

Opłata pocztowa uiszczona ryczałtem.

Rok XIV.

Zeszyt 10

Przegląd Elektrotechniczny

organ Stowarzyszenia Elektryków Polskich

z dodatkiem Przeglądu Radjotechnicznego, ogłaszanego staraniem Sekcji Radjotechnicznej S. E. P.

Wychodzi 1 i 15 każdego miesiąca.

○ ○ ○

Cena zeszytu 1.50 zł.

PRZEDPŁATA

kwartalnie zł. 9.—

rocznie zł. 36.—

za zmianę adresu
(znaczkami pocztowymi) gr. 75

Biuro 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^{1/2}
Redaktor przyjmuje we wtorki i piątki od godziny 19-ej do 20-ej.

Konto № 363 Pocztovej Kasy Oszczędności.

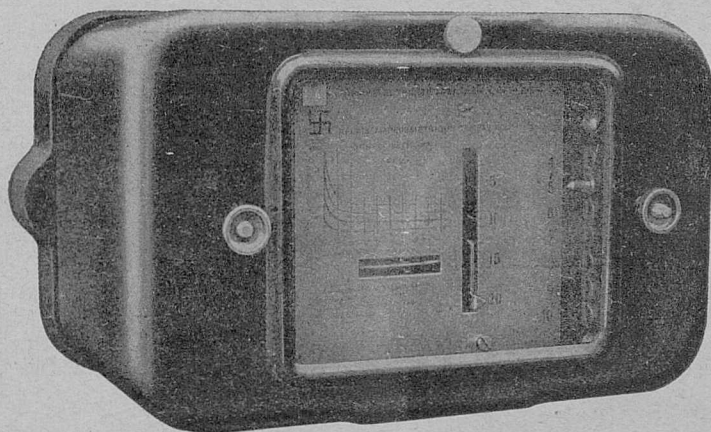
Ceny ogłoszeń
podaże administracja
na zapytanie.

○ ○ ○

Warszawa, (Czackiego 5) 15 Maja 1932 r.

○ ○ ○

ASEA



PRZEKAŹNIKI

ASEA wyrabia przekaźniki dla różnych celów do stosowania we wszystkich gałęziach prądów silnych elektrotechniki. Przekaźniki te oznaczają się tak przez dokładność wykonania jak przez precyzyjność działania i z tego powodu cieszą się wszechświatową sławą. Zastosowanie przekaźników rozszerza się coraz bardziej do wszelkiego rodzaju kontroli i automatyzacji ruchu. Prosimy uprzejmie o powierzenie nam wszystkich tych problemów i chętnie służymy informacjami, projektem i kosztorysami.

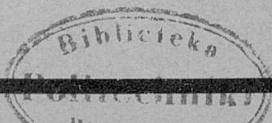
POLSKIE TOWARZYSTWO ELEKTRYCZNE ASEA

Sp. Akc.

Mazowiecka 1

Warszawa

Tel. 695-82, 695-60



NOWSZE POGLĄDY W DZIEDZINIE POMIARU WYSOKIEGO NAPIĘCIA ISKIERNIKIEM KULOWYM

(1927 — 1932)

Inż. J. L. Jakubowski.

St. asystent Lab. Wysokich Napięć Pol. Warsz.

Wstęp.

Pomiar wartości maksymalnej wysokiego napięcia ma szerokie zastosowanie w laboratoriach przemysłowych przy próbach układów izolacyjnych w najszerszym tego słowa znaczeniu. Z metod służących do pomiaru wartości maksymalnej najprostsza jest metoda iskiernikowa, posługująca się iskiernikiem kulowym. Pomiar napięcia tą metodą jest obarczony małymi uchybami tylko wtedy, gdy zachowane są specjalne warunki pomiaru. Omówieniu tych warunków poświęcone są wydawane przez różne kraje przepisy [6], [11], [12], [13], [14]¹⁾. W Polsce tego rodzaju przepisy dotychczas nie istnieją, prowadzone są natomiast prace nad ich ułożeniem przez Komisję napięć i izolatorów S. E. P.

