośrednio potem — próbie 2.

VI. POSTANOWIENIA KOŃCOWE.

§ 19. Wytwórca i znak firmowy.

Na każdym transformatorze dzwonkowym powinien być podany wytwórca lub jego znak firmowy; dane te mogą być umieszczone na tabliczce znamionowej (§ 20).

§ 20. Tabliczka znamionowa.

Każdy transformator powinien być zaopatrzonej w tabliczkę znamionową, zawierającą wyraźnie, trwale i czytelnie następujące dane:

1. — napis: „Transformator dzwonkowy”,
2. — typ lub numer katalogowy, ewent. numer fabryczny,
3. — znamionowe napięcie pierwotne,
4. — znamionową częstotliwość,
5. — znamionowe napięcie wtórne i napięcia na zaczepach,
6. — znamionowy prąd wtórny,
7. — moc pobieraną przy pracy jałowej.

U w a g a: Zaleca się podawanie granicznych wartości napięcia i częstotliwości, przy których transformator może być stosowany. Przytem jednak gwarancje odnoszą się tylko do wartości znamionowych.

§ 21. Tolerancje.

Dopuszczalne odstępstwa od wartości, podanych na tabliczce znamionowej, względnie określonych niniejszymi przepisami, mogą wynosić:

dla znamionowego prądu wtórnego	— 5%
dla zapotrzebowania mocy przy pracy jałowej	+ 10%

ce (p. § 20), przy odpowiednim bezindukcyjnym obciążeniu w warunkach pracy według § 2, przy znamionowej częstotliwości i znamionowym napięciu pierwotnym (p. § 4).

U w a g a: Pomiar wykonywa się w sposób następujący: po ustaleniu się temperatury transformatora w biegu jałowym daje mu się odpowiednie obciążenie i natychmiast odczytuje się prąd wtórny i napięcie wtórne.

§ 15. Próba ciepła.

Transformatorzy dzwonkowe muszą być tak zbudowane, żeby przy trwałym zwarciu zacisków wtórnego uzwojenia, oraz przy znamionowym napięciu pierwotnym i znamionowej częstotliwości, przyrost temperatury uzwojeń nie przekraczał następujących wartości:

dla izolacji lakierem emaljowym	120° C
dla izolacji jedwabiem	100° C
dla izolacji impreg. bawełną	90° C

Nagrzanie trzeba stwierdzić z przyrostu oporów według ogólnych „Przepisów oceny i badania transformatorów” (PNE-33).

Badania należy wykonać w pionowym położeniu transformatora (p. § 11).

§ 16. Wytrzymałość izolacji.

Transformator musi wytrzymać napięcie 1000 V prądu zmiennego o częstotliwości 50 w ciągu 1 minuty pomiędzy uzwojeniem pierwotnym i wtórnym oraz pomiędzy obu uzwojeniami a żelazem, o ile napięcie znamionowe pierwotne nie przekracza 250V. Przy napięciu pierwotnym ponad 250 do 500 V napięcie próbne ma wynosić 2000 V.

Próby należy wykonać w nagrzanym stanie transformatora, bezpośrednio po próbie cieplnej (p. § 15).

§ 17. Kontrolne pomiary oporów.

Przed i po wykonaniu próby cieplnej (§ 15) i na wytrzymałości izolacji (§16) wykonać należy pomiar oporów uzwojeń w stanie chłodnym. Ewentualne różnice między obydwojoma pomiarami wskazują na to, że nastąpiło uszkodzenie zwojów, czyli że transformator nie wytrzymał poprzednich prób.

§ 18. Kolejność badań.

Dla wykonania poszczególnych badań zachować należy następującą kolejność:

1. — próba wstępna (induktorem) oporów izolacji uzwojeń względem siebie i względem korpusu;

BIBLIOGRAFJA.

