

OGÓLNA TEORIA TRANSFIGURACJI OBWODÓW ELEKTRYCZNYCH.

Prof. Dr. inż. Stanisław Fryze.

(ciąg dalszy).

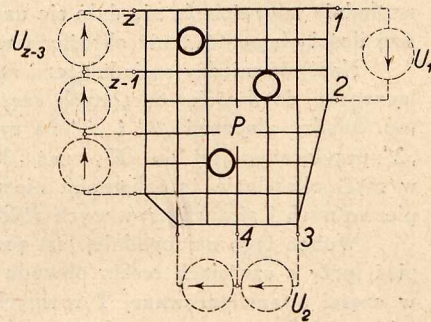
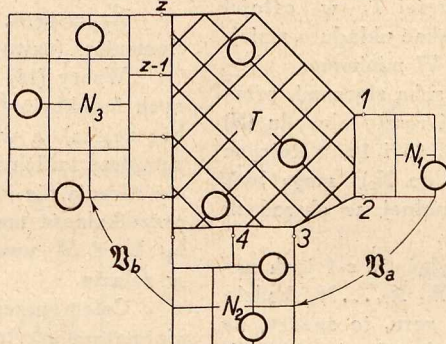
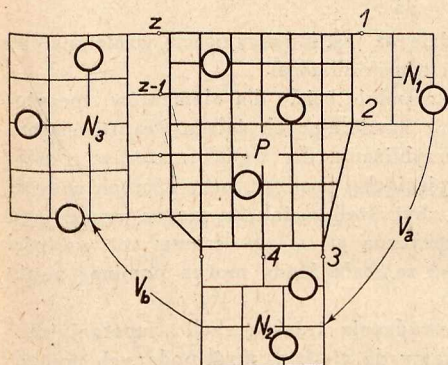
537.3:621.3.01

V. Transfiguracja niezupełna.

O ile reszta obwodu N rozpada się na kilka części N_1, N_2, \dots, N_s (na rys. 15 — 3 części), połączonych ze sobą jedynie za pośrednictwem części pierwotnej P , wówczas można stosować do P t. zw. *transfigurację niezupełną*. Umożliwia ona znacznie większe uproszczenie danej części obwo-

$N_2 \dots N_s$ jest s , wówczas ilość SEM-cznych zastępczych $\hat{U}_1, \hat{U}_2, \dots$ wynosi $z-s$.

Po przeprowadzeniu tego wyodrębnienia dalsze wywoły, a więc też i wynikające z nich wnioski i twierdzenia są zupełnie te same, co podane poprzednio przy transfiguracji zupełnej.



Rys. 15. Obwód pierwotny, którego nietransfigurowana reszta składa się z 3 części.

Rys. 16. Obwód, przedstawiający niezupełną transfigurację obwodu na rys. 15.

Rys. 17. Część pierwotna P , wyodrębniona do niezupełnej transfiguracji.

du P , aniżeli transfiguracja przeprowadzona w myśl podanych poprzednio zasad, którą dla odróżnienia będziemy dalej nazywać *zupełną*.

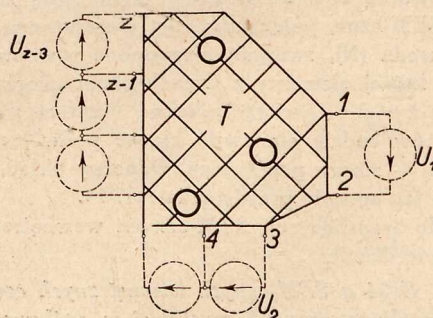
Transfiguracja niezupełna opiera się na postulatcie, aby we wszystkich częściach, nieobjętych transfiguracją N_1, N_2, \dots, N_s , rozływ prądu i rozkład napięć był ten sam przy przyłączeniu ich do części pierwotnej P lub *niezupełnie transfigurowanej* T .

Co do napięć między poszczególnymi częściami N_1, N_2, \dots, N_s , zakładamy, że mogą one być w obwodzie pierwotnym (rys. 15) i niezupełnie stransfigurowanym (rys. 16) różne. Tak np. przy transfiguracji niezupełnej napięcia \hat{V}_a i \hat{V}_b w obwodzie pierwotnym (rys. 15) mogą być różne od napięć \hat{V}_a, \hat{V}_b w obwodzie stransfigurowanym (rys. 16).

Odpowiadające temu postulatowi części P i T nazywamy elektrycznie niezupełnie równoważnymi.

Stosując do poszczególnych części N_1, N_2, \dots, N_s zasadę wyodrębnienia¹¹⁾, zastępujemy je szeregiem SEM-cznych zastępczych $\hat{U}_1, \hat{U}_2, \dots$ (rys. 17 i 18), transfigurując następnie część pierwotną P na część stransfigurowaną T . Jeżeli między P względnie T a resztą obwodu N_1, N_2, \dots, N_n jest z -złączów, a ilość niezależnych części reszty obwodu $N_1,$

Dla transfiguracji niezupełnej obowiązują zatem bez żadnych zastrzeżeń twierdzenie II, czyli wartości impedancji $\hat{Z}_1, \hat{Z}_2, \dots, \hat{Z}_n$ niezupełnie stransfigurowanej części obwodu T są też niezależne od wartości i rozmieszczenia SEM-cznych wewnętrznych w części pierwotnej P lub czę-



Rys. 18. Część niezupełnie stransfigurowana T (wyodrębniona).

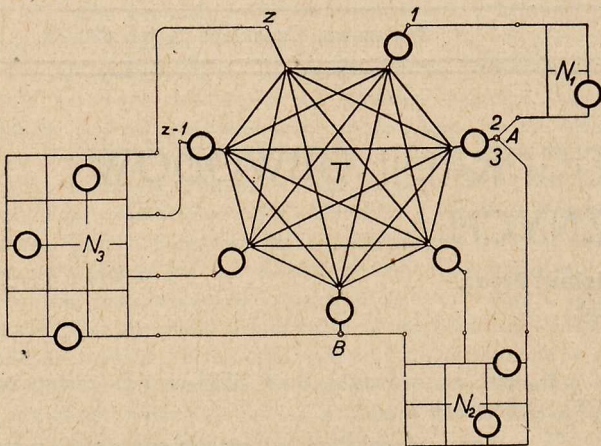
ści T , a zależą tylko od wartości i układu impedancji w P , oraz układu połączeń impedancji w T .

Pozatem stwierdzamy:

VI. Ilość elementów z impedancjami (\hat{Z}) części niezupełnie stransfigurowanej T musi być w ogólnym wypadku,

¹¹⁾ Patrz odnośnik 1).

przy z —złączach między częścią pierwotną P względnie częścią T a resztą obwodu, oraz przy s niezależnych częściach N_1, N_2, \dots, N_s tej reszty obwodu conajmniej równa $u = \frac{(z-s+1)(z-s)}{2}$, przyczem odnośnie do układu połączeń tych elementów obowiązują zastrzeżenia analogiczne do IIIa:



Rys. 19. Obwód stransfigurowany, niezupełnie, tak, że występują w nim podwójne złącze.

Układ połączeń impedancji musi być więc taki, aby przez żadne dalsze transfiguracje części T , w całości względnie w częściach, nie dało się uzyskać układu o mniejszej ilości elementów, niż określone w VI minimum.

Napięcia między sąsiadującymi ze sobą złączami, przyłączonymi do dwóch odrębnych części reszty obwodu (N) (np. między złączami „2” i „3” na rys. 15 i 16, z których „2” przyłączone jest do N_1 , zaś „3” do N_2) mogą być, w myśl określenia transfiguracji niezupełnej, w obwodach pierwotnych i stransfigurowanych różne.

Wobec tego najdogodniej jest przyjąć, że $s-1$ tych napięć (przy s częściach reszty obwodu N_1, N_2, \dots, N_s będzie w części stransfigurowanej T równych zeru, to znaczy, że takie sąsiednie złącze, przyłączone do dwóch niezależnych części obwodu, będą w T połączone bezoporowymi przewodami.

W ten sposób otrzymujemy w obwodach stransfigurowanych niezupełnie t. zw. **podwójne złącze** (np. A , czyli 2—3 oraz B na rys. 19), czyli punkty, przyłączone dwoma przewodami do dwóch oddzielnych części (np. N_1 i N_2) reszty obwodu.

W myśl twierdzenia VI można więc każdą dowolną część pierwotną P o z —złączach, zawierającą stałe impedancje i SEM-czne, połączoną z (s) niezależnymi częściami reszty obwodu (N), zastąpić niezupełnie równoważną częścią T , w której elementy z impedancjami tworzą **wielokąt zupełny** o $z-s+1$ wierzchołkach. Przytem $s-1$ z tych wierzchołków będzie stanowiło złącze podwójne, a reszta $z-2s+2$ — złącze pojedyncze. Odnośny układ, stransfigurowany w ten sposób, przedstawia rys. 19.

Co do transfiguracji SEM-cznych wewnętrznych obwiązuje twierdzenie:

VII. Ilość q SEM-cznych wewnętrznych części niezupełnie stransfigurowanej T musi być w ogólnym wypadku, przy z —złączach, oraz s niezależnych częściach reszty obwodu, przynajmniej równa $v=z-s$, przyczem odnośnie do ich rozmieszczenia obowiązują warunki analogiczne do Va i Vc.

SEM-czne te muszą zatem być tak rozmieszczone, aby przez żadną dalszą transfigurację układu T nie dało się uzyskać zmniejszenia ich ilości poniżej minimum, określone

twierdzeniem VII, a pozatem musi rozkład ich być taki, aby nie powodował zmiany ustalonego układu impedancji.

Transfiguracja niezupełna, jak widać z powyższych wywodów, w porównaniu ze zupełną daje większe uproszczenie obwodów, gdyż dla z —złączów, oraz s niezależnych części reszty obwodu (N) można stosować takie układy, jak przy transfiguracji zupełnej przy $z-s+1$ złączach. (Patrz dalej przykłady).

VI. Transfiguracja zupełna obwodów indukcyjnie sprzężonych.

Ogólne związki między napięciami U_I i U_{II} oraz prądami J_I i J_{II} dwu indukcyjnie sprzężonych elementów (transformatora) (rys. 20) określają dla sinusoidalnych przebiegów wzory:

$$\left. \begin{aligned} \hat{U}_I &= \hat{J}_I \hat{Z}_I - \hat{J}_{II} \hat{X}_M \\ \hat{U}_{II} &= \hat{J}_I \hat{X}_M - \hat{J}_{II} \hat{Z}_{II} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (18)$$

Przyczem oznaczają:

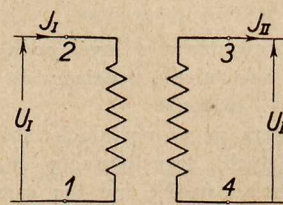
$\hat{Z}_I = R_I + j\omega L_I$, gdzie R_I jest oporem elementu 1—2 (uzwojenia pierwotnego), L_I całkowitą samoindukcyjnością tego elementu, a ω pulsacją prądu ($\omega = 2\pi f$, f — frekwencja prądu).

$\hat{Z}_{II} = R_{II} + j\omega L_{II}$, gdzie R_{II} jest oporem elementu 3—4 (uzwojenia wtórnego), a L_{II} całkowitą samoindukcyjnością tego elementu.

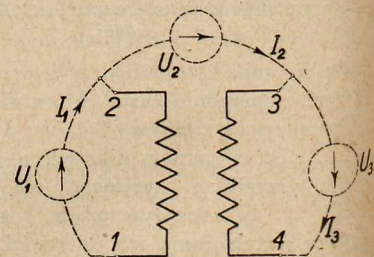
$\hat{X}_M = j\omega M$, gdzie M jest indukcyjnością wzajemną obu elementów (uzwojeń transformatora).

Wzory (18) są zupełnie ścisłe dla elementów, sprzężonych indukcyjnie, nie zawierających żelaza (transformatory bez żelaza), a w przybliżeniu dla transformatorów z żelazem przy takich napięciach i prądach, przy których nasycenie rdzenia nie jest zbyt wielkie, tak, że można jeszcze jego przenikalność magnetyczną μ , a tem samem też wartości L_I, L_{II} i M uważać za stałe i gdy można pominąć straty w żelazie.

Celem przeprowadzenia transfiguracji zupełnej transformatora przyłączamy do niego w myśl podanych poprzednio zasad trzy SEM-czne zastępcze, przyczem otrzymamy obwód, przedstawiony na rys. 21.



Rys. 20.



Rys. 21.

W myśl wzorów (5) i przy uwzględnieniu relacji (18), otrzymamy tu dla układu na rys. 21:

$$\begin{aligned} \hat{a}_{11} &= \frac{\hat{I}_1 (\hat{U}_1 = \hat{U}, \hat{U}_2 = \hat{U}_3 = 0)}{\hat{U}} = \frac{\hat{J}_I (\hat{U}_I = \hat{U}, \hat{U}_{II} = 0)}{\hat{U}} = \frac{\hat{Z}_{II}}{\hat{Z}_I \hat{Z}_{II} - \hat{X}_M^2} \\ \hat{a}_{22} &= \frac{\hat{I}_2 (\hat{U}_2 = \hat{U}, \hat{U}_1 = \hat{U}_3 = 0)}{\hat{U}} = 0 \\ \hat{a}_{33} &= \frac{\hat{I}_3 (\hat{U}_3 = \hat{U}, \hat{U}_1 = \hat{U}_2 = 0)}{\hat{U}} = \frac{\hat{J}_{II} (\hat{U}_I = 0, \hat{U}_{II} = \hat{U})}{\hat{U}} = \frac{\hat{Z}_I}{\hat{Z}_I \hat{Z}_{II} - \hat{X}_M^2} \\ \hat{a}_{12} &= \frac{\hat{I}_2 (\hat{U}_1 = \hat{U}, \hat{U}_2 = \hat{U}_3 = 0)}{\hat{U}} = 0, \quad \hat{a}_{23} = \frac{\hat{I}_3 (\hat{U}_2 = \hat{U}, \hat{U}_1 = \hat{U}_3 = 0)}{\hat{U}} = 0 \end{aligned}$$

$$\hat{a}_{13} = \frac{I_3(\hat{U}_1 = \hat{U}, \hat{U}_2 = \hat{U}_3 = 0)}{\hat{U}} = \frac{\hat{J}_{II}(\hat{U}_I = \hat{U}, \hat{U}_{II} = 0)}{\hat{U}} = \frac{\hat{X}_M}{\hat{Z}_I \hat{Z}_{II} - \hat{X}_M^2}$$

W myśl równań (3) jest przytem:

$$\hat{A}_1 = \hat{I}_1(\hat{U}_1 = \hat{U}_2 = \hat{U}_3 = 0) = 0, \quad \hat{A}_2 = \hat{I}_2(\hat{U}_1 = \hat{U}_2 = \hat{U}_3 = 0) = 0, \\ \hat{A}_3 = \hat{I}_3(\hat{U}_1 = \hat{U}_2 = \hat{U}_3 = 0) = 0$$

Stwierdzamy więc |uwzględniając zależności (9) i (16)|:

VIII. Transformator o dowolnej przekładni Φ da się zastąpić równoważnym elektrycznie układem, składającym się jedynie z elementów z impedancjami.

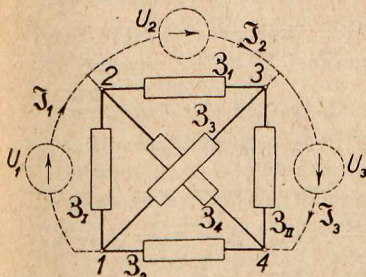
Transformator (rys. 20) posiada 4 złącze. W myśl twierdzenia IV najprostszym układem, zupełnie równoważnym transformatorowi, będzie więc czworokąt zupełny (o 6 impedancjach). Przyjmując taki układ zastępczy dla transformatora (rys. 22), mamy według (6):

$$\hat{a}_{11} = \frac{\hat{I}_1(\hat{U}_1 = \hat{U}, \hat{U}_2 = \hat{U}_3 = 0)}{\hat{U}} = \frac{1}{\hat{Z}_1} + \frac{1}{\hat{Z}_2} + \frac{1}{\hat{Z}_3} \\ \hat{a}_{22} = \frac{\hat{I}_2(\hat{U}_2 = \hat{U}, \hat{U}_1 = \hat{U}_3 = 0)}{\hat{U}} = \frac{1}{\hat{Z}_1} + \frac{1}{\hat{Z}_2} + \frac{1}{\hat{Z}_3} + \frac{1}{\hat{Z}_4} \\ \hat{a}_{33} = \frac{\hat{I}_3(\hat{U}_3 = \hat{U}, \hat{U}_1 = \hat{U}_2 = 0)}{\hat{U}} = \frac{1}{\hat{Z}_{II}} + \frac{1}{\hat{Z}_2} + \frac{1}{\hat{Z}_4} \\ \hat{a}_{12} = \frac{\hat{I}_3(\hat{U}_1 = \hat{U}, \hat{U}_2 = \hat{U}_3 = 0)}{\hat{U}} = \frac{1}{\hat{Z}_2} + \frac{1}{\hat{Z}_3} \\ \hat{a}_{13} = \frac{\hat{I}_3(\hat{U}_1 = \hat{U}, \hat{U}_2 = \hat{U}_3 = 0)}{\hat{U}} = \frac{1}{\hat{Z}_2} \\ \hat{a}_{23} = \frac{\hat{I}_3(\hat{U}_2 = \hat{U}, \hat{U}_1 = \hat{U}_3 = 0)}{\hat{U}} = \frac{1}{\hat{Z}_2} + \frac{1}{\hat{Z}_4}$$

Uwzględniając następnie zależności (10), otrzymamy po rozwiązaniu odnośnych równań:

$$\left. \begin{aligned} \hat{Z}_1 &= \hat{Z}_I - \frac{\hat{X}_M^2}{\hat{Z}_{II}} & \hat{Z}_{II} &= \hat{Z}_{II} - \frac{\hat{X}_M^2}{\hat{Z}_I} \\ \hat{Z}_2 &= \hat{Z}_2 = \frac{\hat{Z}_I \hat{Z}_{II}}{\hat{X}_M} - \hat{X}_M & \hat{Z}_3 &= \hat{Z}_4 = \hat{X}_M - \frac{\hat{Z}_I \hat{Z}_{II}}{\hat{X}_M} \end{aligned} \right\} \quad (19)$$

Układ impedancji według rys. 22 o wartościach, odpowiadających powyższemu wzorom, jest zupełnie równoważny przedstawionemu na rys. 20 układowi transformatora. Układ taki stanowi więc najogólniejszy układ zastępczy transformatora w wypadku, gdy obwody strony pierwotnej i wtórnej są ze sobą poza transformatorem w inny sposób elektrycznie złączone¹²⁾.



Rys. 22.

Układ ten podany został w pracy J. Wallota: Beweis der Determinantenbeziehung der Vierpoltheorie mit Hilfe von Umwaldungssätzen. Wissenschaftliche Veröff. a. d. Siemens-Konz. Tom V. str. 121. 1927.

Wobec tego, że indukcyjnie sprzężone elementy w obwodach elektrycznych można zastąpić w myśl poprzedniego zupełnie równoważnym układem, zawierającym same impedancje, stwierdzamy:

¹²⁾ Układ ten podany został w pracy J. Wallota: Beweis der Determinantenbeziehung der Vierpoltheorie mit Hilfe von Umwaldungssätzen. Wissenschaftliche Veröff. a. d. Siemens-Konz. Tom V. str. 121. 1927.

IX. Wszelkie twierdzenia, obowiązujące dla transfiguracji części obwodu P, zawierających stałe impedancje i stałe SEM-czne, odnoszą się także do takich części obwodu P, które zawierają oprócz tego jeszcze elementy ze stałymi indukcjami wzajemnymi.

VII. Transfiguracja niezupełna obwodów indukcyjnie sprzężonych.

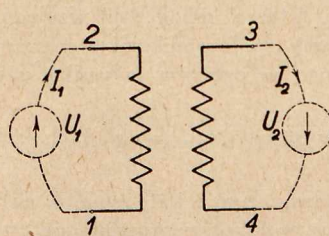
Technicznie bardzo ważnym zagadnieniem, do którego prowadzi bardzo często teoria transformatorów lub maszyn prądu zmiennego, jest niezupełna transfiguracja transformatora, względnie ogólnie, obwodów sprzężonych indukcyjnie.

Transformator przyłączony, jak to się z reguły dzieje, pierwotną i wtórą stroną do dwóch, zresztą niesprzężonych ze sobą układów, możemy wyodrębnić dla transfiguracji niezupełnej przez przyłączenie 2 SEM-cznych zastępczych w sposób, podany na rys. 23.

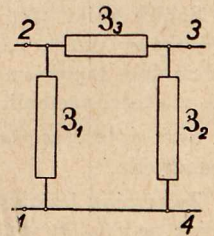
W myśl równań (5) i (18) otrzymujemy dla tego układu

$$\hat{a}_{11} = \frac{\hat{Z}_{II}}{\hat{Z}_I \hat{Z}_{II} - \hat{X}_M^2}, \quad \hat{a}_{22} = \frac{\hat{Z}_I}{\hat{Z}_I \hat{Z}_{II} - \hat{X}_M^2} \\ \hat{a}_{12} = \frac{\hat{X}_M}{\hat{Z}_I \hat{Z}_{II} - \hat{X}_M^2}$$

W myśl twierdzenia VI można w danym wypadku transformator zastąpić układem o trzech elementach, przyczem



Rys. 23.