Warunki, ustalone przez istniejące przepisy poszczególnych krajów, okazały się w świetle nowych badań niewystarczające. Praca niniejsza poświęcona jest omówieniu czynników, które powinny być uwzględnione przy układaniu polskich „Wskazówek pomiaru wysokiego napięcia iskiernikiem kulowym”. Wzory zagraniczne są poniekąd przestarzałe, „Wskazówki” więc muszą się opierać na najnowszych zdobyczach w tej dziedzinie. Omówienie tych zdobyczy jest drugim celem niniejszej pracy.

Jako podstawa polskich przepisów na pomiar wysokiego napięcia nadają się doskonale przepisy Laboratorium Wysokich Napięć Politechniki Warszawskiej (L. W. N.), opracowane w 1927 r. przez prof. K. Drewnowskiego i adj. inż. J. Skowrońskiego [4]. Przepisy te opublikowane były w „Przeglądzie Elektrotechnicznym” w r. 1927 i w oddzielnej odbitce.

We wstępie do przepisów L. W. N. znajduje się szczegółowe omówienie, dlaczego przewiduje się stosowanie tylko iskiernika kulowego, a nie uwzględnia się innych iskierników, oraz jakie jest znaczenie metody iskiernikowej w stosunku do innych metod pomiaru wysokiego napięcia. Wobec

tego, że omówienie to jest nadal aktualne, zajmować się nim tutaj nie będziemy, odsyłając interesujących się tem do źródła.

Przepisy L. W. N. były opracowane przy uwzględnieniu znanych wówczas publikacji, a przede wszystkim norm niemieckich (V. D. E.) [13], oraz norm amerykańskich (A. I. E. E.) [5], opartych na badaniach F. W. Peek'a jun. [1], a zaleconych przez Międzynarodową Komisję Elektrotechniczną (C. E. I.) w r. 1926 do przyjęcia, jako podstawa norm krajowych. Wzięto również pod uwagę projekt przepisów angielskich [19] i przepisy szwajcarskie [14], nie różniące się od norm amerykańskich tak co do ujęcia, jak co do treści.

Pod względem liczbowym, warunków pomiaru oraz specjalnych zaleceń przepisy L. W. N. nie różnią się od amerykańskich. Ważniejszą różnicą jest nieprzewidzenie stosowania iskiernika ostrzowego. Przepisy niemieckie różnią się natomiast od amerykańskich wymiarami przepisanych kul, normalnymi warunkami atmosferycznymi, nie dopuszczają stosowania iskiernika ostrzowego oraz zakreślają węższe granice stosowności; pozatem przewidują pomiar iskiernikiem napięcia wielkiej częstotliwości i fal uskokowych.

Przepisy Laboratorium Wys. Nap. Politechniki Warszawskiej wykazały swe dobre dostosowanie do potrzeb laboratoriów technicznych podczas ich kilkuletniego stosowania w L. W. N. Zmiany jakie należy w nich wprowadzić, muszą opierać się na zdobyczach techniki pomiaru wysokiego napięcia iskiernikiem od r. 1927. Są to przede wszystkim wyniki prac prowadzonych z inicjatywy C.E.I. [28] i [32]. Następnie ciekawe są prace [27] referowane na Conference Int. des Grands Reseaux El. à Haute Tension w r. 1931.

Wszystkie prace, wymienione w „Literaturze” na końcu niniejszego artykułu, nie dają wyników sprzecznych z wytlomaczeniem zjawiska wyładowań na podstawie teorii Townsenda-Schumanna. Zarys tej teorii, uzasadniającej stosowanie iskierników do pomiaru wysokiego napięcia, zawiera ogłoszona w polskim języku praca autora [3].