Prof. inż. Stanisław Odrowąż-Wysocki, Nakładem Komitetu uczczenia zasług ś. p. Stanisława Odrowąż-Wysockiego. Warszawa, 1932. Str. 120, portret i 16 rysunków w tekście.

Mniej więcej w rocznicę zgonu nieodżałowanego ś. p. prof. St. Odrowąż-Wysockiego ukazała się książka, poświęcona Jego pamięci. Jak czytamy w przedmowie, „koledzy i towarzysze prac ś. p. Wysockiego, przejęci szczerem uznaniem dla wyjątkowych zasług zmarłego, a niemniej powodowani potrzebą serca”, postanowili dać społeczeństwu obraz życia i pracy tego człowieka niezwykłej miary, obraz Jego idei i czynów. Podamy w krótkich słowach treść książki.

Po słowie wstępnem T. Żerańskiego rozpoczyna książkę życiorys ogólny, skreślony przez G. Sokolnickiego i zawierający daty główniejszych momentów w życiu i działalności Zmarłego, poczem o wieku dziecięcym i latach, spędzonych w warszawskiej Szkole realnej na Zjeździe (1886—1893), mówi kolega Jego z tej Szkoły, A. Grzymała-Siedlecki. Z kolei I. Boerner opisuje działalność społeczno-polityczną Zmarłego w latach 1893—1920, dzieląc ją na dwa okresy: studja w Darmsztacie i okres późniejszy, po powrocie do kraju. Uzupełnienie tego rozdziału stanowią dwa dalsze szkice: A. Kühna — Ze wspomnień o Stanisławie Wysockim i G. Sokolnickiego — Wspomnienie. 1900. Następne z kolei artykuły ujmują postać Zmarłego pod bardziej wąskim kątem, a mianowicie K. Mech opisuje działalność techniczną w latach 1900—1931, M. Pożaryski — działalność naukowo-techniczną i profesorską w tym samym okresie, a J. Rzewnicki porusza działalność i zasługi Zmarłego w dziedzinie polskiego inżynierstwa (słownictwa) elektrotechnicznego. Wreszcie P. Januszewski przytacza szczegóły, dotyczące powstania i organizacji Komitetu uczczenia zasług ś. p. Wysockiego, podaje skład Komitetu i program Akademii, zorganizowanej ku czci Zmarłego *).

Zakończenie książki stanowi biblijografia prac technicznych i utworów drobniejszych St. Wysockiego, zestawiona przez T. Żerańskiego według lat, a obejmująca łącznie 95 pozycji.

Zbiorowo praca wymienionych autorów daje czytelnikowi żywy i barwny obraz wielostronnej i owocnej działalności Zmarłego.

Książka o prof. St. Wysockim niewątpliwie będzie — jak tego chcieli wydawcy — miłą „pamiątką po Nim dla wszystkich, którzy Go znali, cenili i kochali”. Cały nakład tej książki, wydanej wyjątkowo pięknie, a w ograniczonej ilości egzemplarzy, z pewnością rychło będzie wyczerpany, zwłaszcza, że dochód ze sprzedaży zasilić ma fundusz stypendjalny imienia Zmarłego

P.

Prof. inż. J. Szowheni w, **Silniki wietrzne**. Wydawnictwo Polskiego Komitetu Energetycznego. Warszawa, 1932 r., 182 str., 128 rys. i tabl. w tekście.

Nakładem Polskiego Komitetu Energetycznego ukazała się książka, której brak wśród podręczników technicznych w języku polskim dawał się odczuć. Treść i układ książki wskazują na chęć autora ujęcia zagadnienia wyzyskania energii wiatru możliwie wszechstronnie. Po ogólnym wstępie przytacza autor w rozdziale I najkonieczniejsze wiadomości z dziedziny meteorologii, zilustrowane paru