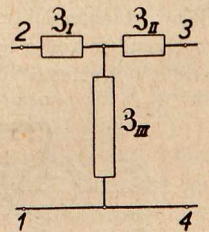


Rys. 24.

można przyjąć albo układ, przedstawiony na rys. 24 (trójkąt¹³⁾), albo też przedstawiony na rys. 25 (gwiazda).

Dla układu rys. 24 jest:

$$\hat{a}_{11} = \frac{1}{\hat{Z}_1} + \frac{1}{\hat{Z}_3}, \quad \hat{a}_{22} = \frac{1}{\hat{Z}_2} + \frac{1}{\hat{Z}_3} \\ \hat{a}_{12} = \frac{1}{\hat{Z}_3}$$



Rys. 25.

a zatem uwzględniając równanie (10) (twierdzenie Ib) i po rozwiązaniu jest:

$$\left. \begin{aligned} \hat{Z}_1 &= \frac{\hat{Z}_I \hat{Z}_{II} - \hat{X}_M^2}{\hat{Z}_{II} - \hat{X}_M}, & \hat{Z}_2 &= \frac{\hat{Z}_I \hat{Z}_{II} - \hat{X}_M^2}{\hat{Z}_I - \hat{X}_M} \\ \hat{Z}_3 &= \frac{\hat{Z}_I \hat{Z}_{II}}{\hat{X}_M} - \hat{X}_M \end{aligned} \right\} \quad (20)$$

Przyjmując zaś układ, podany na rys. 25, mamy:

$$\hat{a}_{11} = \frac{\hat{Z}_{II} + \hat{Z}_{III}}{\hat{Z}_I \hat{Z}_{II} + \hat{Z}_I \hat{Z}_{III} + \hat{Z}_{II} \hat{Z}_{III}}, \quad \hat{a}_{22} = \frac{\hat{Z}_I + \hat{Z}_{III}}{\hat{Z}_I \hat{Z}_{II} + \hat{Z}_I \hat{Z}_{III} + \hat{Z}_{II} \hat{Z}_{III}} \\ \hat{a}_{12} = \frac{\hat{Z}_{III}}{\hat{Z}_I \hat{Z}_{II} + \hat{Z}_I \hat{Z}_{III} + \hat{Z}_{II} \hat{Z}_{III}}$$

¹³⁾ Układ ten podany jest w cytowanej poprzednio pracy K. Kupfmüllera. (Połączenie 1 — 4 jest bezimpedancyjne, czyli złącze 1 i 4 mogą padać na siebie).

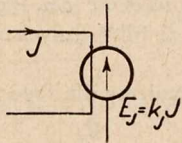
a więc po rozwiązaniu (przy uwzględnieniu równań (10)) jest:

$$\hat{Z}_I = \hat{Z}_I - \hat{X}_M, \quad \hat{Z}_{II} = \hat{Z}_{II} - \hat{X}_M, \quad \hat{Z}_{III} = \hat{X}_M \quad (21)$$

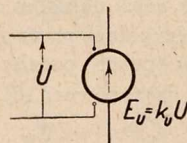
Dla transformatora o przekładni $\Phi = 1$ układ, przedstawiony na rys. 25 i określony wzorami (21) jest zupełnie identyczny ze stosowanym powszechnie układem zastępczym transformatora.

VIII. Transfiguracja obwodów z SEM-cznymi sterowanymi.

SEM-czną sterowaną nazywamy element (rys. 26 i 27), w którym występuje SEM-czna o wartości, proporcjonalnej do natężenia prądu (SEM-czne sterowane prądem) lub do napięcia (SEM-czne sterowane napięciem) w jakims innym elemencie.



Rys. 26.



Rys. 27.

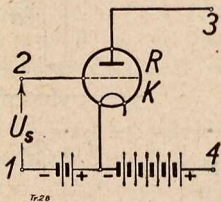
Odnośnie do rysunku 26 i 27 zachodzą dla takich SEM-cznych związk:

$$\hat{E}_J = \hat{k}_J \hat{J} \quad \text{względnie} \quad \hat{E}_U = \hat{k}_U \hat{U} \quad (22)$$

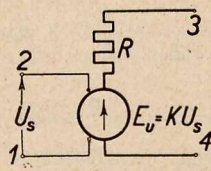
Spółczynniki \hat{k}_J (o charakterze impedancji) względnie \hat{k}_U (liczbowy), które nazywamy współczynnikami sterowania (prądem lub napięciem), mogą w ogólnym wypadku mieć także wartości symboliczne.

SEM-czne sterowane występują np. w układach lamp katodowych.

Zwyczajna trójelektrodowa lampa katodowa w układzie jak na rys. 28, pracująca w zakresie prostoliniowej części swej charakterystyki i z ujemnym potencjałem początkowym siatki (np. jako wzmacniacz) o opozie wewnętrznym R oraz współczynniku amplifikacji K , przedstawia np., pomijając pojemności elektrod i t. p. uboczne własności, połączoną w szereg z oporem R SEM-czną, sterowaną napięciem siatki o wartości $\hat{E}_U = K \cdot \hat{U}_S$ (rys. 29).



Rys. 28.



Rys. 29.

Tak swany magnetron Hulla¹⁴⁾ (rys. 30), czyli lampa katodowa, sterowana nie siatką, ale magnetycznie prądem, płynącym przez otaczający ją selenoid, przedstawia znów (o ile pracuje w zakresie prostoliniowej części charakterystyki) połączoną w szereg z oporem wewnętrznym R SEM-czną sterowaną prądem $E_J = k_J J_s$ (rys. 31).

W dalszym ciągu określimy ogólne prawa transfiguracji obwodu, zawierającego oprócz impedancji, indukcyjności wzajemnych i SEM-cznych stałych, także opisane powyżej SEM-czne sterowane.

Wyodrębniając część pierwotną P obwodu, zawierającego SEM-czne sterowane, SEM-cznymi zastępczymi $\hat{U}_1, \hat{U}_2, \dots$, otrzymujemy, jak łatwo można wykazać, dla zależności między prądami, płynącymi przez te SEM-czne —, a temi SEM-cznymi równania linjowe, o postaci zupełnie analogicznej do równań (1), przyczem współczynniki tych równań są również określone wzorami (3) i (5), z tą jednak różnicą, że dla takiego układu nie obowiązuje zasada wzajemności, czyli nie obowiązuja równania (7).

Dla części stransfigurowanej T , równoważnej elektrycznie danej części pierwotnej P , zawierającej SEM-czne sterowane, będą znów zachodzić równania analogiczne do (2), a warunkami równoważności części P i T będą równości:

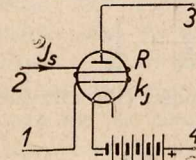
$$\left. \begin{aligned} \hat{a}_{11} &= \hat{a}_{11}, & \hat{a}_{12} &= \hat{a}_{12}, & \hat{a}_{13} &= \hat{a}_{13}, \dots \\ \hat{a}_{21} &= \hat{a}_{21}, & \hat{a}_{22} &= \hat{a}_{22}, & \hat{a}_{23} &= \hat{a}_{23}, \dots \\ \hat{a}_{31} &= \hat{a}_{31}, & \hat{a}_{32} &= \hat{a}_{32}, & \hat{a}_{33} &= \hat{a}_{33}, \dots \\ & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \end{aligned} \right\} \quad (23)$$

oraz:

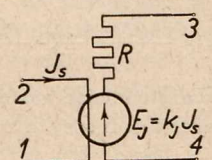
$$\hat{A}_1 = \hat{A}_1, \quad \hat{A}_2 = \hat{A}_2, \quad \hat{A}_3 = \hat{A}_3, \dots \quad (24)$$

Ilość równań typu (23) będzie przy z złączach i przy transfiguracji zupełnej równa $(z-1)^2$, a przy niezupełnej (przy s niezależnych częściach reszty obwodu N) równa $(z-s)^2$, a ilość równań (24) jest przy transfiguracji zupełnej równa $z-1$, a przy niezupełnej $z-s$.

Wobec tego, że każdy układ stransfigurowany T , złożony tylko z impedancji i ze SEM-cznych stałych, spełnia zależności (8) (zasada wzajemności), niemożliwe jest dobra-



Rys. 30.



Rys. 31.

nie go tak, aby spełnił on również wszystkie zależności (23) dla układu pierwotnego P , zawierającego SEM-czne sterowane.

Stwierdzamy więc:

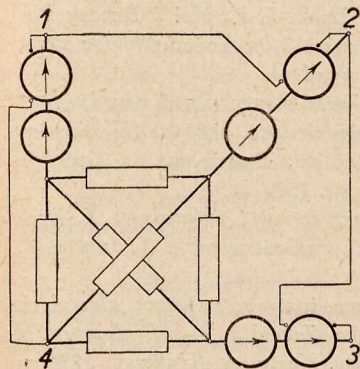
X. Dla części pierwotnej P obwodu, zawierającej SEM-czne sterowane, nie da się znaleźć układ elektrycznie równoważny, zawierający tylko impedancje i SEM-czne stałe.

Przez odpowiedni dobór impedancji i SEM-cznych stałych w części stransfigurowanej T można uzyskać spełnienie wszystkich równań (24) oraz ilości $u = \frac{z(z-1)}{2}$ względnie $u = \frac{(z-s+1)(z-s)}{2}$ równań (23). Spełnienie pozostałej ilości równań (23), która wynosi $w = (z-1)^2 - \frac{z(z-1)}{2} = \frac{(z-1)(z-2)}{2}$, względnie $w = (z-s)^2 - \frac{(z-s+1)(z-s)}{2} = \frac{(z-s)(z-s-1)}{2}$ jest możliwe tylko przez przyjęcie w części stransfigurowanej T odpowiedniej ilości SEM-cznych sterowanych, zatem:

XI. Stransfigurowana część obwodu T , elektrycznie równoważna części pierwotnej P , zawierającej w ogólnym wypadku impedancje, indukcyjności wzajemne, SEM-czne stałe i SEM-czne sterowane, musi zawierać impedancje i SEM-czne stałe o ilości i układzie określonym poprzednio podanymi twierdzeniami (III, IIIa, V, Va, Vc, VI, VII) oraz SEM-czne sterowane o ilości r przynajmniej równej przy transfiguracji zupełnej $w = \frac{(z-1)(z-2)}{2}$ względnie przy

¹⁴⁾ Np. J. Groszkowski: Lampy katodowe. Wojsk. Instyt. Naukowo-wydawniczy, Warszawa, 1925, str. 293.

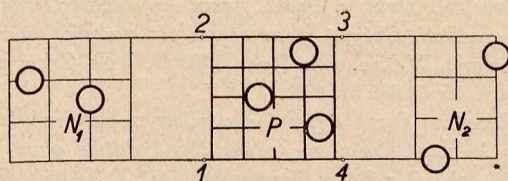
transfiguracji niepełnej $w = \frac{(z-s)(z-s-1)}{2}$ (z — ilość złączów, s — ilość niezależnych części reszty obwodu), SEM-czne sterowane muszą być przytem tak rozmieszczone, aby przed żadną dalszą transfiguracją całości lub części tego układu nie dała się ich ilość zmniejszyć poniżej wartości w .



Rys. 32.

Układy połączeń części stransfigurowanych T obwodów, zawierających SEM-czne sterowane, są naogół dość skomplikowane. Np. na rys. 32 jest podany jeden z możliwych układów dla $z=4$ i transfiguracji zupełnej (ilość impedancji $n=u = \frac{4 \cdot 3}{2} = 6$, ilość SEM-cznych stałych $q = v = 4 - 1 = 3$ oraz ilość SEM-cznych sterowanych $v = w = \frac{3 \cdot 2}{2} = 3$).

W radio — i teletechnice, gdzie właśnie często występują obwody z SEM-cznymi sterowanymi, ma się jednak



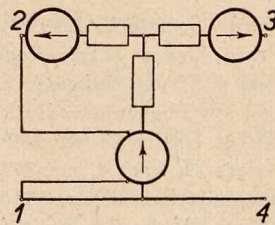
Rys. 33.

przeważnie do czynienia nie z zupełnie ogólnymi obwodami, lecz z t. zw. „czterozłączami” („Vierpole“).

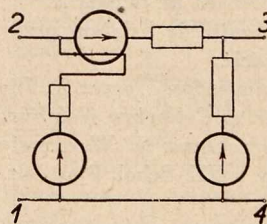
Pod „czterozłączem” rozumie się przytem układ P (rys. 33), posiadający dwie pary złączów 1 — 2 i 3 — 4, przyłączonych do dwóch oddzielnych, zresztą niesprzężonych ze sobą części obwodu N_1 i N_2 .

Takimi czterozłączami są np. układy kabli telefonicznych, układy filtrów, układy wzmacniaczy i t. d.

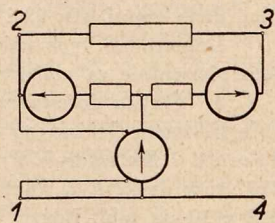
Dla badania czterozłączu wystarczy transfiguracja niezupełna, przyczem, w myśl twierdzenia XI musi układ stransfigurowany T w ogólnym wypadku zawierać $n = 3$ impedancje, $q = 2$ SEM-czne stałe i $r = 1$ SEM-czną sterowaną.



Rys. 34a.



Rys. 34b.



Rys. 34c.

Kilka układów, złożonych z tych elementów i stanowiących układy zastępcze ogólnego czterozłączacza, mamy przedstawione na rys. 34.¹⁵⁾

¹⁵⁾ Podobne układy podali F. Strecker i R. Feldkeller w pracy cytowanej w odnośniku 8).

(C. d. n.)

POLSKIE PIŚMIENICTWO ELEKTROTECHN. W XVIII WIEKU.

Inż. Bolesław Jabłoński.

013: 537 „17” (438)

Trudno było pogodzić się z utartym poglądem, że polska literatura elektrotechniczna jest uboga i że jej rozwój rozpoczął się dosyć późno. Z wnioskami, obalającymi ten pogląd, wystąpiliśmy już w słowie wstępnym do Bibliografii elektrotechnicznej polskiej²⁾, mówiąc: „Jeżeli przyjmie-my, że autorem pierwszej książki polskiej z dziedziny elektryczności i magnetyzmu, drukowanej w 1777 r., był prof. X. Józef Herman Osiński, po której w r. 1784 nastąpił druk dalszej pracy tego autora, to zadziwił nieco dłuższe przerwy, które przedzieliły wydanie pracy z fizyki prof. Feliksa Drzewińskiego w r. 1825 oraz Teorię elektryczności, opracowaną przez Toedozego Obidzińskiego i wydaną w 1876 r. A więc w przeciągu niemal stulecia, bo w latach 1777 do 1876 czyżby ukazały się zaledwie 4 wymienione prace? Z wnioskiem takim trudno się jednak zgodzić i należy przypuszczać, że tych prac ukazała się ilość znacznie większa”. „Jeżeli uwzględnimy piękny język techniczny, którym się posługuje prof. X. Józef Osiński, jak również jego dążenie do najobszerniejszego spolszczenia terminów technicznych, to trzeba przypuszczać, że sprawy te były dyskusowane w szerszym gronie, a dyskusje opierały się na materiałach drukowanych. Wnosić więc należałoby, że Fizyka ks.

Osińskiego nie jest pierwszą książką polską z tej dziedziny, wręcz zaś niemożliwe byłoby przypuszczenie, że w całym stuleciu ukazały się tylko książki wymienione”.

Ze wnioski te były słuszne w całej rozciągłości, wskazuje Bibliografja D-ra Teofila Żebrowskiego³⁾. Obejmuje ona 2640 pozycji, z których pierwsza dotyczy kalendarza z roku 1250, ostatnie zaś dzieła należą do roku 1830.

Aczkolwiek od kilku lat przypuszczaliśmy, że fizyka ks. J. Osińskiego była pierwszą drukowaną po polsku, to na podstawie bibliografji za pierwszą przyjąć należy:

1. *Fizykę doświadczeniami potwierdzoną, albo doświadczenia fizyczne przez kawalerów Filozofii uczących się w Collegium Nobilium Scholarum Piarum publiczne czynione, polskim zaś językiem napisane przez X. Samuela Chrościkowskiego* Schol. Piar. Filoz. y Matem. Profesora, w Warszawie w Druk. Sch. Piar. R. P. 1764 r. stro. 210 z 5 tabl. figur. Tom II na str. 378 dodaje, że figury rysowane i sztycowane są przez X. Rocha Markowskiego Pijara.

Następnym wielkiem dziełem była fizyka pod tytułem.

2. *Doświadczenia skutków rzeczy pod zmysły podpadających na publicznych posiedzeniach w Szkołach Poznań-*

¹⁾ Referat, wygłoszony na posiedzeniu Oddziału Warsz. S. E. P. w dniu 12 grudnia 1933 r.

²⁾ Bibliografja elektrotechniczna polska Bol. Jabłoński i M. Czyżowski, Przegl. Elektr. 1930 r., zes. 17 i 18.

³⁾ *Bibliografja piśmiennictwa polskiego z działu matematyki i fizyki oraz ich zastosowań napisana i wydana przez Dra Teofila Żebrowskiego*, w Krakowie, 1873 r., str. n/czb 3, lczb 618 i 3 tabl. Nakładem właściciela Biblioteki Kórnickiej w drukarni Uniwersytetu Jagiellońskiego.

skich Societatis Jesu na widok wystawione y wykładane. Przez Xiędza Józefa Rogalińskiego tegoż Zakonu, Matematyki y Fizyki Doświadczającej Nauczyciela...

W Poznaniu w Druk. Soc. Jesu, tomów, czyli ksiąg 4. Księga I, kart. 24, str. 299 i 3 tablice figur., wyszła w r. 1765; Księga II, kart 4, str. 474 i 3 tabl. figur, 1767; Księga III obejmuje kart 4, str. 532 z 4 tabl. figur, wydana w 1770 r. i Księga IV, kart 6, str. 910 i tablic rytych 8 i 1 drukowana, wyszła w 1776 r. Księga I była przedrukowana w 1771 r., lecz tylko jedna.

Następną książką napisaną po polsku były:

3. *Różne uwagi Fizyczno - Chemicznego Warszawskiego Towarzystwa na rozszerzenie praktyczney umiejętności w Fizyce, Ekonomii, Manufakturach y fabrykach, osobliwie względem Polskiej...*, które z niemieckiego na polskie przetłumaczył X. P. Twardy w Warszawie 1769 r. Nakładem Michała Greła, Komisarza nadwornego y Bibliopoli J. K. Mci, dwie części, str. 93 i 91, tablic rytych na między 2.

Dopiero po tych książkach ukazuje się książka, przyjęta pierwotnie za pierwszą, mianowicie:

4. *Fizyka doświadczeniami potwierdzona przez X. Józefa Hermana Osińskiego Schol. Piar. w Collegium Nobilium Filozofii i Matematyki Prof. krótko zebrana.* W Warszawie 1777 r. w druk. J. K. Mci y Rzplitey u XX. Schol. Piar., str. 542 z 10-cią tabl. figur.

Fizyka powyższa musiała mieć dużą poczytność, bo ukazało się jej drugie wydanie pod tytułem:

5. *Fizyka Naynowszyi odkryciami pomnożona, nayoczywistszyi doświadczeniami potwierdzona, z figurami, przez X. Józefa Hermana Osińskiego S. P. w Warszawie 1801 r. w Drukarni Xięży Piarów, str. 447 i 6 tablic rytych.*

6. *Zdanie sprawy o Fizyce X. J. Osińskiego, napisał X. Jan Bystrzycki,* które zajmuje kart 5 w Nowym Pamiętniku Warszawskim z 1801 r.

To samo dzieło mamy pod tytułem:

7. *Fizyka X. Józefa Osińskiego S. P. przerobiona y naynowszyi odkryciami pomnożona przez X. Jana Bystrzyckiego S. P. Nauczyciela Fizyki w Szkołach Warszawskich Xięży Piarów, Członka Tow. Królew. Warszawskiego Przyjaciół Nauk. Tom I z figurami.* W Warszawie 1810 r. w druk. XX. Piarów, str. 470 i 10 tablic figur.

8. Tom II z dodaniem wyrażenia *Edycja druga pomnożona*, 1806 r. str. 428, 7 tablic figur.

Wychyliłem się nieco z XVIII wieku w związku z ukazywaniem się coraz to nowych wydań Fizyki ks. J. Osińskiego i zarys piśmiennictwa doprowadzę do 1825 r., mając na celu sprostowanie następnej nieścisłości, dotyczącej nikłej jakoby ilości wydanych w tym okresie książek, traktujących o elektryczności.

Pierwsze książki elektrotechniczne, pisane po polsku, nauczały o piorunochronach; wymienię z nich następujące:

9. *Sposób ubezpieczający życie y Miałtek od Piorunów przez X. Józefa Osińskiego Scholarum Piarum wyłożony, z figurami.* W Warszawie 1784 w drukarni J. K. Mci i Rzeczy pospolitej, u XX. Scholarum Piarum, str. 50.

10. *Rozwagi o konduktorach, czyli ścięgu materii piorunowej albo o ustrzeżeniu się, przez Grzegorza Kniazewicza, Wilno 1801, kart 21.*

11. *O niektórych szczegółach wymagających bacności przy zakładaniu konduktorów na budowach mieszkalnych przez Karola Kortuma w Nowym Pamiętniku Warszawskim z 1804 r.*

Książki te świadczą o rozpowszechnianiu się piorunochronów w Polsce.

Wracając do nauki o elektryczności i magnetyzmie, podaję pozostałe dzieła w porządku chronologicznym, kończąc je r. 1825.