W ostatnich czasach zwrócono wprawdzie uwagę na konieczność ograniczenia teorii Town-

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

senda. Sprawie tej poświęcona jest praca W. Rogowskiego: Townsends Theorie, Gasentladung und Durchschlag (Arch. f. El. 1931, str. 551). Ma ona znaczenie raczej teoretyczne i nie wiąże się w sposób bezpośredni z układaniem „Wskazówek”.

Najważniejsze zmiany w stosunku do przepi-
sów L. W. N., które należy uwzględnić w polskich „Wskazówkach pomiaru wysokiego napięcia”, dotyczą następujących kwestyj.

I. Charakterystyki iskierników.

1. Zależność napięcia przeskoku od odległości kul.

2. Zależność napięcia przeskoku od gęstości powietrza.

II. Zakres stosowania.

3. Pomiar napięcia o wielkiej częstotliwości.

III. Ustawienie iskiernika.

4. Odległość obiektów obcych od iskiernika.

5. Odległość obiektów świetlających się od iskiernika.

Zmiany te omówimy po kolei, podając w krótkości wyniki nowych badań, które je wywołały.

1. Zależność napięcia przeskoku od odległości kul.

a. Dane liczbowe S. Francka. — S. Franck [28] zestawiał ważniejsze wiarygodne pomiary napięcia przeskoku na różnych iskiernikach (od 2 do 200 cm średnicy kul). Pomiary te porównał ze znanym wzorem Peek'a [3]:

$$U_0 = 27,75 \left(1 + \frac{0,757}{\sqrt{\delta D}} \right) \frac{a}{\beta} \delta^2,$$

według którego obliczone są tablice dla iskierników w obowiązujących dotychczas normach V.D.E. z r. 1926. Okazało się, że różnice napięć krytycznych dochodzą do $\pm 4\%$ w obszarze odległości kul przewidzianych przez normy V. D. E. a do $\pm 10\%$ poza tym obszarem.

S. Franck ułożył [28] tablice napięcia przeskoku w funkcji odległości dla stosowanych dotychczas iskierników, uwzględniając różną wagę wyników pomiarów poszczególnych autorów. Posługiwał się on przytem *zasadą podobieństwa geometrycznego* iskierników, zastosowaną po raz pierwszy do iskierników kulowych.

Zasadę tę można sformułować w następujący sposób: Jeśli dla stałego $\frac{a}{D}$ gęstość powietrza δ zmienia się odwrotnie proporcjonalnie do średnicy kul D (czyli jeśli $\delta D = \text{const}$), to napięcie krytyczne U_0 nie ulega zmianie. Inaczej: jeśli dla dwóch układów kulowych $\delta_1 D_1 = \delta_2 D_2$, oraz $\frac{a_1}{D_1} = \frac{a_2}{D_2}$, to $U_{01} = U_{02}$ bez względu na wartość samych parametrów δ , D , a (a — odstęp kul).

Zasada ta staje się zrozumiała, jeśli się zważy, że, gdy $\frac{a}{D} = \text{const}$ i $\delta D = \text{const}$, to natężenie pola K w danym punkcie pola elektrycznego, przy stałym napięciu U między kulami, zmienia się tak, jak δ . Rzeczywiście, $K = \frac{U}{a} \beta$, a $\beta = \text{stała}$, gdy $\frac{a}{D} = \text{const}$, więc

$$\delta D = \delta \frac{a}{\text{const}} = \delta \frac{U}{K \cdot \text{const}} \beta = \text{const}$$

Stąd

$$\delta = \text{const} \cdot K.$$

W określonym obszarze pola, tak małym, że można K uważać za stałe, ilość cząsteczek, proporcjonalna do δ , będzie zmieniać się tak, jak K (U stałe). Średnia droga swobodna cząsteczki λ będzie się więc zmieniała odwrotnie proporcjonalnie do K ,

$$\lambda \cdot K = \text{stała},$$

czyli napięcie ($\lambda \cdot K$) na długość średniej drogi swobodnej cząsteczek (a więc i jonów) jest stałe dla stałego U , co powoduje stałość napięcia krytycznego U_0 .