wykresami i tablicami, zaczerpniętymi z innych wydawnictw P.K.E. W rozdziałach II i III podane są zasady wykorzystania energii wiatru i wyniki doświadczeń, przeprowadzonych z typowymi wiatrakami przez różnych badaczy. W rozdziale IV i V znajdują się opisy wiatraków od najprymitywniejszych do t. zw. turbin powietrznych nowszego typu. W rozdziale VI omówione są zastosowania silników wietrznych w różnych dziedzinach. Rozdział VII, o projektowaniu silników wietrznych, zawiera podstawowe wytyczne, dotyczące doboru wiatraka do danych warunków pracy oraz orientacyjną (na podstawie cenników firm niemieckich z r. 1928) kalkulację kosztów instalacji. Na zakończenie autor omawia możliwości wykorzystania energii wiatru w poszczególnych dzielnicach Polski.

W ocenie książki podkreślić należy dążenie autora do przystosowania jej treści do warunków lokalnych, dzięki czemu będzie ona mieć w ręku czytelnika polskiego specjalną wartość. Co do opracowania materiału, zawartego w książce, należałoby jednak poczynić pewne zastrzeżenia. Przedewszystkiem należy zwrócić uwagę na rozdziały II i III. Na blisko 40 stronach omawia autor zagadnienie podstawowe zmiany energii wiatru na mechaniczną oraz doświadczenia z modelami wiatraków, nie dając czytelnikowi możności wnikięcia w istotę rzeczy i wyciągnięcia z podanych rozważań konkretnych wniosków. W tej części książki napotkać można na nieścisłości, wprowadzające czytelnika w błąd. Tak np. wykresy na str. 30 i 31 wyrażają, sądząc z wartości liczbowych, zależność współczynnika siły nośnej dla podanych przekrojów od współczynnika oporu profilowego (C_x), nie zaś od współczynnika całkowitego oporu czołowego C_x . Podany na str. 23 i 28 rozkład sił, działających na skrzydło wiatraka, jest wadliwy. Brak jest ponadto jasnego wyłożenia niektórych szczegółów, mających w budowie wiatraków znaczenie zasadnicze (np. kwestja szybkobieżności wiatraka). W omówieniu doświadczeń, przeprowadzonych nad wiatrakami, brak jest nowszych materiałów o istotnym znaczeniu (wystarczy wymienić III tom Sprawozdań Lab. w Getyndze). Zbędnym natomiast wydaje się podawanie wyników prób, do których sam autor odnosi się krytycznie (patrz str. 41). Co się tyczy całości książki, należałoby jeszcze zwrócić uwagę na niejednolite potraktowanie szczegółów konstrukcji, zarówno jeżeli chodzi o poszczególne części urządzenia wiatrakowego, jak i o wiatraki różnego typu. Szczególniej pobieżnie potraktowane są najnowsze silniki wietrzne. Rozdziały, omawiające zastosowanie silników wietrznych, oraz ich właściwy dobór są najlepiej opracowaną częścią książki. Na specjalną uwagę zasługują tam tablice liczbowe, umożliwiające czytelnikowi rozwiązanie zagadnień praktycznych.

Pomimo wykazanych drobnych usterek, które w nowym wydaniu mogą być z łatwością usunięte, „Silniki wietrzne” należy uznać za książkę pożyteczną i można ją polecić każdemu, kto interesuje się sprawą wykorzystania energii wiatru, a w szczególności zamierzającym budowę instalacji wiatrakowych o określonym przeznaczeniu.

Inż. Bukowski.

Replika. Zagadnienia zmiany energii wiatru na mechaniczną oraz doświadczenia z wiatrakami omówiłem nieco obszerniej w tym celu, ażeby przyjść do sposobów chociażby przybliżonego obliczenia elementów wiatraków, które to obliczenia zostały podane w rozdz. VII.

Wykresy na str. 30 i 31 wyrażają rzeczywiście zależność współczynnika siły nośnej od współczynnika oporu profilowego C_x ; dalej idzie mowa o oporze już całego skrzydła

*) Akademia ta, jak wiadomo, odbyła się w Auli Politechniki Warszawskiej d. 11.XII. 31. Prasa codzienna podała o niej szczegółowe sprawozdania.