12. *Fizyka czyli wiadomości natury y skutków rzeczy pod zmysły podpadających. W Szkołach Woiewódzkich Sandomierskich uczącym się w oyczystym ięzyku iak naykróciej wyłożona przez X. Józefa Lisikiewicza Regensa Seminarium Sandomierskiego y w tychże Szkołach Fizyki Profesora. R. P. 1779 w Sandomierzu w Druk. J. K. Mci y Rzeczy Pospolitey str. 440, tabl. z figurami 2; w końcu: koniec xięgi pierwszej. Księg adruaga ma tytuł*

Wiadomości Natury y skutków rzeczy pod zmysły podpadających, czyli Fizyki xięga druga... 1781 r... W Sandomierzu, w druk. J. K. M y Rzplitey. Podzielona na 2 części: I str. 180 i 1 tablica figur. II str. 158.

13. *O Elektryczności sztuczney i naturalney X. Beccaria, z włosk. na ięzyk polski przełożone przez X. Jundzilla. W Wilnie 1780.*

14. *O elektryczności uważaney w ciałach ziemskich i atmosferze przez Franciszka Scheidta Vice-Professora w Kollegium Fizycznym Szk. Głó. Koron. w Krakowie 1786 r., w Dr. Szk. Głó. Koron. str. 226, z 3 tabl. figur.*

15. *Dyssertacya o wzroście nauk wyzwolonych i mechanicznych przez ducha obserwacyi w Europie, o pożytkach i wygodzie ich w społeczności i o stosowaniu onychże do potrzeb kraju oyczystego... w Krakowie Roku 1787, w Druk. Ign. Grebla k. 17. Autor X. Andr. Trzciniński, Prof. Fizy. Exper. w Szk. Głównej Koron.*

16. *Fizyka Iana Polikarpa Erxlebena w Akademii Getyngskiej Fil. Dokt. i Prof... przez G. Lichtenberga Prof. Fizyki w Akad. Getyng. pomnożona dla pożytku powszechnego wydana. W Krakowie Roku 1788 w Druk. Szkoły Głó. Koronney. str. 300 i kart 20.*

W końcu: *Treść dyssertacyi mianych na posiedzeniach Szkoły Głównej Koronney, przez Kandydatów stanu Akad. kart 12 i tabl. 3 z figur. Tłomaczem jest X. Iędrzej Trzciniński w Akad. Krak. Filozofii, w Strasburskiej Medyc. Dokt., w Szk. Głównej Koronney Fizyki Experymentalnej Profesor.*

17. *Rozbiór uwag szkoły matematycznej nad Propozycjami Fizycznymi, gdzie się mieści usprawiedliwienie obwinionego od tej Szkoły, żądanie iego i rozsądek nad nowem Pismem, którego tytuł: Urywek z Bicza kręconego w Krakowie. Przez Przyjaciela Prawdy. W Warszawie u P. Du-four... 1789 str. 50. Autor X. Trzciniński.*

18. *Dyssertacya o wzroście światel przez ducha obserwacyi i doświadczenia... z figurami na miedzi wyrzniętymi. W Krakowie 1791 w druk. Szkoły Głównej, kart nieliczb. 29 z 1 tabl. figur. Autor ks. Iędrzej Trzciniński.*

19. *Dyssertacya o wzroście Nauk Fizycznych w drugiej połowie wieku osimnastego, przez Xiędza Józefa Hermana Osińskiego. Sch. Piar. czytana na posiedzeniu publicznem Towarzystwa Przyjaciół Nauk. W t. I Roczn. Tow. Warszawskiego Przyjaciół Nauk z roku 1802.*

Że zainteresowanie się zjawiskami elektrycznymi wzmagają się i rozciąga na wszystkie kraje, któremi interesuje się kontyngent Europejski, Anglja oraz Stany Zjednoczone, świadczą dalsze rozprawy i dzieła; z nich zanotujemy:

20. *O stosie elektrycznym wystawionym na sucho, przez Józefa Zamboni, prof. Fizyki w akademji Weroneńskiej... przekład Al. hr. Chodkiewicza. W Pamiętniku Warszawskim z 1815 r. od str. 22.*

21. *Teorya kolumny suchej Zamboni'ego przez R. Markiewicza. W Pamiętniku Warszawskim z 1816 r.*

22. *Zbiór krótki początków Fizyki przez Stefana Stubelewicza, Professora w Imp. Uniwersytecie Wileńskim, kilku uczonych Towarzystw Członka, ułożony z Programmatu wydanego dla szkoły politechnicznej paryskiej przez Stefana Barruela, Examinatora uczniów teyże szkoły, a po zgonie ś. p. Professora wydany w Wilnie, Nakładem Al. Żółkowskiego w Drukarni XX. Piarów 1816 r., str. 292.*

23. *Własności magnetyczne promieni fioletowych przez I. K. Skrodzkiego* w Pamiętn. Warszawskim z 1817 r., tom IX od str. 188 do 203.

24. *O sile magnesowej, przez Józefa Śniadeckiego, Mag. Filoz.* W Dzienniku Wileńskim 1817 r. ton V, od str. 486 do 509.

25. *Fizyka stosownie do teraźniejszego stanu wiadomości krótko zebrana, przez Iana Wolskiego, Magistra Filozofji, Nauczyciela Fizyki i Historii Naturalnej w Gimnazjum Świsłockiem...* W Warszawie, druk. Zawadzkiego i Węckiego, 1817 r., kart 9, str. 323 i 2 tabl. figur.

26. *O wzroście nauk fizycznych w Polsce, przez X. Bystrzyckiego,* W Roczn. Tow. Warszawsk. Przyjaciół Nauk z 1818 r.

27. *Wpływ elektryczności na ekonomią zwierzęcą, czyli teoretyczny wykład doświadczeń i postrzeżeń wyciągniętych z rozmaitych sposobów elektryzowania iestestw żyjących w lekarskim wyglądzie. Wyjątek z rękopismów ś. p. Stubielewicz, przejrany i wydany przez X. E. Sieradzkiego,* z portretem autora i 2 tabl. figur. Wydane w Wilnie w 1819 roku.

28. *Fizyka dla Szkół Wydziałowych.* Część I na klasę II i III w Warszawie w Drukarni XX. Piłarów 1820 r. str. 451. Autor ks. Ian Bystrzycki.

29. *Uwagi o konduktorach, czyli o sprowadzeniu materji piorunowej, albo o ustrzeżeniu się piorunów, przez M. Szymalla* r. 1820 w Wilnie.

30. *O oświecaniu światłem elektrycznem przez Meinecke, profesora w Hali, tłumaczenie.* W Dzienniku Wileńskim 1820 r. tom 2, str. 67 do 72.

31. *O wpływie elektromotora Volty na igłę magnesową, przez I. K. Skrodzkiego.* W Pamiętn. Warszawskim 1821 r.

32. *O budowie łańcuchów elektrycznych Wolty i o fenomenach elektromagnetycznych przez I. K. Skrodzkiego.* W Roczn. Tow. Warsz. Przyjaciół Nauk 1822 r.

33. *Fenomena elektro-magnetyczne Oersteda, przez Ant. Wyrwicza.* W Dzienniku Wileń. 1822 r. tom 1, str. 222 do 239.

34. *Fenomena elektro - magnetyczne P. Arago, przez Ant. Wyrwicza.* W Dzienniku Wileńskim 1822, tom 1, str. 357 do 373.

35. *O fenomenach elektro - magnetycznych. Wyjątek z rękopisma Traktatu Fizyki przez F. Drzewińskiego.* W Dzienniku Wileńskim, czerwiec od str. 233 do 251.

36. *O elektro - magnetyźmie przez Ant. Wyrwicza.* W Dzienniku Wileń., 1823 r., od str. 184 do 198 z 1 tabl. figur.

37. *O magnesowaniu się metalów biegiem elektryczności. Rozprawa P. Biot, czytana na publicznem posiedzeniu Akademii Umiejętności w Paryżu 1821 r.* W Dzienniku Wileńskim 1823 r., str. 65 do 89.

38. *Systematyczny wykład fenomenów elektro-dynamicznych.* W Dzienniku Wileńskim. 1824 r., tom 3, str. 324 do 364 i 452 do 513 z 3 tabl. rytami. Autor M. Ławicki.

39. *Wykład fizyki do użytku Szkół woiewódzkich zastosowany przez Jana Kantego Krzyżanowskiego Filoz. Dokt., Członka Tow. do ksiąg element. w Kom. Rząd. W. R. i O. P., Królewsk. Przyjaciół Nauk Warszaws. i Nauk. Krakowskiego.* W Warszawie, nakładem Autora, w druk. szkolney 1925 r., str. VIII, 493 i IV tabl.

40. *Kurs roczny Fizyki experimentalnej w ces. Uniw. Wileń., czwarty raz publicznie wykładany.* Wilno 1825 r. 7 tabl. fig. Autor Felix Drzewiński.

41. *Fizyka dla szkół powiatowych, ułożona przez Prof. Fizyki w Imp. Uniw. Wileń. Felixa Drzewińskiego.*

W Wilnie, nakład i druk. A. Marcinkowskiego 1825 r., str. nlczb 8, liczb. 155 i 1 tabl. fig.

42. *Fizyka dla gimnazjów na klasę II, wzięta z dzieła Prof. Fizyki w Imp. Uniw. Wileń. Felixa Drzewińskiego.* W Wilnie, nakł. i druk. A. Marcinkowskiego 1825 r. kart nlczb. 6, str. 309 i 4 tabl., figur

43. *Fizyka dla gimnazjów na klasę III, wzięta z dzieła prof. Fizyki w Imp. Uniw. Wileń. Felixa Drzewińskiego.* W Wilnie nakł. i druk. A. Marcinkowskiego 1825 r. kart. nlczb. 5, str. 229 i 2 tabl. figur. W Dzienniku Wileńskim. 1826. Nowiny Naukowe t. 1, str. 48.

Na wielkie zainteresowanie ówczesnego społeczeństwa działem fizyki, traktującym o elektryczności, wskazują coraz to nowe wydania fizyki doświadczalnej, pisane przez fizyków-polaków, przeważnie doktorów filozofji uczelni zagranicznych. Jeżeli przyjmiemy pod uwagę wielkie trudności, jakie napotykało rozpowszechnianie się prac naukowych, ukazujących się w formie listów, rozpraw, czytanych na posiedzeniach Towarzystw Naukowych, materiałów, ogłaszanych przez te ostatnie, najrzadziej zaś w postaci książek, — to dorobek naukowy, zebrany i rozpowszechniony w Polsce w latach 1764 do 1825, wzbudza wielki podziw i szacunek dla ludzi, którzy się do tego przyczynili.

Podobnie, jak to obserwujemy w innych krajach, badanie zjawisk elektrycznych i eksperymentu ku zabawie czynione były w Polsce nie tylko przez świat naukowy, lecz i przez ogół oświeconego społeczeństwa. Stąd musimy wnioskować, że ks. H. Osiński nie był pierwszym autorem, który o zjawiskach elektrycznych pisał po polsku, tembardziej więc nie jest pierwszym polakiem, piszącym o tych zjawiskach po łacinie.

Przypuszczam, aczkolwiek bez wielkiej pewności, że pierwszą Fizyką doświadczalną, pisaną po polsku, była książka ks. Samuela Chrościkowskiego, wydana w r. 1764. Niestety, ani tej książki, ani ks. I. Rogalińskiego nie mamy w zbiorach Stow. Elektryków Polskich, to też przystąpię do omówienia działu elektrycznego w pierwszej, dostępnej dla nas fizyce ks. I. Osińskiego.

Chciałbym przedtem naszkicować ogólne tło epoki, które z powodzeniem rozciągnąć można i na Polskę, gdyż na tem tle działalność ks. Osińskiego jako fizyka-elektryka uwidatnia się wyraźniej. Zaraz na początku XVIII wieku spotykamy się z doniosłym faktem zbudowania w roku 1709 przez fizyka angielskiego Hauksbee maszyny elektrycznej, która stanowiła wielkie udoskonalenie prymitywnej maszyny Otto von Geuricke. Uruchomienie jej pozwoliło Hauksbee'iemu zaobserwować szereg zjawisk elektrycznych, np. świetlnych, których występowanie spostrzeżone było już przedtem. lecz w sposób mglisty. Cylindry maszyny Hauksbee były ze szkła. W maszynach następnych zamienia on cylinder na kulę szklaną; w tej postaci maszyny te przetrwały wiele dziesiątków lat, znajdując, chociaż pod innemi nazwiskami konstruktorów, wielkie rozpowszechnienie. W roku 1729 Anglicy Gray i Wehler na podstawie szeregu doświadczeń rozdzielili ciała na przewodzące i nieprzewodzące elektryczność, jednocześnie Gray zauważył, że ciało ludzkie daje się elektryzować, o ile je umieścimy na podstawie z żywicy. Do tej pory Anglja była jedynym krajem, gdzie czyniono wielokrotne doświadczenia z elektryzacją, nie były one jednak powiązane. We Francji doświadczenia na wielką skalę rozpoczął i pierwsze zasady podał Charles Dufay. Zdziwiająco skromnie zaznacza on: „Przypadek pozwolił mi podać drugą zasadę, bardziej ogólną i o wiele ciekawszą od poprzedniej, która rzuca pewne światło na istotę elektryczności. Zasada ta przyjmuje, że istnieją dwa odrębne rodzaje elektryczności: jedna, którą nazwę elektrycznością szklaną, i

druga, którą nazwę żywiczną. Pierwsza powstaje w szkle, kryształach górskim, drogich kamieniach, włosiu, wełnie i t. d., druga — w bursztynie, żywicy, jedwabiu, papierze i w wielu innych materiałach. Właściwością obu elektryczności jest odpychanie się tych samych i przyciąganie różnych rodzajów". W lat 50 potem Coulomb zasadę tę podał matematycznie. Jaką elektrycznością naładowane jest dane ciało, rozpoznawano na zasadzie doświadczenia: jeżeli naelektryzowana nitka jedwabna, zbliżona do ciała, była odchylona — wskazywało to na elektryczność żywiczną, przyciągana — szklaną. Jest to już początek pierwszego przyrządu pomiarowego, należącego do kategorii elektroskopów Dufay w latach 1733 do 1735 ogłosił szereg rozpraw o elektryczności.

Uczniem Dufay'a był ks. Nollet, który w przeciągu 40 lat wykonał wielką ilość doświadczeń, popularyzując nauki fizyczne, w szczególności zaś zjawiska elektryczne. W kursie fizyki doświadczalnej⁴⁾ mówi on: „Nigdy nie zapomnę wrażenia, jakie na mnie wywarły pierwsze iskry elektryczne, wypadające z ciała ludzkiego". Prowadził stałą korespondencję ze wszystkimi niemal, co mogli coś nowego podać o zjawiskach elektrycznych, i listami swemi⁵⁾ wywoływał wielkie dyskusje. Ks. H. Osieński nie podzielał wielu poglądów Abbé Nolleta, i, jak zobaczymy dalej, prostował jego pomyłki. Ks. Nollet był zwolennikiem teorii wpływów i napływów, którą formułował w ten sposób, że z ciała naelektryzowanego wydobywa się materia, która jednocześnie zostaje zastąpiona przez inną podobną, napływającą do ciała.

W tym okresie czasu rozpoczęto budowę maszyn elektrycznych w Niemczech. Z nich znane były: maszyna fizyka Boze'a z Wittenbergu, prof. J. Hausena z Lipska i innych. Maszyny te nie różniły się wiele od pierwowzoru prof. Hausbee'go⁶⁾. Jak to widzimy na wielu sztychach, do wirującej kuli lub walca osoba elektryzowana dotykała się suchą dłońmi lub stopami. Poduszki do maszyn wprowadził prof. łaciny z Lipska, który je udoskonalił, nadając maszynom prędkość 180 obr./min. Poduszki te nie miały wielu zwolenników, we Francji zaś największym ich przeciwnikiem był ks. Nollet⁷⁾. Że korzystanie z maszyn elektrycznych o kuli szklanej nie było bezpieczne, świadczy wiele wypadków rozsądzenia kuli podczas doświadczeń. O niektórych z nich, np. z prof. Boze'm z Wittembergi, wspomina ks. Nollet w pierwszej części swych *Lettres sur l'électricité*, o innych zaś z r. 1761 mówi Sigaut de Lafond w dziele „*Précis historique et experimental des phénomènes électrique*“, pisząc na str. 46, „Wprawiliem w ruch maszynę, starannie zbudowaną, którą posługiwałem się wiele lat. Zaledwie osiągnęła ona prędkość 5 czy 6 obrotów, kiedy kula pękła gwałtownie i okruchy szkła rozleciały się po sali". Tego rodzaju wypadki zmusiły do zamiany kuli na tarczę szklaną; pierwszą tego rodzaju maszynę zbudował w 1768 r. optyk Ramsden, o średnicy tarczy 1 stopy. Zauważono natychmiast że maszyny są tem silniejsze, im większa jest średnica tarczy, to też Ramsden buduje dla księcia de Chaulnes maszynę o średnicy tarczy 5 stóp; iskry z niej otrzymywane dochodziły do 22 cali. Od roku 1770 maszyny tarczowe były już w najogólniejszym użyciu. Wogóle były one wówczas bardzo modne podobnie jak modne były doświadczenia elek-

tryczne, którymi zajmował się każdy, kogo stać było na kupno przyrządów.

Co się tyczy poziomu wiedzy, to stan jej w latach 1746 najlepiej charakteryzuje Watson, mówiąc: „Gdyby kto mnie zapytał, jaką korzyść osiągnąć możemy ze zjawisk elektrycznych, to jedyną odpowiedzią byłoby, że jeszcze za mało posunęliśmy się w naszych badaniach, aby je uczynić pożytecznymi dla ludzkości". Wielki i gwałtowny przewrót rozpoczął się od chwili doświadczenia Muschenbrocka z elektryzacją wody, zawartej w szklanym naczyniu. W liście do Réaumura z dnia 20 kwietnia 1746 r. pisze on: „Chcę Panu opisać nowe doświadczenie, lecz tak niebezpieczne, że nie radziłbym go powtarzać"⁸⁾. W innym liście do ks. Nolleta uczestnik doświadczenia Allaman, przerobiwszy doświadczenie i posiłkując się szklanką od piwa, podaje: „Poczuje Pan silny wstrząs, który ogarnie ramiona, a nawet całe ciało, jak uderzenie pioruna. Pierwszy raz podczas doświadczenia wydawało mi się, że na kilka chwil przestałem oddychać". Po otrzymaniu listu ks. Nollet pragnął natychmiast rozpocząć doświadczenia, lecz stanął temu na przeszkodzie brak szkła niemieckiego, o którym, jako koniecznym, pisali obaj autorzy. Ks. Nollet zastanawiał się długo, skąd je otrzymać, i zaryzykował wykonanie doświadczenia z suchą butelką ze szkła zwyczajnego, jaką miał pod ręką. Po naelektryzowaniu wody, trzymając butelkę w rękę, drugą dotknął pręta, który był zanurzony w wodzie. Doświadczenie się udało, bo, jak podaje w rozprawie⁹⁾: „poczułem w piersiach wstrząs, który zmusił mnie do mimowolnego zgięcia się w pół i otwarcia ust, jak gdybym się dusił; w palec wskazujący prawej ręki otrzymałem silne ukłucie, z ręki lewej, pod wpływem gwałtownego skurczu, wypuściłem butelkę z wodą".

Doświadczenia, rozpoczęte przez Muschenbrocka w Leydzie, Nolleta w Paryżu, ogarnęły wkrótce całą Europę, przeczuciły się do Anglii, a następnie przeszły do Nowego Świata Ameryki Północnej. Całą kulę ziemską ogarnął szal elektryzacji. Sprzedawano uproszczone butelki o najrozmaitszych kształtach, np. lasek elektrycznych. Aby demonstrować wyładowanie elektryczne największej ilości osób, ks. Nollet zaczął tworzyć łańcuchy z szeregu osób zamiast jednej. W jednym pokazie w obecności króla ks. Nollet utworzył szereg z 200 żołnierzy i obecni byli zdumieni, gdy podczas wstrząsu cały łańcuch jednocześnie podskakiwał. Podobne doświadczenie wykonywał ze swoimi uczniami fizyk Sigaud de Lafond w r. 1747 w Collegium d'Harcourt pod Paryżem. Doświadczenia nie udawały się, bo, aczkolwiek butelka była wielokrotnie elektryzowana, prąd elektryczny, zamiast obieć cały łańcuch zatrzymywał się na 7 z kolei wychowanku. Zdumienie było ogólne i prof. Lafond wyraził w jednym z wykładów paryskich przypuszczenie, że to sama natura wyróżnia osobników o pewnej wadzie organizmu. Książę de Chartres, poinformowany o przypuszczeniach, zaprosił profesora Lafonda do Palais Royal, gdzie w obecności dworu i wielu uczonych ponownie wykonano doświadczenia, umieszczając w szeregu 3 śpiewaków z kapeli królewskiej. Doświadczenie i tym razem, wbrew przywidzywaniu, nie udało się.

Łańcuchy z ludzi, a dalej coraz dłuższe przewodniki, służyły do doświadczeń w celu określenia prędkości przepływu elektryczności. W Londynie w obwód elektryczny włączono i Tamizę i zdumienie ogarnęło wszystkich, gdy prąd elektryczny po przejściu przez wodę zapalił spirytus. W ciągu dwu lat również próbowano określić prędkość prze-

⁴⁾ *Leçons de physique expérimentale*, tom VI, str. 452.

⁵⁾ 3 tomy listów, wydane w Paryżu w latach 1774 ÷ 1777.