Przy pomocy tej zasady S. Franck eliminował [28] błędy w tablicach liczbowych. Oznaczmy mianowicie przez δ' stosunek dwóch napięć krytycznych U_{01} i U_{02} dla dwóch iskierników, przy czym $\frac{a}{D} = \text{const}$ oraz wartość U_{01} odpowiada $\delta_1 D_1 = \text{const}_1$, a wartość U_{02} — $\delta_2 D_2 = \text{const}_2$;

$$\delta' = \frac{U_{01}}{U_{02}}.$$

Jeżeli wielkość δ' wykreślimy w funkcji $\frac{a}{D}$, to otrzymamy pewną krzywą. Wykreślamy szereg takich krzywych dla różnych const_1 i const_2 . Poprawiając tak punkty, które odbiegają od krzywych, aby *wszystkie* leżały na odpowiednich krzywych, otrzymujemy, po przeliczeniu, układ charakterystyk napięcia przeskoku w funkcji odległości, stanowiący zamkniętą w sobie całość krzywych powiązanych zasadą podobieństwa geometrycznego. Szereg uchybów można w ten sposób wyeliminować.

Przy pomocy takich krzywych $\delta' = f\left(\frac{a}{D}\right)$ zostały uzgodnione dane liczbowe tablic S. Francka. Jako całość stanowią one najbardziej wiarygodne dane liczbowe i dlatego powinny być wcielone do polskich „Wskazówek”. Uchyb napięcia przeskoku S. Franck szacuje na 0,5—1%.

b. Dane liczbowe innych autorów. Praca S. Francka ma charakter częściowo kompilacyjny (choć bardzo dużo korzystał on z pomiarów własnych, ogłoszonych w [29]) pracą wyłącznie doświadczalną, poświęconą wyznaczeniu charakterystyk iskierników, jest praca S. Whiteheada i A. P. Castellaina [32]. Wartości liczbowe otrzymane przez nich muszą być wzięte pod uwagę ze względu na niezwykłą staranność w eliminowaniu wpływów postronnych na U_0 . Niestety Wh. i Cast. zajmują się wyłącznie iskiernikami $D = 20$ i $D =$

*2) D — średnica kuli w cm,

a — odstęp kul w cm,

β — współczynnik, uwzględniający rozkład pola elektrycznego,

δ — gęstość względna powietrza.

$= 62,5$ mm, z których interesuje nas tylko ten ostatni.

Porównanie charakterystyk dla iskiernika $D = 62,5$ mm (z jednym biegunem uziemionym) według danych Francka [28], Wh. i Cast. [32] i L. W. N. [4] podaje Tablica I. Wartości U_0 L. W. N. i Wh. i Cast., odpowiadające 25° C zostały przeliczone na 20° w założeniu proporcjonalności U_0 do gęstości powietrza.

Tablica I.

$D = 62,5$ mm, jeden biegun uziemiony
 $\delta = 1$, $b = 760$ mm Hg, $t = 20^\circ$ C

a odstęp kul mm	U_0 max kV	Wh. i Cast.	L. W. N.
5	17,46	17,32	17,00
10	32,00	31,90	32,45
15	45,72	45,95	45,65
20	58,64	58,00	59,35
25	69,92	68,95	71,1
30	79,70	78,10	79,1
40	95,60	91,95	93,2
50	107,3	102,1	104,2
60	116,2	110,5	113,2

Jak widzimy, wartości U_0 Wh. i Cast. są początkowo niemal takie same, a później niższe od wartości Francka, w zakresie $a < \frac{D}{2}$ różnica dochodzi do 2%, a w zakresie $a > \frac{D}{2}$ ale $< D$ — do 5%.