C_p , przyczem wzór 30 należałoby tylko napisać tak: $C_p = C_x + C_{xi}$ (zamiast $C_x = C_{xp} + C_{xi}$).

Dokładny rozkład sił został podany na str. 34, na str. zaś 23 i 28 chodziło tylko o to, żeby pokazać schematycznie działanie wiatru na skrzydło, postawione w kierunku wiatru pod kątem.

Wyniki doświadczeń La Cour'a, zamieszczone na str. 41, uważałem za potrzebne podać z tego względu, że La Cour był jednym z wybitniejszych badaczy wiatraków i wyniki jego doświadczeń są pod każdym względem ciekawe.

W konstrukcję współczesnych silników wietrznych nie zagłębiałem się umyślnie wobec tego, że omówienie tych bardzo rozmaitych i niekiedy dość zawiłych konstrukcyj, podawanych zresztą w każdym prawie katalogu silników wietrznych, wymagałoby dużo miejsca, czytelnikom zaś dałoby, mojem zdaniem, mało.

Wobec szczupłych środków na wydanie książki chciałem zastanowić się więcej nad wyjaśnieniem warunków polskich co do możliwości zastosowania silników wietrznych.

Inż. I. Szowheniw.

PRZEMYSŁ I HANDEL.

Statystyka przedsiębiorstw handlowych w Polsce.

Jako oddzielny zeszyt, wydany przez Główny Urząd Statystyczny, ukazała się „Statystyka Przedsiębiorstw Handlowych w Polsce” za rok 1932. Dane tej publikacji obejmują świadectwa przemysłowe dla przedsiębiorstw handlowych i zajęć przemysłowych, wykupione na rok 1932.

Jak wiadomo, cena świadectwa przemysłowego zależy od klasy miejscowości, do której ta ostatnia jest zaliczona oraz od kategorii świadectwa przemysłowego, których dla handlu jest 5, dla przedsiębiorstw przemysłowych 8, dla zajęć przemysłowych 4. Dla orientacji w cyfrach, podanych w „Statystyce Przeds. Handl.”, należy zaznaczyć, że kategoria I obejmuje handel hurtowy, II — handel detaliczny, III i IV — drobną sprzedaż towarów, V — handel domokrajny (rozwojny i obwojny).

Podział przedsiębiorstw handlowych na branże następczał duże trudności, gdyż dotąd poszczególne Izby Przem.-Handlowe klasyfikowały w swoich sprawozdaniach przedsiębiorstwa handlowe według własnych systemów zależnie od potrzeb i struktury gospodarczej terenu swej działalności. Podział na branże, zastosowany w niniejszej „Statystyce”, ma na celu kodyfikację tej sprawozdawczości, wprowadzając podział przedsiębiorstw handlowych na 38 branż na podstawie klasyfikacji Ministerstwa Skarbu z zastosowaniem pewnych modyfikacji, rozszerzając jedne, komasując zaś inne pozycje. W ten sposób z grup, interesujących nas bezpośrednio, skreślono wobec względnie nikłych liczb branżę: „lampy, abażury, żarówki, żyrandole, przybory oświetleniowe”, włączając około 100 przedsiębiorstw tego rodzaju do branży, nazywającej się obecnie: „aparaty, wyroby elektrotechniczne, radjotechniczne oraz wszelkie przybory oświetleniowe”.

Tak więc statystyka powyższa jest próbą ujęcia cyfrowego całości przedsiębiorstw handlowych w Polsce. Pewna dowolność w określaniu przedmiotów handlu przez płatników, wypełniających karty statystyczne, wyrażenia regionalne, utrudniające identyfikowanie tych samych pojęć, różnorodność artykułów, sprzedawanych przez przedsiębiorstwa i inne przyczyny sprawiły, że tablice statystyczne nie są idealnie ściśle i pozwalają conajwyżej orientować się w ogólnych zarysach ustrojowych handlu polskiego. Mimo to są one zaczątkiem statycznego ujęcia życia handlowego we wszystkich dzielnicach Państwa i niewątpliwie z czasem zyskają na dokładności.