⁶⁾ *Expériences et observations sur l'électricité de Guillaume Watson*, tworzące część II publikacji *Recueil de traités sur l'électricité, traduit de l'allemand et de l'anglais* wydane w Paryżu w 1748 r.

⁷⁾ O konstrukcji maszyn elektrycznych pisze ks. Nollet w pracy: *Essais sur l'électricité des corps*, wydane w 1747 r.

⁸⁾ *Mémoires de mathématique et de physique de l'Académie des sciences de Paris*, z roku 1746, str. 3.

⁹⁾ *Mémoires de l'Académie royale de sciences* z roku 1764, str. 4.

plywu elektryczności, lecz chociaż zmieniano długość, to jedynie zauważono natychmiastowe przepłygnięcie prądu.

Zbliża się rok 1747, kiedy przypadek skłonił Franklina do zainteresowania się zjawiskami elektrycznymi i kiedy powiew nowych idei podniecił Europę. Ideje te, zupełnie odrębne od zapatrywań na kontynencie, podają już hipotezy, dotyczące istoty elektryczności. Listy Franklina były czytane we wszystkich towarzystwach naukowych. Niektóre z nich, w szczególności dotyczące możliwości zabezpieczenia od piorunów, wywoływały burzę protestów przy odczytywaniu w królewskim Towarzystwie w Londynie; po ukazaniu się jednak w druku wywoływały wielki entuzjazm i zapal do dalszych studjów nad elektrycznością statyczną.

Zapał ten udzielił się polskim fizykom i ogółowi społeczeństwa. Niestety mrok zapomnienia pokrył całkowicie wszystkie te doświadczenia i prace, to też tylko dobry przypadek odtwarzał pewne ich fragmenty. Przychodząc do omówienia fizyki X. Józefa Hermana Osińskiego, chciałbym podać kilka dat, jakie dzieła czas jej wydania, to jest 1777 r., od niektórych podstawowych odkryć w dziedzinie elektryczności.

Po wydaniu Fizyki w 8 lat później Coulomb formułuje prawo wzajemnego oddziaływania ładunków elektrycznych, które otrzymało od niego swą nazwę,

w 14 lat potem Galvani ogłasza rozprawę o oddziaływaniu elektryczności na mięśnie zwierzęce,

w 23 lata ukazują się listy Volty o elektryczności, wzbudzonej przez zetknięcie się różnych rodzajów substancji przewodzących,

w 43 lata mamy doświadczenia Oersted'a nad działaniem konfliktu elektrycznego na igłę magnesową, Arago nad magnesującym działaniem prądu i Ampèra nad działaniem wzajemnym obwodów z prądem,

w lat 50 Ohm ogłasza dzieło o obwodzie prądowym, opracowane matematycznie.

w 55 lat Faraday drukuje rozprawę o prądach indukcyjnych,

w 102 lata zaś potem zabłysło światło elektryczne na kontynencie europejskim.

Całą ówczesną wiedzę o elektryczności podaje Fizyka ks. Józefa Osińskiego w sposób tak ściśły, tak pięknym językiem technicznym, że należy podziwiać tę wielką wiedzę i nadzwyczajną sumienność autora.

Poszczególne rozdziały potraktowane są w sposób zwarty, przyczem uwzględnione są zjawiska podstawowe, z których niemal każde było wielokrotnie sprawdzone przez autora. Przy wyjaśnieniu niektórych zjawisk, których ks. Osiński nie może wytłomaczyć, pisze otwarcie, np. „wyznaję, że nie mam dowodów konwinujących, dla którychbym mógł twierdzić, że materia elektryczna jest to samo, co ogień elementarny, albo od niego cale różna”¹⁰⁾.

Znajdujemy w Fizyce pojęcia o izolatorach i przewodnikach, z tych rozróżnia ona metale doskonałe, jak to: złoto, srebro, miedź i t. d., oraz metale niedoskonałe — antymon, rtęć, i t. d.

„Ponieważ ciała elektryczne od innych mało biorą elektryczności, więc na nich położone ciała naelektryzowane nie będą innym przez ucześnieństwo elektrycznym tej własności udzielać. Ta prawda przez się jasna. Gdy więc ciało elektryczne przez ucześnieństwo leży na elektrycznym przez się, mówimy, że jest wyłączone, czyli że jest na wyspie”.

Zdanie to, prócz jego istoty fizycznej, wskazuje, że autor dąży do użycia wyrazów czysto polskich, oraz do spolszczenia cudzoziemskich. I tak np. spolszczenie wyrazu

¹⁰⁾ Teorię flogistonu obalił Lavoiser niemal w czasie wydania książki ks. Osińskiego.

„insula” rozwiązuje pochodzenie naszej izolacji, bo w brzmieniu pierwotnym zachowała się ona jedynie w języku angielskim — insulation. Styl książki jest nadzwyczaj zwięzły, np. „maszyny, której pospolicie do doświadczeń elektrycznych używamy, trzy są części istotne: 1) szkło, 2) poduszka, 3) Pręt albo łańcuch. Szkło zawsze się trze o poduszkę, jego figura w skutki elektryczne nie wpływa. Może być płaskie, okrągłe i t. d. Poduszka zowie się to wszystko, co o szkło tarte bywa”. Lub dalej „...gdy szkło trze się o poduszkę i gdy podczas owego tarcia łańcuch szkła dotyka się, to nazywam elektryzowaniem. Słowo więc elektryzowanie znaczyć będzie wzbudzenie elektryczności”.

Słowo „wzbudzenie” należy do jednego z najstarszych terminów elektrotechnicznych. Czytamy dalej: „A że ciała elektryczne przez ucześnieństwo, do innych elektryczności przesyłają, więc je zowią przewodnikiem”, mamy znów termin, który zachował swe piękne brzmienie do chwili obecnej. Ks. Osiński rozważa szybkość elektryczności, formułuje, że „najkrótszą drogą płynie, że materia elektryczna zapala, szarpnięcia sprawuje, w czczości łatwo płynie”. Czytamy dalej:

„Materia elektryczna świeci także w rurkach szklanych, czczych, z obydwóch końców szkłem zalutowanych, a w yxzak pokrzywionych”.

Pisze ks. Osiński dalej:

„Przylącam do elektryczności pioruny, bo te nic innego nie są, tylko elektryzacją”. Następnie „Skutki piorunów od skutków naszej elektryzacji wielkością tylko różnią się”. „Podczas grzmotów, aby przypadku uniknąć, potrzeba: 1) okna i drzwi zamykać, ponieważ materia piorunowa do izby pędzi wapory, zaczynam piorun do niej wpaść może, 2) Jeżeli kogo w polu burza zaskoczy niechaj się nie schrania pod drzewa, bo w te materia z chmur spływając może mu szkodzić. 3) Podczas piorunów od metalów potrzeba się oddalać... 4) Podczas grzmotów przytomność jest najpotrzebniejsza, ponieważ wielu ludziom przestraszonych szkodził, niż pioruny”. „Franklin, który pierwszy pokazał, że materia piorunów jest też sama, co naszej elektryzacji, mówi, żeby miasta ocalić od piorunów dosyć jest na dachu domu każdego w smole albo żywicy ustawić pod pion pręt żelazny, długi, ostro zakończony i od tego pręta drut metalowy puścić do ziemi. Potrzeba zaś drut od dachu znacznie oddalać. Przez ów pręt i drut materia elektryczna w ziemię popłynie i szkodzić nie będzie. Ten sposób od Franklina podany, różni różnie przyjęli. Jedni uznali go za nieomylny. Drudzy, o jego skuteczności powątpiewając, przedsięwzięli doświadczać go. Trzeci nakoniec mówili, że sposób od Franklina podany jest cale fałszywy”. W liczbie ostatnich znajdował się Nollet, który, pisząc do Franklina list siódmy, mówi:

„Jesteś WPan prawdziwie przekonany, że pioruny są w mocy ludzkiej, iż możemy je rozpraszać, gdy nam się podoba; jesteś WPan przekonany, iż pręt, któryś nam opisał, wyciągnie z chmury materję piorunową, co do mnie (mówi dalej), ja temu nie wierzę, bo

1) widzę wielką dysproporcję między skutkiem i jego przyczyną,

2) bo fundamentu, na którym się WPan zasadzasz, nie wypróbowałeś. Jakoż nie zdaje mi się, aby pręt gruby jak palec i drut cieńszy od niego do ziemi idący, mógł w krótkim czasie tyle materji wyciągnąć, ile jej jest w chmurach.

Te i tym podobne Nollet przeciw Franklinowi czyni zarzuty. W gadułowaniu sobie zwyczajnym zażywa podobieństw cale dziecinnych, gdy mówi, „iż ten któryby uwierzył, iż pręt materję piorunową z chmur wyciąga, uwierzy także, gdy mu powiedzą, że rzeka nie będzie rozlewała, gdy rurki małe wzdłuż brzegów będą pokładzione.

Lecz inaczej powinien był Nollet rezonować. Wiedział on, że pręt metalowy na wysokim miejscu wystawiony, wiele ściąga z powietrza materji elektrycznej. Wiedział zaś z przypadku Rychmana, na którego głowę, gdy w roku 1753 z pręta wystawionego dobywa iskier, jak pięć wielka iskra padła i życia go pozbawiła. Wiedział o tym przypadku Nollet, bo list wzwyż wzmiankowany w siedem lat dopiero drukował. Prócz tego z przypadku 3 Akademików Bonońskich powinien był wiedzieć, że pręt na wysokim miejscu wystawiony wiele bardzo ściąga materji piorunowej. Gdy więc pręty wiele materji piorunowej ściągają, powinien był wnieść Nollet, że powiększywszy liczbę prętów tę materję z chmur zupełnie wyciągną. Nadto powinien był Nollet dowiadywać się, że jeżeli w owe miasta, miasteczka, wsie biją pioruny w których wiele prętów do góry wystawionych znajduje się, a byłby

przekonany, że są sposoby ocalenia miast i wsiów od piorunów". „Nietylko wsie od piorunów przez wystawione w górę pręty byłyby ocalone, ale nawet pola stałyby się żywniejsze. Pokazało się bowiem, że nasza elektryzacja dopomaga do rozrośnięcia trawom, ziołom i t. d..." „Ponieważ elektryczna materja dopomaga, aby zioła prędzej rosły, jak się powiedziało, że w ciałach odmianę sprawuje, Doktorowie wnieśli roztropnie, że gdy się elektryzujemy, krew w nas prędzej cyrkuluje, humory rozrzedzają się; wnosili dalej, że elektrycznością z niektórych chorób, jak to apopleksji, paraliżu, podagry doskonale można wyprowadzić... Zaczynamy żądać byłąby rzecz, żeby nasi Doktorowie wzwyż wspomnianych doświadczenia powtarzali, nowe czynili, aby elektryzacją, która dotąd dla wielu jest zabawką, uczynić Narodowi ludzkiemu pożyteczną".

ŻARÓWKI I ICH OCENA*).

Inż. Jerzy Dzikowski.

621.32.086.1/9.

Wstęp.

Nie trzeba dowodzić, jak ważną rzeczą dla wytwórcy i odbiorcy jest możność określenia wartości użytkowej żarówek bez popełniania błędów, odbijających się zawsze niekorzystnie na ich wspólnych interesach.

Wartość użytkowa żarówek zależy przedewszystkiem od ich sprawności i trwałości, a następnie od innych jeszcze cech charakterystycznych, o których wspomnimy później. Bezpośrednio zagadnienie oceny rozwiązane być może przez znalezienie interesujących nas wielkości zapomocą badań laboratoryjnych, co jednak niezawsze jest możliwe do urzeczywistnienia (brak czasu lub zbyt wielki koszt).

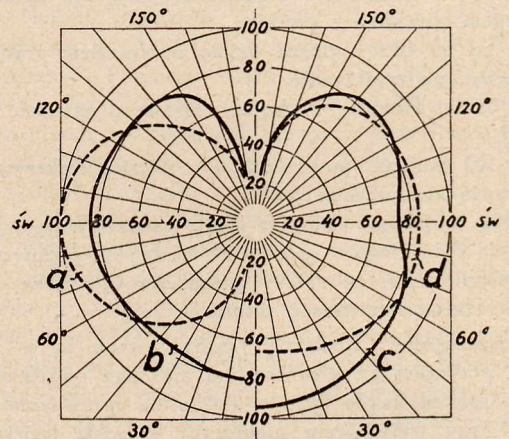
Ponieważ wspomniane wyżej cechy charakterystyczne żarówek związane są ściśle z właściwościami ich konstrukcji i wykonania, to już metodyczne oględziny zewnętrzne mogą nam dać pewną podstawę do określenia wartości. Dalsze wskazówki zyskujemy przez obserwację zachowania się żarówek w normalnych warunkach pracy. Te właśnie metody posługiwania się przy ocenie środkami możliwie najprostszymi zasługują na uwagę, gdy badania laboratoryjne nie są wykonywane systematycznie.

Punktem wyjścia w naszych rozważaniach będą oczywiście Polskie Przepisy i Normy Elektrotechniczne (obecnie obowiązują PNE 21/29), podające minimalne wymagania, których żarówki winny odpowiadać. Przed przystąpieniem do właściwego artykułu, zastanowimy się krótko nad rodzajami żarówek i nad zjawiskami, zachodzącymi w nich, co nam ułatwi znalezienie właściwych metod ich oceny.

Rodzaje żarówek.

Do wyrobu żarówek stosuje się obecnie wyłącznie drucik wolframowy, choć odniedawna prowadzone są próby zastosowania rhenium (75,Re)*). Z różnych typów żarówek wolframowych brać będziemy pod uwagę jedynie żarówki do zwykłego oświetlenia z pominięciem wszystkich typów specjalnych.

Żarówki mniejszej mocy, do 25 watów, (dla napięć 65 — 260 V) wykonuje się jako próżniowe z drucikiem spiralnym, ułożonym w zygzak, podczas gdy dawniej do 40 watów włącznie stosowane były próżniowe z drucikiem prostym. Korzyść tego ulepszenia polega na uzyskaniu większej odporności na wstrząśnienia, mniejszych wymiarów drucika, a przede wszystkim lepszego rozsyłu światła (Rys. 1 a b).



Rys. 1.

Porównanie rozsyłu różnych typów żarówek.

Żarówki większe od wymienionych (40 watów i większe) otrzymują również drucik skrecony w spiralę, lecz umieszczony w atmosferze gazowej (argon lub dla dużych mocy azot). Spiralka tworzy w żarówce pierścień lub też w niektórych wielkich żarówkach faliste zęby. Różnice w rozsyłu światła uwidoczniono na rys. 1 (c d).

Ze względu na szkło bańki rozróżniamy żarówki jasne, mleczne (opalowe), matowane i t. zw. „światło dzienne” ze szkła niebieskiego. Mleczne i matowane dają światło rozproszone, więc bardziej miękkie, przytem cechuje je mniejsza jaskrawość. Żarówki z bańkami niebieskimi odpowiednie są tam, gdzie zachodzi potrzeba dobrego rozróżniania barw.

Osobny rodzaj stanowią żarówki odporne na wstrząśnienia (t. zw. „Centra”, „Resista” i t. d.), przeznaczone do pracy w warsztatach, wagonach kolej-

*) Rozwinięcie referatu wygłoszonego w Stow. Elektr. dn. 7.XI 1933 r.

*) ETZ 33/2 str. 43.

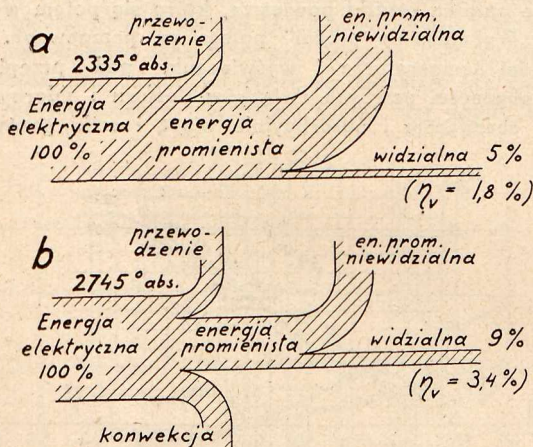
wych i tramwajowych, w lampach przenośnych i t. p. Są to żarówki próżniowe spiralne, których konstrukcja systemu świecącego została wzmocniona przez większą liczbę podpórek oraz przez zastosowanie specjalnej spiralki.

Zjawiska, zachodzące w żarówkach.

Ponieważ, interesują nas przede wszystkim wyniki ostateczne czyli sprawność i trwałość, rozpatrzmy więc zjawiska, zachodzące w żarówkach bardzo pobieżnie, tylko o tyle wnikać w ich istotę, ile tego wymaga nasze zadanie. Wobec wykonywania obecnie wyłącznie żarówek z włóknem w kształcie spiralki, będziemy mówili tylko o takich.

Drucik wolframowy o średnicy d jest zwinięty w spiralkę o średnicy wewnętrznej D , przyczem skok wynosi S . Wielkości d , D i S są wzajemnie związane pewnymi zależnościami, przy których żarówka danej mocy i napięcia osiąga żadaną sprawność i trwałość. Spiralka umieszczona jest na podpórkach (haczykach) molibdenowych, tworząc pierścieni w jednej płaszczyźnie lub też zygzak, gdy haczyki wygięte są naprzemian to w górę to w dół. Gdy przez włókno popłyne prąd elektryczny, zacznie się wytwarzać ciepło, podnoszące temperaturę włókna i otaczających je części żarówki aż do chwili, gdy ustali się równowaga.

Energia cieplna w drobnym zaledwie procencie zamienia się w energję świetlną, reszta zostaje oddana przez włókno drogą przewodzenia przez elektrody i podpórki, pozatem przez promieniowanie oraz w żarówkach gazowanych także konwekcję. Schematycznie przedstawiono to na rys. 2. Sprawność żarówek podwyższać można dwiema drogami: zmniejszeniem strat cieplnych oraz podwyższeniem temperatury włókna, w czem ograniczają nas jednak względy konstrukcyjne, zmniejszająca się trwałość i t. p. Im wyższa jest temperatura, tem stosunek energii

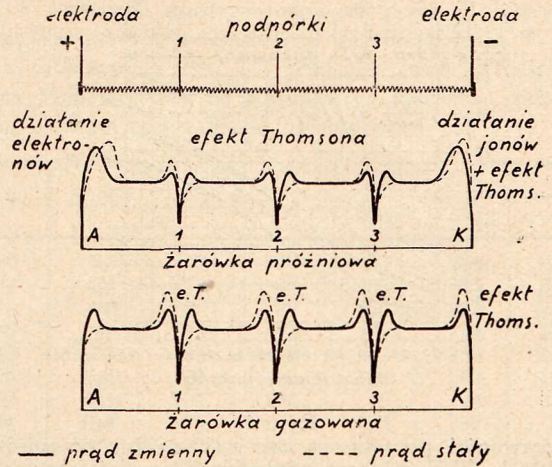


Rys. 2. Przybliżony bilans cieplny żarówek:
a) próżniowych (ok. 8 lum/W),
b) gazowanych (ok. 18 lum/W).

promienistej widzialnej (w zakresie $\lambda = 0,4 \div 0,7 \mu$) do energii całkowitej promieniowania jest większy. Uwzględniając krzywą czułości oka ludzkiego, znajdujemy t. zw. wizualny współczynnik sprawności (η_v), charakteryzujący żarówkę jako źródło światła użytkowanego dla widzenia. η_v jest stosunkiem energii promienistej użytkowanej dla widzenia do energii doprowadzonej. Wartości współczynników podane na rys. 2, wzięte są z literatury*), przyczem

zaznaczyć należy, że wykres b odnosi się do żarówki gazowanej wielkiej mocy.

Temperatura włókna zależy od warunków chłodzenia oraz od ilości ciepła, wytwarzającej się na jednostkę powierzchni w danym punkcie. Zwinięcie w spiralkę będzie czynnikiem podwyższającym, a umieszczenie w atmosferze gazowej — obniżającym temperaturę włókna. Nawet w najstaranniej wykonanej żarówce istnieją czynniki, powodujące znaczne różnice temperatur w różnych punk-



Rys. 3. Rozkład temperatury włókna żarówki.

tach tego samego włókna. Przede wszystkim wpływać tu będą niejednakowe warunki chłodzenia: podpórki i elektrody wywołują odpływ ciepła i temperatura w tych miejscach znacznie się obniża. Zaobserwować to zjawisko łatwo przy napięciu, zniżonem do 10 ÷ 20% wartości nominalnej, kiedy różnice barwy i natężenia światła stają się wyraźnie widoczne.

Pozatem powstające w żarówkach próżniowych prądy elektronowe oraz działanie wytwarzanych przez nie jonów, zwiększają wydatnie ilość ciepła, wydzielane w częściach włókna, przyległych do elektrod, a t. zw. efekt Thomsona wpływa podobnie w miejscach nagłych przejść od wysokiej do niskiej temperatury, więc w bezpośrednim sąsiedztwie podpórek. Działanie wszystkich wymienionych przyczyn potęgowane jest przez to, że oporność wolframu szybko rośnie wraz z temperaturą i w warunkach normalnej pracy wynosi 12 ÷ 16-krotną wartość oporności w stanie zimnym. O ile więc istnieje przyczyna lokalnego wzrostu temperatury, to w miejscu tem oporność rośnie, wytwarza się stosunkowo więcej ciepła i w rezultacie ustala się temperatura jeszcze wyższa. Rys. 3*) podaje rozkład temperatur, wywołanych przez wymienione czynniki, przy założeniu idealnej równomierności średnicy włókna oraz zwojów spiralki. Miejscom najgorętszym odpowiada największa jaskrawość i najmniejsza trwałość, gdyż tutaj zachodzą najszybciej zmiany (odparowanie i rekrytalizacja wolframu), których ostatecznym wynikiem jest przepalenie się żarówki.