Mimo tych rozbieżności we „Wskazówkach” należy przyjąć wartości U_0 Francka. Gdyby przyjąć dla kul $D = 62,5$ mm wartości Wh. i Cast., a dla innych kul wartości Francka, to zasada podobieństwa geometrycznego nie byłaby spełniona, a wartości U_0 byłyby fałszywe albo dla kul $D = 62,5$ mm, albo dla reszty pozostałych. Ponieważ nie wiadomo, czy wartości U_0 Wh. i Cast.

dla kul $D = 62,5$ mm i $a > \frac{D}{2}$ są bliższe prawdziwych, czy wartości Francka, „Wskazówki” powinny określać górną granicę odstepu kul, powyżej której może (ale nie musi) powstać większy uchyb. Komu więc nie będzie zależało na dużej dokładności (np. przy pomiarze napięcia przesko-ku izolatorów), będzie stosował wszystkie odstepy, podane we „Wskazówkach”, kto natomiast chce pomiar przeprowadzić dokładniej, będzie stosował dla układu niesymetrycznego odległości $a < \frac{D}{2}$.

Dla układu symetrycznego ³⁾ „Wskazówki” polskie powinny dopuszczać przy dokładniejszych pomiarach max. $a = 0,75 D$. Górną granicę a wogóle

³⁾ Pomiary dla układu symetrycznego nowsze, niż te, na których opiera się Franck przy układaniu tablic, nie są mi znane. Wprowadzenie i w tym przypadku granicy większej dokładności opiera się na założeniu, że granice stosowania iskiernika według przepisów V. D. E. są zgodne z granicami większej dokładności nie tylko dla układu niesymetrycznego (jak to ostatnio widzieliśmy), ale i dla symetrycznego.

można dać taką, jak w przepisach amerykańskich [6]: $a = D$.⁴⁾

Proponowana górna granica a przy pomiarach dokładniejszych jest w przybliżeniu taka, jak w przepisach VDE górna granica stosowania iskiernika wogóle: w układzie symetrycznym, według VDE, wynosi ona tyle kV_{sk} , ile mm ma średnica kuli, w układzie zaś niesymetrycznym 25% mniej. Odpowiada to w układzie symetrycznym (VDE)

$$\max a = (0,5 \div 0,75) D$$

a w układzie niesymetrycznym

$$\max a = (0,35 \div 0,5) D$$

Również Wh. i Cast. [32] podają $a = \frac{D}{2}$ w

układzie niesymetrycznym, jako granicę, powyżej której wyniki różnych eksperymentatorów znacznie się różnią. Zdaniem tych autorów zastosowanie granic $a < 0,5 D$ i $a < 0,75 D$ odpowiednio w układzie niesymetrycznym i symetrycznym usunęłoby wiele niedogodności, stałoby się jednak poważnym ograniczeniem w praktyce. Przy układaniu „Wskazówek” najracjonalniej będzie zająć w tej sprawie stanowisko kompromisowe, omówione wyżej.

Wracając do pomiarów Wh. i Cast., należy zaznaczyć, że otrzymane przez nich wyniki powinny być wzięte pod uwagę przy najbliższej nowelizacji „Wskazówek”, oczywiście przy uwzględnieniu nowych pomiarów i dla innych kul.

Niższy przebieg krzywej Wh. i Cast. $U_0 = f(a)$ dla kul $D = 62,5$ mm ma swój odpowiednik w tejże charakterystyce dla kul $D = 125$ mm, zdjętej przezemnie [33] w Laboratorium Wys. Nap. Polit. Warsz. Przy pomiarach tych przestrzeni, w której nie powinny znajdować się ciała obce wogóle, oraz przewodniki, będące pod napięciem lub uziemione, była dużo większa, niż odpowiadająca przepisom L. W. N. Ponadto *świeetlenia* odsunięto tak daleko, że wpływ ich na U_0 był niedostrzegalny. Porównanie wartości U_0 z wartościami S. Francka podaje tablica II.