Z ogólnej sumy 344.905 świadectw przemysłowych, wykupionych od 1.III. 1932 r., przypada na przedsiębiorstwa handlowe elektrotechniczne 840, t. j. 0,245%, z tego I kateg. — 12, II — 329, III — 456, IV — 42, Va — 0, Vb — 1. Pomiędzy główne prowincje kraju handel elektro-

techniczny podzielił się, jak następuje: województwa centralne wykupiły 429 świadectw, wschodnie — 58, zachodnie 206 i południowe — 147.

Produkcja niektórych produktów elektrotechnicznych w listopadzie 1932 r.

Zgodnie ze swą zapowiedzią Główny Urząd Stat. podał do wiadomości produkcję elektrotechniczną za 11 miesięcy roku ubiegłego, zgrupowaną w 20 ważniejszych pozycjach z dziedziny ogólnej elektrotechniki i w 4 grupach radjotechnicznych. Bardzo celowy i przejrzysty układ tej statystyki pozwala na zorientowanie się nie tylko w wytwórczości naszej branży, lecz i w dokonywanych sprzedażach, a więc ujawnia zmiany stanu zapasów artykułów gotowych, pozostających na składzie.

Tak więc produkcja w 1000 złotych w listopadzie 1932 r. wykazuje cyfry niższe od przeciętnej produkcji miesięcznej roku 1931 w następujących pozycjach: maszyny elektryczne (— 54%), transformatory (— 20%), ogniwa i ich części (— 37,5%), urządzenia rozdzielcze (— 50%), skrzynki przyłączowe (— 12%), aparaty telefoniczne i centralki (— 6,7%), sprzęt pomocniczy i części zapasowe (— 90%), przewodniki gołe (— 50%), przewodniki izolowane nieobowiązane (— 8,6%), przewodniki obowiązane (— 80%), aparaty detektorowe (— 99%). Pozostały mniej więcej na tym samym poziomie: bezpieczniki i drobna armatura, rury izolacyjne, radjoe aparaty lampowe, kondensatory radjowe. Zwykłą produkcję ponad normę przeciętną roku 1931 wykazały: akumulatory i ich części (+ 13%), wyłączniki olejowe (+ 22%), świeczniki i żyrandole (+ 210%), przyrządy elektryczne domowego użytku (+ 30%), przyrządy elektromedyczne (+ 67%), żarówki (+ 13,6%), transformatory radjowe (+ 70%). Ogólna zniżka produkcji za listopad 1932 roku w porównaniu z przeciętną miesięczną za rok 1931 jest niższa o 31%, absolutna zaś wartość wytwórcza 20 najważniejszych kategorii artykułów elektrotechnicznych i 4 radjowych wynosi w listopadzie 4207 tys. złotych i spada w porównaniu z październikiem tegoż roku o 25%.

Sprzedaż, poza znacznymi wahaniami w poszczególnych pozycjach, w porównaniu do wartości wytwórczych artykułów naogół nie o wiele przewyższa wytwórczość. Sprzedano tylko o 106 tys. zł. więcej, niż wytworzono, czyli że składy zmniejszyły swoje zapasy o 2,5%.

Uderza fakt zupełnego zaniku lub też przerwy w wytwórczości w październiku i listopadzie ubiegłego roku detektorowych aparatów radjowych. których przeciętnie w roku 1931 wytwarzano za 132 tys. zł. miesięcznie, w roku 1932 już tylko za 18,5 tys. zł. miesięcznie, specjalnie zaś w październiku i listopadzie 1932 r. — za 1000 zł. miesięcznie.