Porównanie cech żarówek normalnych.

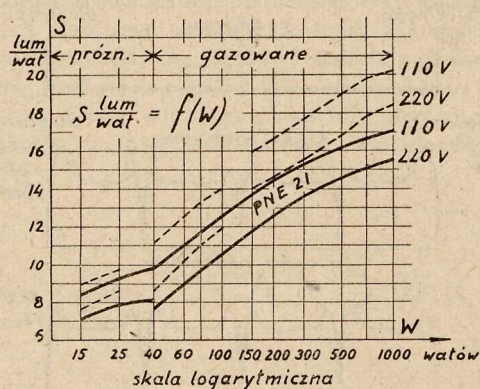
Wszystkie żarówki skutkiem wieloletniego doskonalenia i dostosowywania do istniejących norm osiągnęły obecnie znaczną jednolitość konstrukcji, wymiarów i innych cech zewnętrznych, najkorzystniejszych przy danym typie.

*) Według artykułu H. Bertlinga w „Licht und Lampe” 1933, str. 332.

*) L. Bloch, „Lichttechnik”.

Pod temi względami żarówki różnego pochodzenia różnią się jedynie nieznacznie, wobec czego możemy wytworzyć sobie pojęcie żarówki normalnej, która pod względem konstrukcji i wykonania odpowiada powszechnie przyjętej normalizacji, a pod względem własności użytkowej — obowiązującym przepisom. Porównamy wyniki pracy takich żarówek.

Wielkości charakterystyczne związane są ze sobą ściśle zależnościami, które postaramy się poznać przynaj-



Rys. 4.

Sprawności początkowe żarówek według przepisów polskich (PNE 21) oraz normalizacji pewnej fabryki N.

mniej w zarysach ogólnych. Sprawność i trwałość, najważniejsze z tych cech, kolidują ze sobą: przy powiększeniu sprawności obniża się trwałość i naodwrot. Przy założeniu pewnej trwałości, jednakowej dla wszystkich typów żarówek, większe sprawności dadzą się osiągnąć przy większych mocach i mniejszych napięciach, gdyż wówczas straty na chłodzenie będą procentowo mniejsze, a grubsze włókno pozwala na osiągnięcie wyższych temperatur. Można wobec tego powiedzieć, że sprawność jest pewną funkcją mocy i napięcia. Funkcja ta nie jest jednak ściśle określona zapomocą jakiejś zależności matematycznej, gdyż zależy od stopnia dokładności, jaki osiągnęły metody fabrykacji: dla każdej fabryki istnieje inna krzywa $S = f(W)$, według której fabryka jest zdolna produkować.

Jak znacznie zmienia się sprawność zależnie od rodzaju żarówek, widzimy z rys. 4, przedstawiającego sprawności początkowe (przy założeniu średniej trwałości 1000 godz.) według przepisów polskich (PNE 21) oraz obecnej normalizacji jednej z fabryk *). W okolicach 40 watów krzywe są nieciągłe. Powyżej 40 watów nie stosuje się żarówek próżniowych jako mniej ekonomicznych, gdyż wzrastające zaczernienie bańki nie pozwala podwyższać obciążenia włókna. Poniżej tej granicy żarówki gazowane są znowu nieodpowiednie, gdyż chłodzenie obniża zbyt wiele sprawność. Jak wskazuje normalizacja fabryczna (linje przerywane), granica ta określona jest niezbyt ściśle, gdyż w istocie dla 220 V będzie ona leżeć nieco powyżej, a dla 110 V dużo niżej od 40 watów. Wobec tego żarówki 25-watowe na 110 V można już wykonywać jako gazowane.

Dla każdego napięcia mamy inną zależność $S = f(W)$, warto zwrócić jednak uwagę, że istotnie sprawność zależy od wielkości prądu i krzywa $S = f(I)$ dla 110 V będzie bardzo zbliżona, a w dużym zakresie identyczna do krzywej dla 220 V. W ten sposób można wykreślić krzywą $S = f(I)$, wspólną dla żarówek

wszystkich normalnych napięć (110 ÷ 220 V), jak to wskazuje rys. 5. Niewielkie odchylenia od tej zasady wywołane są zmieniającymi się wpływami chłodzenia, różnicami konstrukcji i t. p., w każdym razie jednak do żarówek, różniących się niewiele napięciem, można zastosować zasadę, że sprawności żarówek o jednakowym prądzie są jednakowe. Przy pomocy podanego wykresu można znajdować sprawności, jakie powinny wykazywać żarówki na napięcia nienormalne.

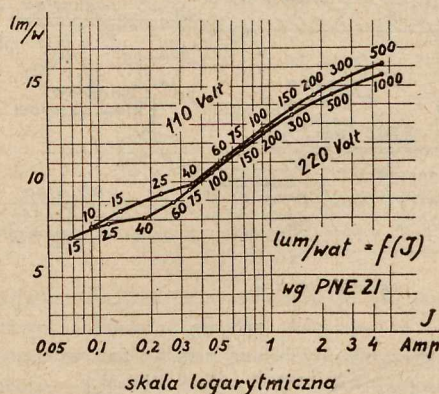
Wykresy, podane na rys. 4 i 5, stosują się do żarówek z bańkami jasnemi; bańki, rozpraszające światło, pochłaniają oczywiście część strumienia, powodując odpowiednie zmniejszenie sprawności. Najwięcej pochłania szkło opalowe, zmieniając jednocześnie barwę światła na bardziej czerwono (dlatego bańki mleczne winny być stosowane jedynie w żarówkach gazowanych, próżniowe dają światło zbyt żółte). Najmniej pochłaniają bańki wewnątrz matowane, które poza tym mają tę zaletę, że nie brudzą się tak łatwo, jak matowane zewnątrz.

Zmniejszenie strumienia w stosunku do strumienia żarówki jasnej wynosi przy wymienionych rodzajach bańki:

mleczne (2 warstwowe)	6 ÷ 10%
matowane zewnątrz	4 ÷ 7%
matowane wewnątrz	2 ÷ 3%

Szkło niebieskie w żarówkach „światło dzienne” pochłania bardzo duży procent (około 40%) strumienia, należy więc stosować żarówkę odpowiednio silniejszą.

Dotychczas, podając cyfry, charakteryzujące żarówki normalne, mieliśmy na myśli wartości początkowe sprawności i pobieranej mocy. Podczas pracy zachodzą zmiany wewnętrzne, skutkiem których wielkości te naogół ulegają zmniejszeniu. Jak wiemy, przez samo pompowanie nie można otrzymać trwałej próżni *), gdyż pozostają się jeszcze adsorbowane i absorbowane przez szkło i części metalowe palnika resztki powietrza, które się potem wydzielają. „Wykańczanie próżni” polega na pompowaniu przy wysokiej temperaturze i wyswiecaniu pod przepięciem przy obecności pewnych związków (fosforu i chlorowców), które chemicznie i adsorbacyjnie wiążą resztki gazów, w



Rys. 5.

Zależność sprawności żarówek od prądu.

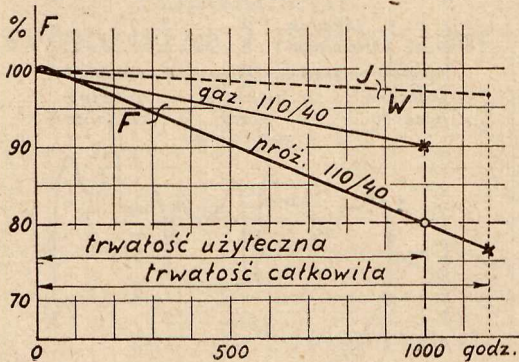
czem współdziała osadzający się na bańce wolfram. Jednakże w żarówce normalnej, którą odbiorca dostaje do użytku, zmiany próżni już nie zachodzą, a na wielkość prądu i strumienia wpływ mieć będą inne czynniki: 1) zmienność struktury wolframu, 2) zmiany w palniku, 3) czernienie bańki. Struktura drucika, początkowo włóknista, sta-

*) „Licht und Lampe” 1933 str. 354.

*) L. Berson. „Zagadnienie próżni w żarówkach próżniowych”. Przegl. El. 1926.

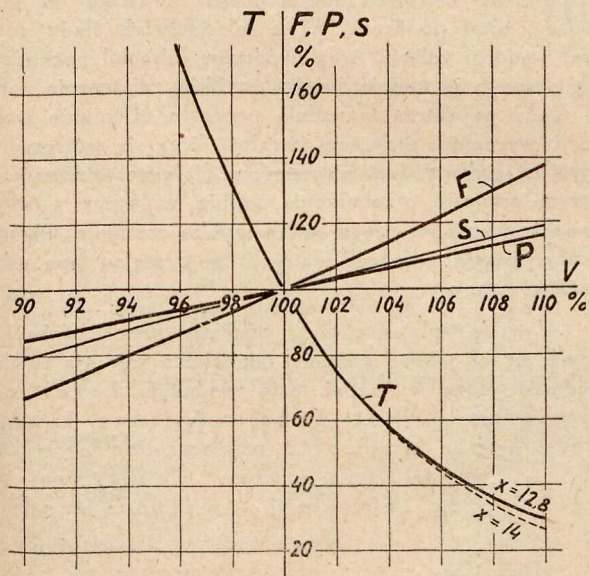
je się krystaliczna, co powoduje podwyższenie oporności, a zatem i temperatury, a następnie strumienia. Również pod wpływem wysokiej temperatury spiralka ulega pewnym zwisom, częściowo się wyciąga i t. d., co w rezultacie prowadzi do pewnych nieznacznych zmian strumienia.

Skutkiem tych dwóch okoliczności w pierwszych godzinach świecenia żarówka dochodzi do pewnego maksimum wydajności świetlnej (t. zw. dojrzewanie), poczem strumień powoli lecz ustawnie spada z racji pokrywania się bańki nalotem wolframu. Jak widzimy na rys. 6,



Rys. 6.
Zmienność strumienia (F) i mocy (W) podczas pracy żarówek 110/40.

niewielkie zmiany mocy i większe strumienia odbywają się prawie proporcjonalnie do czasu pracy. Czernienie postępuje tem szybciej, im wyższą jest sprawność; obecność neutralnego gazu wpływa hamująco. Najwięcej wobec tego czernieją żarówki próżniowe na niskie napięcie i dużą moc. Czas, po którym żarówka straci 20% swego strumienia, przyjęto ogólnie nazywać trwałością użyteczną, która może być mniejsza od ogólnej, jak to wskazuje wykres dla żarówki próżniowej 110/40. Naogół jednak można powiedzieć, że żarówki gazowane oraz próżniowe na mniejszą moc i wyższe napięcie (220 V) wcześniej kończą swój żywot, niż zdążą się zaczerpnąć tak, że stają się nieekonomiczne. Trwałość ogólna jest wtedy trwa-



Rys. 7.
Zależność strumienia, mocy, sprawności i trwałości (w %% wartości normalnych) od zmian napięcia.

*) Według nomogramów L. Blocha („Lichttechnik“ str. 126) i artykułu B. Konorskiego (Przeł. El. 1929, str. 196).

łością użyteczną. Można przyjąć, że żarówki gazowane tracą po normalnej ilości godz. palenia około 10%, a próżniowe — 15 ÷ 20% strumienia świetlnego.

Dotychczas mówiliśmy o sprawności i trwałości żarówek normalnych przy napięciu nominalnym, czyli takim, na jakie były obliczone. Dla pełnego scharakteryzowania żarówek rozpatrzmy jeszcze zmiany, jakie zachodzą w nich, gdy zmienia się napięcie sieci. Oznaczamy moc pobieraną w watach przez P, strumień całkowity w lumenach międzynarodowych przez F, sprawność w lum/Wat przez S i trwałość w godzinach przez T. Poniższa tablica oraz rys. 7*) pokazują nam procentowe zmiany tych wielkości w stosunku do wartości, jakie żarówka okazuje przy napięciu nominalnym.

V %	P %	F %	S %	T %		
				eksp.	x = 13	x = 14
90	85	67	79	533	394	437
92	88	73	83	380	295	321
94	91	80	88	250	222	238
96	94	86	92	171	169	171
98	97	93	96	131	130	133
100	100	100	100	100	100	100
102	103	107	104	75	76	76
104	106	114	107	58	59	58
106	109	122	111	46	46	44
108	113	130	115	36	36	34
110	116	138	119	29	28	26

Zauważmy, że rozpatrywane wielkości mogą być wyrażone zapomocą potęgowych (wzorów empirycznych, w których wykładniki potęg zależą od rodzaju żarówki. Dla typów normalnych, przy niewielkich odchyleniach napięcia (≈ 5% wartości nominalnej), możemy uważać za słuszne zależności następujące:

$$P \approx P_n \left(\frac{V}{V_n} \right)^{1,6}; \quad F \approx F_n \left(\frac{V}{V_n} \right)^{3,6}; \quad S \approx S_n \left(\frac{V}{V_n} \right)^2;$$

$$T = T_n \left(\frac{V}{V_n} \right)^{13 \div 14}$$

W tablicy oraz na rysunku podano oprócz wartości eksperymentalnych T_{eksp} % (gdzie wykładnik potęgi x zmienia się od 16 do 12,8 przy zmienności napięcia od 0,9 do 1,1 V_n), również liczby teoretyczne, otrzymane przy założeniu $x = 13$ oraz $x = 14$.

Jak wiemy, sprawność i trwałość kolidują ze sobą, otóż z 2-ch ostatnich równań wynika, że są one związane zależnością

$$T = T_n \left(\frac{S_n}{S} \right)^{6,5-7}$$

Rozumieć to należy w ten sposób, że, jeżeli dana fabryka wykona pewien typ żarówek o sprawności S, różniącej się od normalnej S_n , to ich średnia trwałość odpowiada powyższemu wzorowi, jeżeli konstrukcja i dokładność wykonania pozostają niezmienione.

Wpływ wykonania na wyniki pracy.

W poprzednim rozdziale wspomnieliśmy o powodach przepalania się idealnie dokładnie wykonanej żarówki. Jak to uwidoczniła rys. 3, nawet w takiej żarówce istnieją miejsca, w których wytwarza się znacznie więcej ciepła, powodując wyraźną nierównomierność temperatur. Jak zaobserwowano, większość żarówek próżniowych przepala się w sąsiedztwie elektrod, gdzie panuje najwyższe obciążenie włókna z powodu prądu elektronowego, w gazowanych zaś drucik przerywa się najczęściej przy którejś z

podpórek skutkiem wspomnianego zjawiska Thomsona. W miejscach tych wysoka temperatura przyspiesza odparowywanie oraz przekształcanie się wolframu, które prowadzi do tworzenia się wielkich, poprzesuowanych względem siebie kryształów. Te zmiany wewnętrznej struktury, wobec towarzyszącego im wzrostu oporności oraz zmniejszenia odporności na wstrząśnienia (włókno kruszeje), są najważniejszą przyczyną „śmierci” żarówki.

W żarówkach normalnych istnieje poza opisanymi jeszcze cały szereg przyczyn, powodujących nierównomierność obciążenia. Przy najbardziej nawet systematycznej pracy w fabryce nie podobna uniknąć niedokładności w wykonaniu poszczególnych części.

Najważniejszą rolę grać będą błędy wykonania systemu świecącego, do których zaliczymy:

a) **Nierównomierności samego włókna**, które jest zasadniczym elementem żarówki. Nie można utworzyć włókna idealnie jednolitego tak pod względem wewnętrznej budowy, jak i średnicy. Najstaranniej ciągnięty drucik posiadać będzie odchylenia od swej przeciętnej średnicy i to procentowo tem większe, im jest cieńszy*). Podczas przepływania prądu spadki napięcia na odcinkach różnej grubości będą niejednakowe, a biorąc pod uwagę wzrastającą z temperaturą oporność wolframu, łatwo zdamy sobie sprawę, że w miejscach najcieńszych ustala się temperatura, o wiele przekraczająca temperaturę średnią.

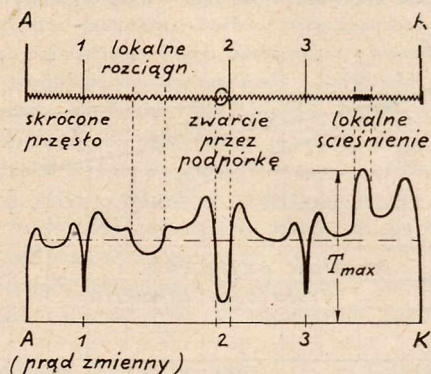
b) **Nierównomierności spiralki**. Ścieśnienie zwojów, nagłe zagięcia i t. p. powodują niejednakowe warunki chłodzenia i stąd silniejsze obciążenia włókna w miejscach zagęszczeń przy dużo słabszym w innych. Zjawisko to jest szczególnie niebezpieczne w żarówkach gazowanych, gdzie zdolność odprowadzenia ciepła przez gaz tylko niewiele zwiększa się ze wzrostem temperatury.

c) **Niesymetryczność palnika**. Gdy poszczególne podpórki (haczyki) nie są ustawione pod jednakowymi kątami, to mniejsze przeszła będą wydajniej chłodzone, co powoduje również nierówny rozkład temperatur.

Wszystkie wyżej wymienione przyczyny występować będą jednocześnie w mniejszym lub większym stopniu w każdej żarówce normalnej, powodując przytem powiększenie niebezpiecznego wpływu prądów elektronowych i zjawiska Thomsona, jak to w przybliżeniu pokazuje rys. 8. Ponieważ trwałość danej żarówki pośrednio tylko zależy od średniego obciążenia włókna, a głównie decyduje tutaj miejsce naj słabsze lub też najsilniej obciążone, więc z dwóch żarówek jednakowych, o równych sprawnościach, ta będzie trwała krócej, która ma mniejszą równomierność rozkładu temperatury włókna.

d) Zakładaliśmy dotąd, że mamy spiralki właściwie obliczone i założone tak, że ich część czynna jest zawsze jednakowa, a jedynie omówione nierównomierności powo-

dują pogorszenie warunków pracy. Jednakże w praktyce nigdy część czynna nie jest ściśle taka, jaką przyjęliśmy w obliczeniach. Niezgodność długości czynnej włókna z długością teoretyczną powodowana jest przez niedokładne zamocowanie spiralki w elektrodach oraz przez zwarcia pewnej ilości zwojów przez haczyki. Zależnie od wahań długości czynnej otrzymujemy sprawność zamałą przy dużej trwałości lub też sprawność dużą przy zbyt małej trwałości.



Rys. 8.

Wpływ błędów palnika na rozkład temperatury włókna.

Poza temi wadami „wrodzonymi” wspomniemy jeszcze o takich, które ujawniają się dopiero po pewnym czasie. Spiralka pod wpływem temperatury zmienia nieco swój kształt (np. wyciąga się pod działaniem siły ciężkości i t. p.). Powodem tych zjawisk są zmiany struktury wolframu, zależne od sposobów jego obróbki, tak przy ciągnięciu drucika, jak i później przy wykonywaniu spiralki (nawijanie, trawienie i wyżarzanie). Błędy, popełnione pod tym względem, wywołują silne odkształcenie palnika, szczególnie niebezpieczne w żarówkach gazowanych.