Tablica II.

$D = 125$ mm, jeden biegun uziemiony
 $\delta = 1$, $b = 760$ mm Hg, $t = 20^\circ$ C.

a odstęp kul mm	U_0 max kV	według Francka	według Jakubowskiego
10		32,07	33,3
20		59,96	60,3
30		86,22	86,3
40		110,1	110,1
50		130,8	130,5
60		148,5	147,0
70		164,0	160,9
80		177,2	171,7
100		197,7	190,0

⁴⁾ Franck [35] radzi stosować $\frac{a}{D} < 2$ i 1,5 dla układu symetrycznego i niesymetrycznego. Do $\frac{a}{D} = 2$ wpływ biegunowości elektrod, zaczynający się od $\frac{a}{\sqrt{D}} > 1,6$, jest zni-

komy (nowe badania McMillana i Starra, I. Am. Inst. El. Eng., 49, 859, 1930). Nie możemy narazie dopuścić tak dużych odległości a , skoro uchyb U_0 podanych w tablicach Francka jest duży, już dla $a \leq D$.

Widać z niej, że do $a = 50 \text{ mm} \cong 0,5 D$ krzywe przebiegają zupełnie zgodnie, zaś dla $a > 50 \text{ mm}$ krzywa otrzymana przezemnie przebiega niżej, niż krzywa Francka, przyczem różnica dochodzi do 4% dla $a = 100 \text{ mm}$.

W opisywanych pomiarach własnych wszystkie wpływy, mogące zniżyć pozornie (układ pomiarowy) lub rzeczywiście napięcie U_0 , były wykluczone. Ze względu na niedużą dokładność wyznaczenia pojemności kondensatora, stosowanego w metodzie prostownikowej, którą mierzono wysokie napięcie, oraz ze względu na niedużą dokładność wyznaczenia gęstości powietrza, wszystkie wartości napięcia U_0 , otrzymane przezemnie, mogą być w jednym i tym samym stosunku za duże lub za małe. Przypuśćmy, że identyczność przebiegu krzywych $U_0 = f(a)$ mojej i Francka dla $a < 50 \text{ mm}$ jest w związku z powyższem przypadkowa. Jeśli zmienimy skalę U_0 dla mojej krzywej, to jasne jest, że krzywe się mimo to nigdy nie pokrywają na całej długości. W związku jednak z wynikiem Wh. i Cast. dla kul $D = 62,5 \text{ mm}$,⁵⁾ gdzie również dla dużych odległości kul krzywe $U_0 = f(a)$ przebiegają niżej, niż krzywa Francka, oraz w związku z tem, że Wh. i Cast. podobnie jak ja, robili pomiary *bez wpływu światła* [32], wynik mój zdaje się świadczyć o tem, że użyte przez Francka przy układaniu tablic dane odnoszą się częściowo do pomiarów, obarczonych błędem wskutek światła.⁶⁾ Tembardziej jest to prawdopodobne, że naświetlenia zwrócono uwagę dopiero w r. 1930, a Franck korzystał przy układaniu tablic oczywiście z pomiarów z przed tej daty (tablice wydał też w r. 1930).

c. Układ tablic. W przeciwieństwie do przepisów innych państw w tablicach „Wskazówek” polskich powinny być podane wartości *maksymalne* napięcia przeskoku, a nie skuteczne. Chodzi tutaj o to, aby nie sugerować, że iskiernik mierzy wartości skuteczne napięcia. Przy stosowaniu tablic z wartościami skutecznymi często zamyka się oczy na to, że nie mierzy się współczynnika amplitudy napięcia⁷⁾ i przypisuje się pomiarom napięcia dużą dokładność. Oczywiście tam, gdzie nie chodzi o dużą dokładność, można przyjąć bez specjalnych pomiarów dodatkowych współczynnik amplitudy $= \sqrt{2}$.