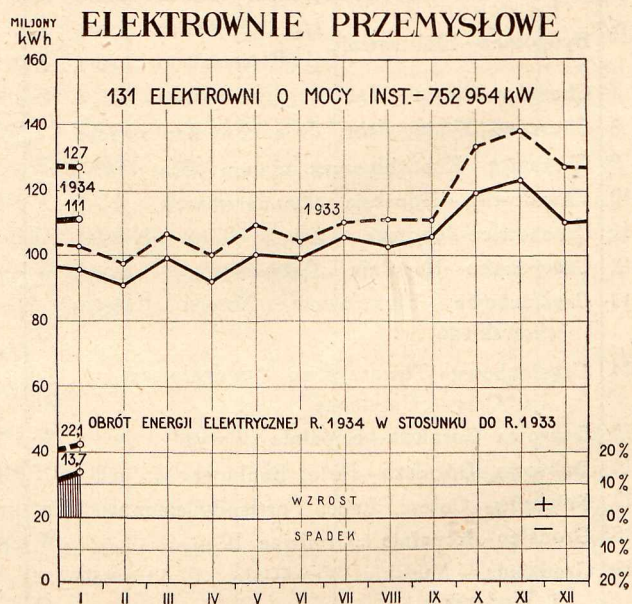
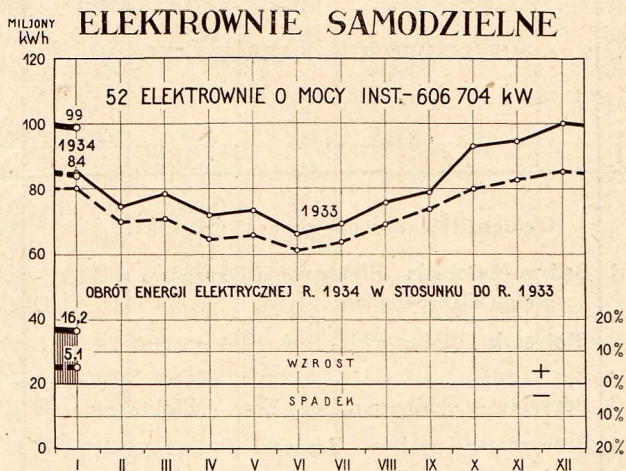
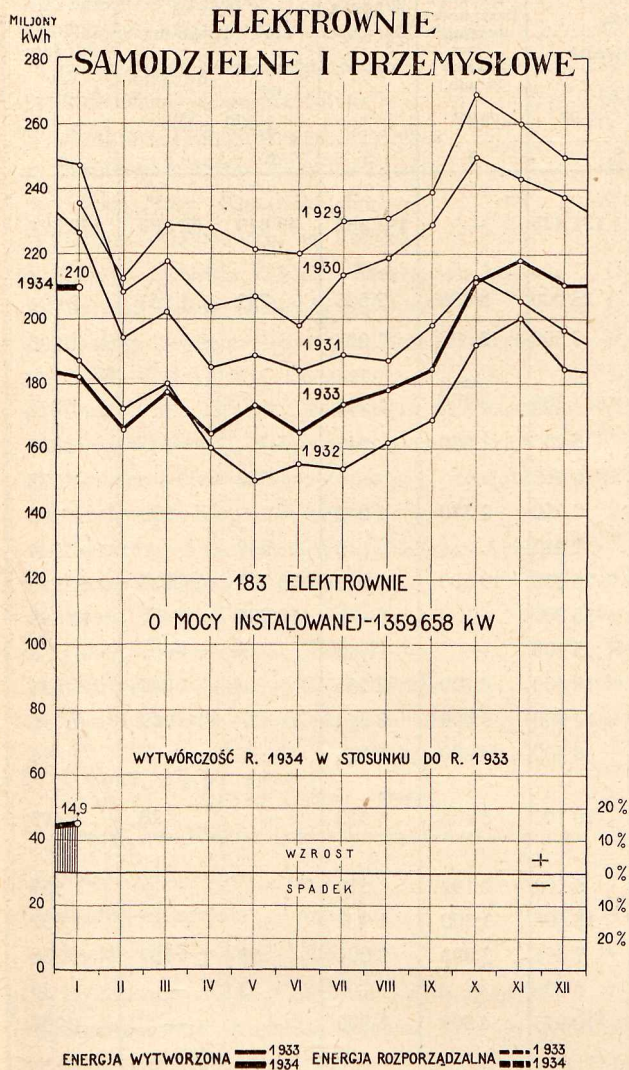
Wszystkie dotychczas wspomniane uchybienia fabrykacji, jakkolwiek bardzo dotkliwie odbijają się na jakości, jednakże nie dają się tak łatwo zauważyć, jak zła próżnia. O sposobach osiągnięcia dobrej próżni mówiliśmy na innym miejscu, tutaj podkreślimy, że jakiegokolwiek ślady powietrza, wodoru, wilgoci, węglowodorów lub ciał pochodzenia organicznego powodują bardzo szybkie zniszczenie żarówki. Ślady powietrza wywołują poprostu utlenienie wolframu (biały nalot), przytem trwałość liczy się wówczas najwyżej na godziny. Inne wspomniane ciała uczestniczą w kołowym procesie przenoszenia drobin wolframu z włókna na szkło, skutkiem czego bańka szybko czernieje. Obecność gazów sprzyja pozatem jonizacji, pogarszając tem samem warunki pracy.

Z opisu wpływu różnych odchyień przy fabrykacji żarówek na ich jakość widzimy, jak wielką rolę gra tutaj dokładność pracy w każdej fazie produkcji. Jeżeli równomierność jest duża, wówczas fabryka może sobie pozwolić na znacznie wyższe obciążenie włókna, a więc na wyższą sprawność, przy tej samej trwałości średniej.

*) Por. ETZ, 1932, str. 1088.

MINISTERSTWO PRZEMYSŁU I HANDLU BIURO ELEKTRYFIKACJI STATYSTYKA ELEKTRYCZNA

Rok V **MIESIĘCZNY OBRÓT ENERGJI ELEKTRYCZNEJ** **Styczeń 1934**
Elektrownie (183) o mocy instalowanej ponad 1 000 kW (ok. 92% wytwórczości)



ELEKTROWNIE o mocy instalowanej ponad 1 000 kW	Liczba zakładów	Moc instalowana kW	Własna wytwórczość	Wymiana energii z innymi elektrowniami		Rozporządzalna energia ogółem rb. (4+5-6)
				otrzymano	oddano	
1	2	3	4	5	6	7
I + II	183	1 359 658	209 682	54 539	53 183	211 038
I Samodzielne	52	606 704	99 140	17 609	32 765	83 984
1) Okręgowe O	22	350 594	62 306	13 459	31 001	44 764
2) Lokalne L	28	242 530	34 394	3 289	1 764	35 919
3) Trakcyjne T	2	13 580	2 440	861	—	3 301
II W zakładach przemysłowych	131	752 954	110 542	36 930	20 418	127 054
1) Kopalnie węgla W	41	370 796	61 782	13 773	19 410	56 145
2) Huty H	14	97 585	14 729	9 480	1 008	23 201
3) Fabryki włókiennicze Wł	15	40 374	7 046	358	—	7 404
4) Fabryki chemiczne Ch	14	110 773	12 955	13 198	—	26 153
5) Cukrownie Ck	19	45 168	91	13	—	104
6) Papiernie P	6	28 929	10 897	50	—	10 947
7) Cementownie Cm	8	33 411	278	33	—	311
8) Pozostałe zakłady przemysłowe R	14	25 918	2 764	25	—	2 789

MIESIĘCZNY OBRÓT ENERGJI ELEKTRYCZNEJ

ELEKTROWNIE (70) O MOCY INSTALOWANEJ PONAD 5 000 kW

(Ok. 80% wytwórczości)

Styczeń 1934

Nr.	MIEJSCOWOŚĆ — NAZWA ZAKŁADU	Moc instalowana		Największe (szczytowe) obciążenie (czas trwania 15 min.) kW	Własna wytwórczość	Wymiana energii z innymi elektrowniami		Rozporządzalna energia ogółem rb. (5+6-7)
		kVA	kW			otrzymano	oddano	
1	2	3		4	5	6	7	8
	Ogółem (elektrownie ponad 5 000 kW) . . .	1 466 713	1 131 435	—	181 962	40 619	52 185	170 396
1	Będzin-Małobądz—Elektrownia Okręgowa w Zagłębiu Dąbrowskiem O	31 800	23 500	8 000	2 505	753	1 167	2 091
2	Białystok—Białostockie Tow. Elektryczności L	9 780	7 500	2 670	1 005	—	—	1 005
3	Borysław—Podkarpackie Tow. Elektryczne O	14 000	11 200	(5 min.) 3 700	1 244	—	—	1 244
4	Brzeszcze—Kopalnia „Brzeszcze” W	6 275	5 000	1 850	845	—	—	845
5	Buchacz-Radzionków—Kopalnia „Radzionków” W	10 780	8 655	—	—	572	—	572
6	Bydgoszcz—Elektrownie { I (nowa) L	8 750	7 050	2 380	1 042	—	539	503
		II (stara) L	2 230	1 910	...	5	539	—
7	Chorzów—Śląskie Zakłady Elektryczne O	94 000	76 000	19 600	6 927	10 818	6 035	11 710
8	Chorzów—Zjedn. Fabr. Związków Azotowych Ch	81 300	55 200	—	—	12 895	—	12 895
9	Chrzanów—Kop. błyszczu ołowiu „Matylda” . R	6 500	5 200	—	—	3	—	3
10	Chwałowice—Kopalnia „Donnersmarck” W	13 450	10 760	4 700	2 366	—	1 842	524
11	Czechowice-Żebacz—Zakłady Górn. „Silesia” O	27 847	17 900	5 600	2 344	—	949	1 395
12	Czerwionka—Kopalnia „Dębieńsko” W	10 500	8 400	3 000	1 626	—	—	1 626
13	Częstochowa—Elektrownia Okręgu Częstochowskiego O	16 735	10 700	3 600	1 513	—	20	1 493
14	Częstochowa—Towarzystwo Przędzalnicze „La Czenstochovienne” Wł	6 350	5 100	2 192	550	—	—	550
15	Dąbrowa Górnicza—Kopalnia „Paryż” W	16 850	13 600	3 800	1 932	—	—	1 932
16	Dąbrowa Górnicza—Huta Bankowa H	8 696	7 096	3 800	2 001	58	729	1 330
17	Golezów—Golez. Fabr. Portland-Cementu . Cm	7 580	6 056	—	—	33	—	33
18	Grodzic—Kopalnia „Grodzic II” W	13 700	10 975	4 800	1 900	—	—	1 900
19	Grudziądz—Miejskie Tramwaje, Elektrownia i Wodociągi O	8 380	6 800	3 300	1 235	—	243	992
20	Janów—Kopalnia „Giesche”, szyb „Carmer” . W	34 780	27 100	14 000	8 620	—	5 596	3 024
21	Jaworzno—Kopalnia „Piłsudski” W	23 925	19 120	10 400	4 554	—	2 391	2 163
22	Jaworzno—Fabryka elektrochemiczna „Azot” . Ch	12 500	6 250	—	—	295	—	295
23	Jeziorna—Mirkowska Fabryka Papieru P	7 250	6 000	2 250	1 117	10	—	1 127
24	Kalety—Fabryka celulozy i papieru „Natronag” P	6 695	5 075	1 395	1 033	—	—	1 033
25	Kalisz—Elektrownie { I (nowa) O	5 250	4 200	1 300	471	—	—	471
		II (stara) O	1 520					
26	Kamień—Kopalnia „Andaluzja” W	9 320	8 320	2 000	1 100	147	1	1 246
27	Katowice-Bogucice—Kopalnia „Ferdynand” . W	15 265	12 325	2 400	1 075	—	—	1 075

Energja rozporządzalna, w rozumieniu tej statystyki, jest to energja wytworzona brutto, łącznie z energją otrzymaną od innych elektrowni, po potrąceniu oddanej również elektrowniom. Innymi słowy, jest to energja, którą rozporządza elektrownia po dokonanej wymianie energii z innymi elektrowniami.

Górne krzywe na wykresach po stronie prawej wykazują porównawczo energję wytworzoną i rozporządzalną, natomiast dolne krzywe dają procentowe ujęcie stosunku obrotu 1934 r. do 1933 r.

Podane liczby mogą, w niektórych pozycjach, ulegać późniejszym nieznacznym zmianom.

Nr.	MIEJSCOWOŚĆ — NAZWA ZAKŁADU	Moc instalowana		Największe (szczytowe) obciążenie. (czas trwania 15 min.) kW	Własna wytwórczość	Wymiana energii z innymi elektrowniami		Rozporządzalna energia ogółem (5+6-7) rb.
		kVA	kW			otrzymano	oddano	
1	2	3		4	5	6	7	8
						1 000 kWh		
28	Katowice-Brynów—Kopalnia „Wujek” W	15 500	12 000	4 100	1 855	2	616	1 241
29	Katowice-Zalęże—Kopalnia „Kleofas” W	10 815	8 940	1 850	703	3	—	706
30	Knurów—Kopalnia „Knurów” W	9 375	7 500	—	—	2 206	—	2 206
31	Kostuchna—Kopalnia „Boer” W	9 043	7 243	—	—	1 566	—	1 566
32	Kraków—Elektrownia w Krakowie L	19 880	15 700	3 978	1 049	2 096	—	3 145
33	Królewska Huta—Huta Królewska H	9 380	5 200	2 700	1 133	261	—	1 394
34	Libiąż Mały—Kopalnia „Janina” W	8 115	6 620	1 050	564	—	—	564
35	Lublin—Elektrownia w Lublinie L	7 250	5 800	1 520	575	—	—	575
36	Lwów—Miejskie Zakłady Elektr. we Lwowie . O	31 380	25 900	9 700	3 497	—	—	3 497
37	Łaziska Górne—Zakłady „Elektro” O	110 125	87 100	51 700	33 147	—	21 496	11 651
38	Łaziska Średnie—Kopalnia „Szczęść Boże”. W	6 625	5 300	—	—	712	—	712
39	Łódź—Elektrownia Łódzka L	93 890	70 750	29 400	11 968	—	1 139	10 829
40	Łódź—Fabr. Wyrob. Bawełn. „J. K. Poznański” Wł	7 500	6 000	5 200	1 734	26	—	1 760
41	Łódź-Widzew—„Widzewska Manufaktura” . Wł	7 730	6 180	5 605	1 399	121	—	1 520
42	Mościce—Zjedn. Fabr. Związków Azotowych Ch	31 125	24 900	9 500	6 504	—	—	6 504
43	Mysłowice—Kopalnia „Mysłowice” W	16 222	12 992	4 500	1 903	—	—	1 903
44	Myszków—Fabr. papieru „Steinhagen i Saenger” P	11 190	8 950	7 400	4 921	—	—	4 921
45	Niemce—Kopalnia „Juljusz” W	11 875	9 500	5 100	2 321	—	—	2 321
46	Nowa Wieś—Kopalnia „Hillebrand” W	10 880	8 800	—	—	1 443	—	1 443
47	Nowy Bytom—Huta „Pokój” H	18 380	12 910	2 000	1 098	2 844	241	3 701
48	Ostrowiec—Zakłady Ostrowieckie H	7 590	5 070	3 100	649	—	—	649
49	Piaski-Czeladź—Kopalnia „Czeladź” W	17 435	13 960	5 200	2 471	—	751	1 720
50	Poznań—Elektrownie { I (nowa) L	25 000	20 000	7 280	2 641	72	72	2 641
	{ II (stara) L	13 005	10 000	—	—	—	—	—
51	Pruszków—Elektrownia Okręgu Warszawskiego O	43 450	31 500	8 500	3 187	—	53	3 134
52	Pszów—Kopalnia „Anna” W	31 000	24 800	9 800	4 786	4	1 942	2 848
53	Radlin—Kopalnia „Emma” W	17 880	14 300	2 000	742	1 942	54	2 630
54	Ruda—Elektrownia „Mikołaj” W	21 000	16 800	11 300	5 127	—	2 520	2 607
55	Rydułtowy—Kop. „Charlotte”, szyb „Leo” . W	14 200	11 360	5 000	2 714	—	1 842	872
56	Siemianowice—Kopalnia „Richter” *) W	25 900	19 760	9 500	4 753	—	660	4 093
57	Siersza-Wodna—Elektrownia Okręgowa w Za- głębiu Krakowskim O	32 140	22 500	5 450	2 083	—	3	2 080
58	Sosnowiec-Sielce—Elektr. Gwar. „Hr. Renard” W	11 000	9 200	3 750	541	729	58	1 212
59	Szczakowa—Fabr. Portland-Cem. „Szczakowa” Cm	8 750	7 000	300	147	—	—	147
60	Świętochłowice—Kopalnia „Niemcy” W	10 445	8 750	5 300	2 025	38	183	1 880
61	Świętochłowice—Huta „Falwa” H	64 660	51 000	18 000	8 167	6	38	8 135
62	Tomaszów-Wilanów—Tom. Fabr. Sztucz. Jedw. Ch	8 270	6 615	3 500	2 031	—	—	2 031
63	Warszawa—Elektrownia Warszawska L	79 000	57 900	28 700	10 141	—	11	10 130
64	Warszawa—Elektrownia Tramwajów Miejskich T	12 900	12 900	6 720	2 440	11	—	2 451
65	Wilno—Elektrownia w Wilnie L	6 725	5 350	2 550	840	—	—	840
66	Włocławek—Kujawska Elektrownia Okręgowa O	7 250	5 800	1 375	475	—	40	435
67	Wojkowice Komorne—Kopalnia „Jowisz” . . . W	21 380	17 100	5 600	2 684	—	954	1 730
68	Wysoka—Fabr. Portland-Cementu „Wysoka” . Cm	9 800	7 840	115	51	—	—	51
69	Zgierz—Elektrownia Zgierska L	10 845	7 179	2 600	913	—	—	913
70	Żur—Zakład wodno-elektryczny w Żurze . . O	8 800	8 200	4 600	973	414	—	1 387

*) Od listopada 1933 r. zmieniono nazwę: kopalnia „Huta Laura” na — kopalnia „Richter”.

Z ŻYCIA ORGANIZACYJ.

STOWARZYSZENIE ELEKTRYKÓW POLSKICH.

ODDZIAŁ ŁÓDZKI.

Protokół

Walnego Zebrania członków Oddziału Łódzkiego S. E. P., które odbyło się w dniu 8 lutego 1934 r.

Obecnych było na zebraniu 31 członków. Trzech członków reprezentowało jednocześnie członków zbiorowych.

Zebranie zagałę kol. Z. Rau, wygłaszając słowa wspomnienia pośmiertnego kolegów b. p. E. Bolkowskiego, członka Komisji Rewizyjnej Oddziału, oraz ś. p. W. Wołkowskiego. Pamięć zmarłych kolegów uczczono przez powstanie. Następnie odczytał deklaracje kandydatów na członków p. Jana Bogusławskiego i Kazimierza Koźmińskiego, poczem zaproponował na przewodniczącego Walnego Zebrania kol. Juljana Brzozowskiego. Propozycję tę przyjęli wszyscy zebrani jednogłośnie.

Sekretarzem Zebrania był z urzędu sekretarz Oddziału kol. Z. Bentkowski.

Po objęciu przewodnictwa kol. J. Brzozowski odczytał proponowany przez Zarząd następujący porządek dzienny, który zebrani przyjęli bez zmian:

1. Zagajenie i wybór przewodniczącego Zebrania.
2. Odczytanie protokołu z poprzedniego Walnego Zebrania.
3. Sprawozdanie Zarządu.
4. Sprawozdanie Skarbnika.
5. Sprawozdanie Komisji Rewizyjnej.
6. Dyskusja i absolutorjum.
7. Zatwierdzenie budżetu na rok 1934.
8. Wybory Zarządu na rok 1934.
9. Wybory Komisji Rewizyjnej.
10. Wybory członków Komisji i przedstawicieli do instytucji pokrewnych.
11. Wolne wnioski.

W dalszym ciągu sekretarz odczytał protokół Walnego Zebrania z dnia 26 stycznia 1933 r., który przyjęto bez zmian. Również przyjęto w całości sprawozdanie Zarządu za rok 1933, zreferowane przez sekretarza Oddziału, kol. Z. Bentkowskiego.

Sprawozdanie kasowe zdawał skarbnik Oddziału, kol. A. Marliński. Obroty całoroczne Oddziału wynoszą zł. 5 908.23. W bilansie zamknięcia podał sumę zł. 17 591.58.

Następnie zabrał głos przewodniczący Komisji Rewizyjnej, kol. A. Lejzerowicz, który stwierdził zgodność ksiąg kasowych i postawił wniosek o udzielenie absolutorjum ustępującemu Zarządowi.

W otworzonej przez przewodniczącego dyskusji zabrał głos kol. A. Lejzerowicz, który uważał, że zmniejszenie wartości inwentarza Oddziału o sumę około 7 000 zł. w ciągu jednego roku jest zbyt duże, wobec czego prosił o poddanie rewizji decyzję Zarządu w sprawie spisania tej sumy. W dalszym ciągu kol. A. Lejzerowicz interpelował w sprawie używania aparatów i maszyn Oddziału przez Zakład Badawczy Szkoły Techniczno-Przemysłowej, jak również w sprawie odpowiedzialności Szkoły za zużyte i skradzione przedmioty.

W odpowiedzi kol. Z. Rau wyjaśnił, że inwentarz robiony był przez trzy lata do roku 1930 i wówczas już majątek Oddziału był przewartościowany. Obecnie zaś wiele rzeczy straciło swą dydaktyczną wartość i jest niezdolnych do użytku. Ponieważ przez szereg lat nie była odpisywa-

na żadna suma na amortyzację, należało więc obecnie wykonać jeszcze raz ocenę wartości, co zostało przez specjalną komisję przeprowadzone, w rezultacie czego została spisana suma około 7 000 zł.

Kol. Z. Bentkowski wyjaśnił również, że Zarząd w projekcie oddziału elektrycznego Zakładu Badawczego uwzględnił 8% od wpływów na rzecz Oddziału Łódzkiego S.E.P. za używanie aparatów i maszyn.

W rezultacie dyskusji zgłoszono 3 wnioski:

kol. A. Lejzerowicza, ażeby co rok spisywać na amortyzację aparatów i maszyn od ich obecnej wartości 10%;

kol. M. Kassera, ażeby co rok spisywać na amortyzację aparatów i maszyn od ich pierwotnej wartości 10% oraz wniosek Prezydium, ażeby specjalna komisja ustaliła dla poszczególnych przedmiotów lata amortyzacji i w tym stosunku będzie co rocznie spisywana wartość przedmiotów.

Podczas głosowania, jedynie wniosek Prezydium uzyskał większość.

Następnie kol. przewodniczący poddał pod głosowanie wniosek udzielenia absolutorjum ustępującemu Zarządowi, który zebrani przyjęli jednogłośnie.

Przyjęto również w całości proponowany budżet Oddziału w wysokości 5.234 zł.

Zkolei odbyły się wybory Zarządu na rok 1934.

Na propozycję przewodniczącego Zebrania wybrano przez aklamację na prezesa Oddziału kol. Z. Rau'a.

Na członków Zarządu wybrano w tajnym głosowaniu większością głosów następujących kolegów: Dąbrowskiego Cz. 30 głosami, Bentkowskiego Z. 29 głosami, Marlińskiego A. 29 głosami i Kassera M. 16 głosami, na zastępców kolegów: Brzozowskiego J. 15 głosami, Kopczyńskiego 3 głosami i Pura F. 3 głosami. Ilość oddanych głosów 32.

Głosy obliczali koledzy E. Jasiński i J. Reicher.

Do Komisji Rewizyjnej wybrano większością głosów kolegów A. Lejzerowicza, St. Harasymowicza i E. Jasińskiego, jako zastępców zaś kolegów W. Kopczyńskiego i Wł. Dawidowicza.

W dalszym ciągu wybrano członków poszczególnych komisji oraz przedstawicieli do instytucji pokrewnych, jak następuje:

Do Komisji Szkolnictwa koledzy: H. Wendt, L. Terson, M. Dziergowski, Cz. Dąbrowski, St. Jastrzębski.

Do Komisji Radjowej przy Łódz. Tow. Kursów Technicznych koledzy: Cz. Dąbrowski, Wł. Dawidowicz, L. Ormontowicz, J. Reicher, M. Kruażyr.

Do Rady Nadzorczej Łódzkiego Tow. Kursów Technicznych kol. J. Brzozowski. Opiekunem Szkoły Wieczorowej Doksztatcającej dla elektryków pozostał nadal kol. H. Wendt.

W ostatnim punkcie porządku dziennego kol. Z. Rau poinformował zebranych o pracach przepisowych poszczególnych Komisji, zachęcając do współpracy. Prosił również zebranych o zgłoszenie kandydatury na członka korespondenta biura znaku przepisowego S.E.P. w myśl listu Zarządu Głównego.

Kol. Wł. Dawidowicz podniósł sprawę utworzenia sekcji radjowej przy oddziale Łódzkim, którą postanowiono ukonstytuować, o ile zgłosi się do niej 6 członków.

Na tem zebranie zamknięto.

Sekretarz:
Z. Bentkowski.

Przewodniczący:
J. Brzozowski.

UTWORZENIE ODDZIAŁU WOŁYŃSKIEGO S. E. P.

W ostatnich miesiącach 1933 roku z inicjatywy grupy elektryków, członków S.E.P., zamieszkałych na Wołyniu, utworzony został Oddział Wołyński S.E.P., dwunasty z kolei Oddział Stowarzyszenia. Po załatwieniu formalności, związanych z zatwierdzeniem regulaminu Oddziału przez Zarząd Główny S.E.P., odbyło się pierwsze Walne Zebranie członków Oddziału, który liczy w chwili obecnej 12 członków zwyczajnych.

Należy z prawdziwym uznaniem powitać inicjatywę skupienia rozproszonych na tej pości wschodnich kresów elektryków, którzy wchodząc w skład Stowarzyszenia, przyczynią się niewątpliwie do posunięcia naprzód zagadnień elektryfikacji naszych kresów oraz do rozwoju i popularyzacji na tym terenie wiedzy i techniki w dziedzinie elektryczności.

Protokół

1-go Walnego Zebrania Wołyńskiego Oddziału S.E.P.
z dnia 25 lutego 1934.

Walne Zebranie rozpoczęło się o godz. 11.30 w obecności 12-tu członków.

Walne Zebranie zaigaił krótkim powitaniem i informacyjnym przemówieniem, wyjaśniającem cele Stowarzyszenia, inż. St. Rylke.

Po zagajeniu został wybrany na przewodniczącego Zebrania inż. J. Krokos, który powołał na sekretarza inż. St. Trelewskiego.

Przewodniczący odczytał porządek dzienny Zebrania, opracowany przez Grupę Organizacyjną, który został przyjęty przez Walne Zebranie.

Jako pierwszy punkt porządku dziennego został odczytany regulamin, który po krótkiej dyskusji został zatwierdzony i przyjęty przez Walne Zebranie.

Jako drugi punkt porządku dziennego, odbyły się wybory do Zarządu i Komisji Rewizyjnej i drogą tajnego głosowania zostali wybrani większością głosów następujący członkowie:

Zarząd:

Prezes — inż. Stanisław Rylke.
Vice-prezes — inż. Jerzy Krokos.
Sekretarz i skarbnik — inż. Zbigniew Bończa-Janusz.

Komisja Rewizyjna:

Członkowie: inż. Mikołaj Jarmołowicz i inż. Aleksander Winogradow.

Zastępca — inż. Jan Pajchel.

W wolnych wnioskach zostały poruszone i przyjęte przez Zebranie następujące dezyderaty:

1) Inż. Krokos poruszył sprawę opłat członkowskich dla nowostępujących członków, która po przedyskutowaniu została ujęta w sposób następujący. Ponieważ Wołyński Oddział S.E.P. powstał dopiero 25 lutego b. r., czyli w końcu 1-go kwartału, przeto nowoprzyjęci członkowie będą

opłacać składki dopiero od dnia 1-go kwietnia b. r., jako początku 2-go kwartału.

2) Inż. Z. Bończa-Janusz poruszył sprawę zorganizowania odczytów z dziedziny popularyzacji elektrotechniki, odczytów fachowych dla członków, zaprenumerowaniu pism fachowych oraz stworzenie biblioteki, po przedyskutowaniu postanowiono przekazać tę sprawę Zarządowi.

Na tem Zebranie zostało zakończone o godz. 14.

Sekretarz: *St. Trelewski.*
Przewodniczący: *J. Krokos*

ODDZIAŁ RADOMSKI.**Zgłoszenia na członków zwyczajnych:**

Kizler Roman, Skarżysko-Kamienna, Fabr. Amunicji, Elektrownia.

Korzeniowski Aleksander, Skarżysko-Kamienna, Fabr. Amunicji, Elektrownia.

ODDZIAŁ WARSZAWSKI.**Zgłoszenia na członków zwyczajnych:**

Fijałkowski Wiesław, Warszawa, ul. Marymoncka 1c, m. 170.

Hoser Jerzy, Warszawa, ul. Radna 9.

Jaworski Czesław, Milanówek, ul. Leśna 4.

Nadel Ludwik, Warszawa, ul. Chłodna 20, m. 2.
Werszwowski Tadeusz, Warszawa, ul. Żelazna 47.

Przyjęci na członków zwyczajnych:

Szenajch Karol, Warszawa, ul. Lwowska 11, m. 18.

Waszczenko Karol, Warszawa, ul. Nowy Świat 8/10, m. 24.

ODDZIAŁ WOŁYŃSKI.**Zgłoszenia na członków zwyczajnych:**

Pajchel Jan, Równe, ul. Beliny 10.

Winogradow Włodzimierz, Włodzimierz Woł., ul. Budkiewicza 13.

Bończa Janusz Zbigniew, Równe, ul. Szemplińskiego 9.

Zalcman Chaskiel, Równe, ul. Gminna 2.

Dombrowic Zelman, Równe, ul. 13 Dywizji 12.

Łuczycki Władysław, Równe, ul. Szpitalna 43.

Chmielewski Ananjasz, Równe, ul. Mickiewicza 37.

Łukanow Eugenjusz, Równe, ul. Czarneckiego 5.

Przyjęty na członka zwyczajnego:

Jarmołowicz Mikołaj, Równe, ul. Dubieckiego 6.

ODDZIAŁ WYBRZEŻA MORSKIEGO.**Zgłoszenia na członków zwyczajnych:**

Gottschlich Alfred, Gdańsk Langfuhr, Heeresanger 11.

Goślawski Mieczysław, Gdynia, ul. Marsz. Piłsudskiego, dom Z. U. P. U. m. 19.

B. p. RAFAŁ MEDRES.

4 marca b. r. zmarł Rafał Medres, inż. elektryk. Urodził się w 1868 r. w Lachowiczach, ziemi Nowogródzkiej, jako syn miejscowego rabina. Mimo przepaści, jaka dzieliła świat, w którym wyrastał Medres, od świata kultury i cywilizacji, odczuł Medres podświadomie potrzebę wiedzy prawdziwej. Porzucił getto, w którym przebywał, i przybył na swe ryzyko do Warszawy, aby się kształcić.



Mimo nieznamomości żadnego języka europejskiego, mimo wielkiego niedostatku, jaki cierpiał, korzystając z nikłej pomocy gminy żydowskiej, nietylko sam wytrwał w swym zamiarze, ale pociągnął za sobą swego młodszego brata i kilku innych jeszcze swych rówieśników z tego samego otoczenia w Lachowiczach.

Uczył się i uczył innych, a po kilku już latach, dzięki pomocy niezjącego d-ra Antoniego Natansona, udaje się do Krakowa, gdzie zdaje maturę w 1897 r. W przeciągu kilku lat Jego umysł i Jego poglądy przebyły kilkunastokrotną przestrzeń rozwoju cywilizacji i kultury.

Po zdaniu matury wstępuje na Politechnikę w Darmstadt, skąd przenosi się po paru latach na politechnikę w Karlsruhe, którą kończy w 1903 r. jako dyplomowany inżynier elektryk.

W okresie studjów bierze żywy udział w polskich organizacjach studenckich, jawnych i konspiracyjnych, ciesząc się ogólną sympatją i szacunkiem dla wysokich zalet umysłu i serca.

W tym też okresie odbywa kurację w Kissingen, gdzie poznaje się z Elizą Orzeszkową, z którą utrzymuje stosunki listowne do chwili jej zgonu. Za jej Meira Ezołowicza i Eli Makowera była Mu ona wzorem, któremu oddawał najgłębszy hołd. Wzajemnie dla Orzeszkowej Rafał Medres był uosobieniem Meira Ezołowicza.

Po skończeniu Politechniki zajmował jako elektryk stanowiska w Powszechnym Towarzystwie Elektrycznym, w Oerlikonie, wreszcie od 1909 r. objął stanowisko szefa Wydziału kontroli w Tow. Elektrowni Warszawskiej.

Na tem stanowisku dotrwał do końca.

Niezależnie od pracy zawodowej Rafał Medres oddawał się z zamiłowaniem zagadnieniom naukowym, w szczególności z dziedziny nauk ścisłych. Pozostaje On w korespondencji z prof. Wirtzem w Darmsztacie i drukuje swe prace w wiedeńskim „Zeitschrift für Elektrotechnik“.

Z tytułu swego stanowiska w Elektrowni Warszawskiej poznaje gruntownie dziedzinę instalacji elektrycznych w Warszawie i bierze udział w 1915 r. przy opracowaniu przepisów dla instalacji elektrycznych.

Niestety w ostatnich latach swego życia zmuszony jest powstrzymać się od pracy naukowej z powodu bardzo złego stanu wzroku.

Natomiast nie przestaje interesować się życiem najciemniejszych sfer żydowskiego społeczeństwa, walcząc z panującą w tych sferach ciemnotą i zabobonem. Inicjuje założenie laboratorium fizycznego przy szkole rabinicznej i do końca swego życia opiekuje się tem laboratorium, wspomagając je materialnie. Chciał tałmudowi przeciwstawić wiedzę ścisłą. Nie wiem, czy i jaki był skutek wysiłków Rafała Medresa. Niewątpliwem jest jednak, że wszyscy ci, którzy z Nim na jakimkolwiek bądź polu zetknęli się, ponieśli wielką stratę ze śmiercią człowieka nieposzedniej prawości, tkliwego serca, głębokiej umysłowości i niezwykle silnego charakteru.

A. Kühn.

Z P R A K T Y K I.

Utrata prędkości elektrycznego wozu silnikowego.

Cechą charakterystyczną wozu elektrycznego jest prędkość, jaką może on rozwinąć na pewnym szlaku przy pewnym obciążeniu, np., na poziomym odcinku toru przy jeździe bez doczepnych wozów i przy napełnieniu 100%.

Naturalnie, że w tym przypadku przyjmuje się, iż jazda trwa w tych samych warunkach dopóty, aż ustali się stała prędkość. Zachodzi teraz pytanie, czy tak zrozumiana prędkość może być z czasem utracona przez wóz silnikowy, pomimo iż ani średnica kół pędnych, ani przekładnia nie uległy zmianom. Słyszałem, co prawda, kiedyś takie zdanie: „Te silniki miały dawniej po 18 koni, ale są one już stare i teraz mają zapewne o kilka koni mniej”. Zu-

pełnie jakby to były żywe konie, które na starość tracą siłę! Naturalnie, że w zastosowaniu do silników elektrycznych podobny pogląd jest najzupełniej mylny. Silnik elektryczny zachowuje do ostatka tę samą moc nominalną (jednogatunową czy ciągłą), na jaką został zbudowany, — w założeniu, naturalnie, iż przy naprawach nie został zepsuty.

Jeśli jednak tak się ma sprawa z silnikami elektrycznymi, to należałoby sądzić, iż wóz silnikowy nie może utracić swej charakterystycznej prędkości. Poniżej opisany wypadek z praktyki pokaże, iż utrata prędkości charakterystycznej wozu jest jednak możliwa.

Przy różnych naprawach silników i wozów zachodzi nieraz potrzeba rozłączenia kabli, np., dla zdjęcia silników, magnesów hamulcowych, oporników i t. p. Po dokonaniu

naprawy trzeba, naturalnie, rozłączone kable połączyć ponownie. Wydawałoby się, iż ponowne połączenie nie powinno przedstawiać żadnych trudności ani niespodzianek, o ile tylko zważać na oznaczenia końcówek kablowych. Zdarza się jednak, że znaczki na końcówkach zaginą,—albo—że na miejsce wyjętych silników lub oporników zakłada się inne, które mogą nie być zupełnie takie same, jak dawne. Stąd możliwość omyłek nigdy nie jest wykluczona, — i przed wypuszczeniem z naprawy każdy wóz musi być z tego powodu wypróbowany. Przy takiej próbie często się zdarza, że jeden lub oba silniki wykazują niewłaściwy kierunek obrotów. Jest to skutkiem omyłkowej zamiany końcówek kabli, prowadzących do wirnika, albo też do wzbudzenia, a czasem przy zupełnie dobrem włączeniu silnika kierunek obrotów może okazać się odwrotny wskutek omyłki przy przewijaniu wirnika. Silniki trakcyjne dla tramwajów i kolejek dojazdowych zwykle bywają czterobiegunowe, a wirniki ich posiadają uzwojenie t. zw. faliste, przyczem połowa każdej cewki uzwojenia wirnika leży w górnej części żłobka, a druga połowa — w dolnej. Wzór dla uzawajania takich wirników przedstawia się tak:

$$p(y_1 + y_2) = S \pm 1;$$

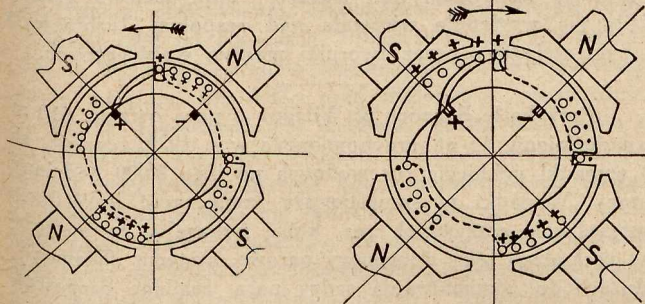
gdzie p — ilość par biegunów w danym wypadku $p = 2$, y_1 i y_2 — kroki uzwojenia po obwodzie wirnika, a S — ilość cewek w uzwojeniu wirnika. Stąd:

$$y_1 + y_2 = \frac{S \pm 1}{p} = \frac{S \pm 1}{2};$$

Przypuśćmy, iż dla właściwego uzwojenia powinno być:

$$y_1 + y_2 = \frac{S + 1}{2};$$

Na rys. 1 pokazane jest takie uzwojenie wirnika. Poczynając od szczotki dodatniej, połówki cewek przy nawijaniu układają się od pasa neutralnego w kierunku wskazówek



Rys. 1.

Rys. 2.

zegarka. Jeśli zbadamy kierunek prądów w cewkach i kierunek strumienia magnetycznego, to dla podanych na rys. 1 kierunków otrzymamy kierunek obrotu wirnika przeciwko wskazówkom zegarka.

Jeśli teraz nawijacz popełni omyłkę o jeden tylko wycinek komutatora, to otrzyma uzwojenie o krokach:

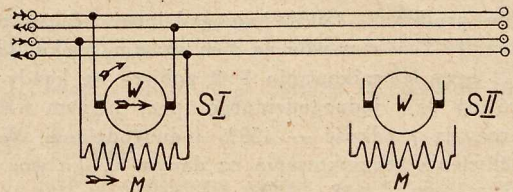
$$y_1' + y_2' = \frac{S + 1}{2} - 1 = \frac{S - 1}{2};$$

Jeśli y_2 oznacza krok samej cewki, który nadany jest za pomocą szablonu przy wykonaniu cewki, to $y_2 = y_2'$, i omyłka zachodzi tylko w kroku połączeń z komutatorem, czyli $y_1 = y_1' - 1$. Taka omyłka tylko o jeden wycinek komutatora daje uzwojenie, podane na rys. 2. Jak widać z rys. 2, połówki cewek przy nawijaniu układają się, poczynając od dodatniej szczotki od pasa neutralnego w kierunku przeciwko wskazówkom zegara, a kierunek obrotów silnika przy takim samym przyłączeniu silnika do kabli, jak na rys. 1, otrzymamy w stronę przeciwną, czyli w kierunku wskazówek zegara.

Uzwojenie takie, jakkolwiek omyłone, jest jednak techniczne zupełnie dobre, ale daje, jak widzimy, odwrotny kierunek obrotów pomimo zupełnie prawidłowego przyłączenia do kabli.

W razie stwierdzenia u silnika niewłaściwego kierunku obrotów nadajemy mu kierunek właściwy przez zmianę kierunku prądu tylko w wirniku, albo tylko we wzbudzeniu, co najłatwiej uskutecznić przez przełączenie końców odpowiednich kabli.

Przełączenie to wykonać można przy samym silniku, albo też na tablicy zaciskowej przy nastawniku, przyczem w tym drugim przypadku, naturalnie, trzeba dokonać przełączenia na tablicach zaciskowych obu nastawników (na obu końcach wozu).

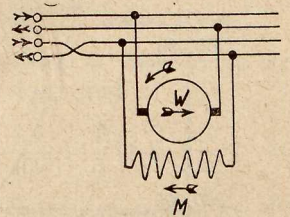


Rys. 3.

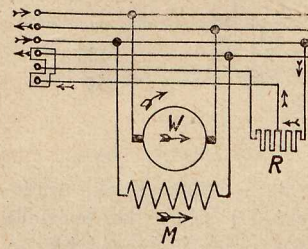
Na rys. 3 pokazano kable do przyłączenia wirnika i wzbudzenia jednego silnika, a na rys. 4 pokazano, jak wskutek przełączenia kabli do wzbudzenia na tablicy zaciskowej nastawnika (u obu nastawników) został odwrócony kierunek obrotów silnika. Przy danym schemacie połączeń, gdy nie używa się wcale osłabienia pola (bocznikowania), takiemu odwróceniu niewłaściwego kierunku obrotów nie można nic zarzucić. Na rys. 5 pokazano przyłączenie silnika u wozu z bocznikowaniem wzbudzenia.

Przy pewnym położeniu rękojeści nastawnika włącza się równoległe do wzbudzenia opór bocznikowy, wskutek czego przez wzbudzenie przepływa tylko część prądu silnika, co powoduje osłabienie strumienia magnetycznego i zwiększenie prędkości.

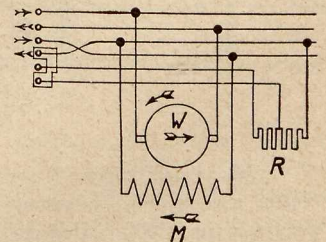
Na rys. 6 wykonano odwrócenie niewłaściwego kierunku obrotów silnika, podobnie jak na rys. 4, za pomocą przełączenia kabli od wzbudzenia na tablicach zaciskowych przy nastawnikach. Cel został osiągnięty, ale bocznikowanie wzbudzenia zostało uniemożliwione, ponieważ oba zaciski opornika bocznikowego w chwili „bocznikowania” będą



Rys. 4.



Rys. 5.



Rys. 6.

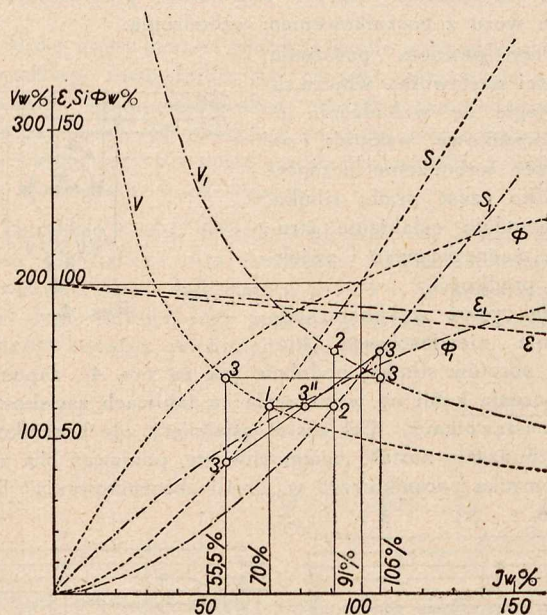
przyłączone do punktu jednakowego potencjału, a więc opornik pozostanie bez prądu, a wzbudzenie nie będzie osłabione. Co gorsze, omyłka ta nie będzie zauważona podczas próby w remizie przed wypuszczeniem na linię, ponieważ w remizie zwykle próbuje się wagon na małej prędkości, a

więc bez bocznikowania. Nawet podczas próbnej jazdy na linii (zwykle bez doczepki i bez pasażerów) błędu nie można będzie zauważyć, gdyż, jadąc prawie bez obciążenia, wagon rozwija zwykle dość dużą prędkość, tak że na oko różnica nie da się zauważyć (tachometrów, niestety, zwykle w warsztatach niema).

Dopiero przy pracy normalnej na linii wagon okaże się zamało prędkości, tak że może wystąpić trudność utrzymania rozkładu jazdy, a tym sposobem wyjdzie na jaw, iż charakterystyczna prędkość wozu została utracona.

Dla lepszego wyjaśnienia sprawy na rys. 7 podany jest wykres pracy silnika przy pełnym wzbudzeniu oraz przy bocznikowaniu 1:2. Przy pewnym oporze trakcyjnym na linii (punkt 1) każdy silnik wozu bez bocznika pobiera prąd, wynoszący 70% jednogodzinnego (przy pełnym wzbudzeniu) i rozwija prędkość 120% jednogodzinnej (przy pełnym wzbudzeniu). Ten sam wóz na tym samym szlaku (S—S₁, punkt 2) przy bocznikowaniu 1:2 pobiera na każdy silnik prąd, równy 91% jednogodzinnego (przy pełnym wzbudzeniu) i rozwija prędkość — 158% jednogodzinnej. W razie uniemożliwienia bocznikowania na danym szlaku wóz stanie się powolniejszy o $\frac{158 - 120}{158} \cdot 100 = 24\%$.

Sprawa zakończy się tylko utratą charakterystycznej prędkości wozu, o ile bocznikowanie nie zostanie uniemożliwione u obu silników. W przeciwnym razie, o ile powyższy „zabieg” dokonany został tylko nad jednym silnikiem, prócz utraty prędkości (coprawda, procentowo nieco mniejszej), wystąpi bardzo nierównomierne obciążenie silników, tak że silnik, u którego bocznik funkcjonuje, będzie stale mocno przeciążony.



Rys. 7.

Jak widać z rys. 7 (punkt 3) na tymże szlaku (przebieg siła trakcji ta sama, punkt 3'') silnik bez bocznika przyjmie na siebie zaledwie 55,5% prądu jednogodzinnego, a silnik z bocznikiem 106%, t. j. 1,9 razy więcej. Nagrzanie jego wirnika w grubym przybliżeniu będzie 3,6 razy większe od nagrzania wirnika z uniemożliwionym bocznikowaniem. Przy większych obciążeniach nierównomierność pracy silników jeszcze się powiększy. Naturalnie, w tych warunkach żywot silnika przeciążonego będzie mocno skrócony.

Opisane zjawiska wzięte są z rzeczywistego zdarzenia. Aby uniknąć utraty prędkości lub, co gorsze jeszcze, prze-

ciążenia silnika, należy w wypadku, wyobrażonym na rys. 5, w razie konieczności odwrócenia obrotów nie tykać końcówek kabli od wzbudzenia na tablicach zaciskowych przy nastawnikach, ale przełączyć je przy samym silniku, a jeszcze lepiej nie ruszać wcale końcówek od wzbudzenia, a przełączyć przy silniku kable od wirnika.

Inż. T. Kozłowski.

Z sali maszyn.

Po uruchomieniu nowego turbogeneratorsa o mocy 17 850 kVA zauważono stałe zalewanie wzbudnicy oliwą. Oliwa ta zbierała się na uzwojeniach stojana i stamtąd musiano ją w czasie ruchu stale usuwać zapomocą ścierek.

W czasie pierwszej rewizji generatora i po zdjęciu bocznych pokryw okazało się, że uzwojenie generatora również uległo silnemu zaoliwieniu.

Przyczyny tego zjawiska nie można było początkowo ustalić ani też znaleźć skutecznych środków zaradczych.

Ponieważ generator posiadał filtr „Visco”, zawierający olej, powstało najpierw podejrzenie, że cząsteczki oliwy przenoszone są prądem powietrza z filtru do generatora. Po dłuższych jednak badaniach przypuszczenie to okazało się bezpodstawnym, gdyż olej, zalewający uzwojenia, w rzeczywistości pochodził z łożysk generatorowych, jakkolwiek w czasie ruchu nie można było ustalić, w jaki sposób i jaką drogą odbywa się ruch pary olejowej. Po stwierdzeniu tego faktu spróbowano zastosować olej łożyskowy gatunkowo cięższy, niż normalnie używany, lecz i to nie pomogło.

Pożądaný skutek dało dopiero zastąpienie zwykle używanych kominków na łożyskach przez rurociąg, który odprowadza parę olejową na zewnątrz hali maszyn.

Przyczyną więc wyżej opisanego zjawiska była niedostateczna wentylacja hali maszyn. Para olejowa gromadziła się względnie wirowała nad zespołem turbinowym i była wciągana przez tworniki maszyn elektrycznych.

Przy kotle Babcock & Wilcox o pow. ogrzew. 510 m² i nadciśnieniu 15 at, uruchomionego w r. 1929, zdarzyły się 3 wypadki pęknięcia rur wodnych po jego 8 000 godzinnej pracy. Wypadki te spowodowały konieczność dokładnego sprawdzenia wszystkich rur, które wskazało, że przyczyną uszkodzeń były dmuchawy parowe, systemu „Diamond”, służące do zdmuchiwania sadzy parą, zasilane bezpośrednio z przegrzewacza bez redukcji normalnego ciśnienia 15 at.

Uszkodzone były prawie wszystkie rury, znajdujące się nad dyszami dmuchawy. Uszkodzenia miały formę wyłobień w kierunku osi rur na długości około 300 mm, co w powyższych 3-ch wypadkach doprowadziło do całkowitego przegrzyczenia ścianek rur.

Nie należy sądzić, że dmuchawy parowe są urządzeniem nieodpowiednim, gdyż według otrzymanych informacji spotkano się gdzieindziej tylko z jednym jedynym podobnym wypadkiem przy identycznym kotle, poza tem zresztą nie podnoszono zarzutów przeciw temu systemowi zdmuchiwania sadzy.

Nie wydaje się natomiast wskazanem stosowanie do tych celów pary o ciśnieniu zbyt wysokim. Kształt dysz w dmuchawach również powinien być odpowiedni, aby był właściwy kierunek i korzystna prędkość wypływu pary.

Polecane przez dostawcę 3-krotne przedmuchiwanie w ciągu dnia przyrzędem „Diamond” jest zbyt częste, wystarczy bowiem zależnie od warunków ruchu uruchamiać ten przyrząd 2—4 razy w tygodniu przy ciśnieniu pary najwyżej 6 at.

LISTY DO REDAKCJI.

Uwagi o obliczaniu naprężeń i zwisów przewodów napowietrznych metodą nomograficzną inż. B. Konorskiego.

A. Zalety metody.

Nakładem Stow. Elektryków Polskich wyszły z druku dwa nomogramy inż. B. Konorskiego do obliczania naprężeń i zwisów przewodów napowietrznych miedzianych, oparte na wywodach artykułu inż. Konorskiego w zeszyte 10/1933 „Przełądu Elektrotechnicznego” p. n. „Obliczanie naprężeń i zwisów przewodów napowietrznych miedzianych metodą nomograficzną”. Te dwa nomogramy (dla rozpiętości do 150 i do 1600 m), wzajemnie się uzupełniające, do nabycia w Sekretarjacie Generalnym S. E. P. wraz z odbitką wspomnianego artykułu, zawierającą tabele pomocnicze, objaśniające i ułatwiające ich użycie, są niezwykle cennym nabytkiem dla inżynierów elektryków, obliczających przewody napowietrzne, gdyż obliczenie rachunkowe tych przewodów na wytrzymałość jest niezmiernie żmudne, a nomogramów zdalnych do użytku wogóle dotychczas nie mieliśmy. Nomogramy inż. Konorskiego są uniwersalne — zupełnie niezależne od przepisów, normujących obciążenia dodatkowe, temperatury i naprężenia, a zależne jedynie od materiału przewodów. Dadzą się łatwo użyć przy rozmaitych poziomach punktów zawieszenia i do przewodów, zawieszonych na łańcuchach izolatorowych, a nawet można je przy pomocy łatwych przeliczeń zastosować do przewodów z materiałów innych, niż miedź twarda. Dzięki bardzo dobrze dobranym skalom dają zwisy i naprężenia z dokładnością zupełnie wystarczającą do celów praktycznych. Porównując wyniki, otrzymane przy ich pomocy, z dokładnymi obliczeniami, otrzymałem przy dużych rozpiętościach (300 m) i zwisach kilkunastometrowych odchylenia od wartości dokładnie obliczonych dla różnych temperatur mniejsze, niż 0,3%, przy mniejszych rozpiętościach i zwisach dokładność jest mniejsza, jednak odchylenia nie przekroczyły 1% przy zwisach kilkumetrowych, a 3,5% nawet przy bardzo małych kilkucentymetrowych zwisach. Z taką dokładnością nie jesteśmy nawet w stanie naciągnąć przewodów, zwłaszcza, że współczynniki używanych przez nas materiałów są dość zmienne, a przyjmowane przez nas wartości obciążeń dodatkowych i temperatur granicznych dość dowolne. Podkreślić należy szybkość liczenia przy pomocy tych nomogramów. Nie mają one żadnych skal ruchomych, wartości odczytuje się przy pomocy nitki na czterech stałych skalach, sędz uwzględnia się przez proste pomnożenie rozpiętości przez stosunek ciężaru przewodu z sędzią do ciężaru samego przewodu, a stosunek ten mamy dla wygody podany dla przekrojów od 6 do 150 mm w pomocniczej tabeli.

Wobec swych zalet nomogramy inż. Konorskiego będą niewątpliwie w szerokim użyciu w kołach elektryków, obliczających przewody napowietrzne, i zastąpią zupełnie dotychczasowe żmudne obliczenia rachunkowe. Warto więc dla uniknięcia błędnego posługiwania się nimi zwrócić uwagę, że sposób zastosowania ich do niektórych szczególnych przypadków, podany przez inż. Konorskiego, jest błędny. Poniżej prostuję zauważone przezemnie błędy metody i uzupełniam ją w niektórych punktach.

B. Zwis przy nierównej wysokości punktów zawieszenia.

Wzór $f = \frac{a\varphi}{100}$ byłby tu słuszny, gdybyśmy wstawili do niego φ , odpowiadające wielkości $\sigma = 100 \frac{s}{a}$. Tymczasem

przy przewodach, zawieszonych pochyło, odczytujemy na środkowej drabince nomogramu wielkość $100 \frac{s}{h}$, którą dla odróżnienia od tamtego σ oznaczmy przez σ_h , i konsekwentnie oznaczmy odpowiadające jej φ przez φ_h .

Ponieważ

$$\sigma = \frac{h}{a} \sigma_h, \quad \varphi = \frac{a}{h} \varphi_h \quad \dots \dots \dots (a)$$

więc:

$$f = \frac{a}{h} \cdot \frac{a\varphi_h}{100} \quad \dots \dots \dots (b)$$

Innymi słowy, przy przewodach, zawieszonych pochyło, odczytujemy na środkowej drabince nomogramu wielkości σ_h, φ_h , więc zamiast $\frac{a\varphi}{100}$ należy do wzorów na zwisy wstawić $\frac{a}{h} \cdot \frac{a\varphi_h}{100}$.

φ_h jest procentowym zwisem przewodu, zawieszono go poziomo na rozpiętości h przy naprężeniu s .

C. Zwis przewodów, zawieszonych na izolatorach wiszących.

Wzór na zwis między słupem odporowych a przelotowym jest błędny, gdyż wprowadzenie przybliżenia

$$ST = \frac{gz^2}{8sq} \approx \frac{ga^2}{8sq}$$

daje błąd tego samego rzędu co uwzględnione $\frac{1}{2} t \sin \lambda$. Kładąc

$$\frac{gz^2}{8sq} \approx \frac{g(a^2 - 2at)}{8sq}$$

i uwzględniając czynnik g , opuszczony w mianowniku wyrażenia na $\tan \lambda$, otrzymamy wzór poprawny:

$$f = \frac{ga^2}{8sq} + \frac{t}{2} \left(1 + \frac{G}{2sq} \right) = \frac{a\varphi}{100} + \frac{t}{2} \left(1 + \frac{G}{2sq} \right) \quad (c)$$

przy założeniu nieruchomości izolatora, wiszącego na słupie przelotowym.

Ze względu na to ostatnie założenie otrzymana wartość zwisu jest tylko pierwszym przybliżeniem. By skorygować zwis ze względu na wychylenie się łańcuchów izolatorowych na słupach przelotowych pod wpływem różnic naprężeń w sąsiadujących ze sobą przesłach, trzeba rozpatrywać cały odcinek linii, zawarty między dwoma najbliższymi sobie słupami odporowymi. Wielkość korekcyj i sposób obliczenia ich omówię w osobnym artykule.

D. Zastosowanie nomogramów do przewodów z innych materiałów.

Jest niewątpliwie dużą zaletą nomogramów inż. Konorskiego, że przez proste mnożenie wielkości przez odpowiednie współczynniki dadzą się zastosować nawet do przewodów z materiałów innych, niż miedź twarda, gdyż trudno wydawać nomogramy dla wszystkich materiałów na przewody, z jakimi możemy się spotkać. Ciągłe jednak przeliczanie wielkości z danego materiału na miedź i z powrotem jest uciążliwe i może prowadzić łatwo do błędów. Inż. Konorski podaje współczynniki przeliczeniowe tylko dla rozpiętości a i naprężenia s . Niżej podaję współczynniki także dla innych wielkości, przy czym — odmiennie, niż inż. Konorski — zostawiam wielkości, odnoszące się do oblicza-

nego przewodu, bez żadnych znaczków, a wielkości dla miedzi opatruję w s z y s t k i e znacznikiem *.

$$a_* = a \cdot \frac{\gamma}{\gamma_*} = \frac{E_*}{E} \cdot \left(\frac{\alpha_*}{\alpha}\right)^{3/2} \dots \dots \dots (d_1)$$

$$s_* = s \cdot \frac{\sigma_*}{\sigma} \cdot \frac{E_*}{E} \dots \dots \dots (d_2)$$

$$\sigma = \sigma_* \cdot \frac{\gamma}{\gamma_*} \cdot \sqrt{\frac{\alpha_*}{\alpha}} \dots \dots \dots (d_3)$$

$$\varphi = \varphi_* \cdot \sqrt{\frac{\alpha_*}{\alpha}} \dots \dots \dots (d_4)$$

$$f = f_* \cdot \frac{\gamma_*}{\gamma} \cdot \frac{E}{E_*} \cdot \left(\frac{\alpha}{\alpha_*}\right)^2 = f_* \cdot \left(\frac{\alpha}{\alpha_*} \sqrt{\frac{\alpha_*}{\alpha}}\right) \dots \dots (d_5)$$

Znając wszystkie współczynniki przeliczeniowe, możemy uprościć sobie obliczenie. Mając np. ułożyć tabelkę zwisów dla linki żelaznej odgromowej, nie potrzebujemy poszczególnych wartości naprężeń s , o ile naciągamy linkę według zwisów. Przeliczamy zatem w tym wypadku tylko naprężenie dopuszczalne s_{max} i wszystkie rozpiętości a , dla których chcemy znaleźć zwis na wartości s_{*max} i α_* , z których dla każdej rozpiętości obliczamy σ_{*m} , znajdujemy z nomogramu K , następnie dla różnych temperatur odczytujemy różne φ_* , które dopiero przeliczamy wszystkie hurttem na φ , by otrzymać zwis $f = \frac{a \varphi}{100}$. W ten sposób nie potrzebujemy odczytywać wcale poszczególnych σ_* ani obliczać z nich poszczególnych s_* , przeliczać te na s , obliczać stąd $\sigma = 100 \frac{s}{a}$, i z σ dopiero otrzymywać $\varphi = \frac{1,25 \gamma}{\sigma}$, jak musielibyśmy czynić, znając współczynniki przeliczeniowe tylko dla a i s .

Przy przewodach, zawieszonych na izolatorach wiszących, możemy uniknąć obliczania poszczególnych s (o ile przewody naciągamy według zwisów) w sposób następujący:

$$f = \frac{Gt}{2qs} + \frac{a \varphi}{100} = \frac{100 Gt}{2qa\sigma} + \frac{a \varphi}{100} = \left(50 \frac{Gt}{qa}\right) \cdot \frac{1}{\sigma} + \frac{a \varphi}{100} \dots \dots \dots (e)$$

(równanie dla zwisów między dwoma słupami odporowemi). Obliczamy dla poszczególnych rozpiętości wartość $50 \frac{Gt}{qa}$, następnie dla poszczególnych temperatur potrzebne są nam już tylko σ (dające się przeliczyć z σ_*) i $\varphi = \frac{1,25 \gamma}{\sigma}$.

Co do współczynników przeliczeniowych, podanych przez inż. Konorskiego dla wielkości a i s dla glinu, należy zauważyć, że (według najnowszych źródeł niemieckich) $E_{al} = 7150 \text{ kg/mm}^2$ tylko dla glinowych przewodów jednodrutowych, których stosowanie jest zabronione, natomiast dla linek glinowych $E = 5600 \text{ kg/mm}^2$, i tę wartość podają dla obliczeń przewodów przepisy niemieckie VDE 0210/1930 (§ 8e, Tafel II).

Zastrzeżenie co do przyjętych wartości współczynników E odnosi się także do nomogramów dla glinu i stali, ogłoszonych przez inż. Konorskiego w zeszycie 10/1931 „Przeglądu Elektrotechnicznego”.

Przyjmując dla linek wartości współczynników E takie same, jak dla drutów, otrzymujemy większą różnicę między

zwisami i naprężeniami przy upale i przy mrozie, liczymy więc bezpieczniej. Z uwagi na wyciąganie się z czasem linki można liczyć i tak, dobrze jest jednak zdawać sobie sprawę, że się liczy wartościami, odbiegającymi od tych, które podają przepisy.

Dla miedzi przyjmuje inż. Konorski tak dla drutów jak dla linek $E = 13000$, co jest zgodne z wartością, przyjętą przez przepisy niemieckie, i z przyjętym u nas zwyczajem liczenia. Liczymy w ten sposób przy linkach bezpieczniej. Przy rozpiętościach znacznie większych od krytycznej i dużych zwisach różnica w stosunku do wartości obliczonej z rzeczywistej wartości E dla linek jest zresztą bardzo mała.

E. Uwagi końcowe.

Dla ustalenia, czy przewody należy obliczać na saź czy na mróz, inż. Konorski wprowadza wielkość σ_{kr} , z tego powodu bardzo dogodną, że nie zależy ona od wielkości naprężenia dopuszczalnego, a tylko od materiału i grubości przewodu, dzięki czemu wartości σ_{kr} dla miedzi dały się zestawić w pomocniczej tablicy I. Przy projektowaniu linii elektrycznej układamy przy pomocy nomogramu tabelki, podające zależność zwisów (i ewentualnie także naprężeń) od temperatury dla różnych rozpiętości. W tym wypadku posługiwanie się wprost wielkością σ_{kr} jest niewygodne, gdyż trzeba wtedy dla każdej rozpiętości obliczać $\sigma_m = 100 \frac{s_{max}}{a}$ dla porównania tego σ_m z σ_{kr} . Wygodniej jest wtedy obliczyć

$$a_{kr} = 100 \frac{s_{max}}{\sigma_{kr}} \dots \dots \dots (f)$$

przyczem σ_{kr} bierzemy z tablicy I. Dla rozpiętości $a > a_{kr}$ obliczamy $a' = p'a$, $\sigma'_m = 100 \frac{s_{max}}{a'}$, i znajdujemy z nomogramu stałą K . Tylko dla rozpiętości $a < a_{kr}$ jest obliczanie $\sigma'_m = 100 \frac{s_{max}}{a}$ i tak potrzebne.

Należy jeszcze raz podkreślić dużą szybkość i łatwość obliczania naprężeń i zwisów przy pomocy nomogramów inż. Konorskiego. Byłoby pożądane dla uniknięcia błędnego posługiwania się nimi wydanie nowej tablicy II, podającej kolejny bieg obliczeń, z poprawionymi wzorami na zwis, którą możnaby też uzupełnić wzorami $a_{kr} = 100 \frac{s_{max}}{\sigma_{kr}}$ oraz $\sigma_m = 100 \frac{s_{max}}{a'}$, przyczem korekta tablicy powinna być starszej przeprowadzona, niż w pierwotnym wydaniu, które zawiera drobne, ale mogące prowadzić do omyłek błędy drukarskie. Na odwrocie tablicy II możnaby umieścić tablicę I, tak że obie tablice pomocnicze mogłyby być zawsze pod ręką przy obliczaniu. Tablicę I możnaby uzupełnić jeszcze dla wygody wartościami a_{kr} dla trzech naprężeń dopuszczalnych: 19, 14 i 12 kg/mm^2 .

Inż. Julian Bory.

Uwagi p. inż. J. Borego stanowią cenne uzupełnienie mojej metody. Poprawki wzorów są słuszne. Inż. B. Konorski.

<p>PRZEDPŁATA kwartalnie zł. 9.- rocznie zł. 36.- za zmianę adresu (znaczkami pocztowymi) gr. 50</p>	<p>Biuuro Redakcji i Administracji: Warszawa, Czackiego № 5 m. 24, I piętro (Gmach Stowarzyszenia Techników), telefon № 690-23. Administracja otwarta codz. od godz. 9 do 15 w soboty od 9 do 13 Redaktor przyjmuje we wtorki i piątki od godziny 19-ej do 20-ej. Konto № 363 Pocztovej Kasy Oszczędności.</p>	<p>Ceny ogłoszeń podaje administracja na zapytanie.</p>
--	--	--

Wydawca: Wydawnictwo czasopisma „Przegląd Elektrotechniczny”, spółka z ograniczoną odpowiedzialnością,