2. Zależność napięcia przeskoku od gęstości powietrza.

S. Franck w bardzo obszernej pracy [29], opierając się na wielkiej ilości b. staran-

⁵⁾ Podobnie krzywe $U_0 = f(a)$ C. Stoerka i W. Holzera dla kul $D = 50 \text{ cm}$, otrzymane przy uwzględnieniu bardzo dużej przestrzeni ochronnej, leżą niżej, niż krzywe Francka, np. dla $\frac{a}{D} = 1,25$ o 10%. Autorzy ci zwrócili uwagę na tę rozbieżność (E. T. Z. 1931, str. 254), przypuszczając, że oszacowana przez Francka dokładność U_0 0,5—1% nie zawsze jest prawdziwa.

⁶⁾ Jak wynika z porównania wyników Wh. i Cast. oraz autora z danymi Francka wpływy światła są większe dla dużych a .

⁷⁾ Współczynnik ten dla obwodów transformatorów probierzych może się znacznie różnić od $\sqrt{2}$.

nie⁸⁾ wykonanych pomiarów, doszedł do następujących wniosków:

$\alpha)$ W granicach temperatur t od -170° do $+400^\circ \text{ C}$ i ciśnień b od 38 mm Hg do ciśnienia atmosferycznego, napięcie krytyczne U_0 zależy tylko od gęstości powietrza.

$\beta)$ Napięcie krytyczne nie zmienia się wprost proporcjonalnie do gęstości powietrza δ .

$\gamma)$ Dla elektrod o niezbyt wielkiej krzywiznie (a więc dla kul o średnicy 62,5, 125, 250, 500, 750, 1000 mm, które należy przewidzieć we „Wskazówkach” dla $\delta a > \approx 0,5 \text{ cm}$ stosunek dwóch napięć przeskoku przy stałym D nie zależy od odległości a , a tylko od gęstości δ i średnicy D .

$\delta)$ Zasada podobieństwa geometrycznego jest zawsze spełniona w granicach określonych przez $\alpha)$ Innymi słowy, gdy iloczyn $\delta D = \text{const}$, napięcie krytyczne U_0 przy stałym $\frac{a}{D}$ jest stałe, bez względu na wartość a , D δ .

$\epsilon)$ Wzór Peeka

$$U_0 = 27,75 \left(1 + \frac{0,757}{\sqrt{\delta D}} \right) \frac{a}{\beta} \delta$$

odpowiada zasadzie podobieństwa geometrycznego, gdyż, gdy $\frac{a}{D} = \text{const}$ i $\delta D = \text{const}$, to

$$U_0 = 27,75 \left(1 + \frac{0,757}{\sqrt{\text{const}}} \right) \frac{\delta D \cdot \text{const}}{\beta} = \text{stała}$$

Wzór ten jednak w porównaniu z pomiarami S. Francka nie daje wyników zupełnie zgodnych. Zależność U_0 od δ jest bardziej skomplikowana. Zatem i stosunek (δ') napięcia w danych warunkach atmosferycznych do napięcia w warunkach normalnych, wynikający ze wzoru Peeka, nie jest zupełnie zgodny z rzeczywistym.

$\eta)$ S. Franck proponuje stosować dla celów pomiaru wysokiego napięcia układ krzywych

$$U_0 = f\left(\frac{a}{D}\right) \text{ dla różnych wartości iloczynu } \delta \cdot D =$$

stała. W ten sposób wprowadzenie poprawki ze względu na gęstość powietrza staje się zbędne. Mnożymy poprostu liczbę wyrażającą średnicę kul D przez gęstość powietrza δ i z odpowiedniej krzywej (ew. interpolując między dwoma krzywymi) znajdujemy wprost U_0 . Wartość U_0 będzie taka sama dla danego $\frac{a}{D}$ np. dla $\delta_1 \cdot D_1 = \text{const}$, jak i dla $\delta_2 = 0,9 \delta_1$ i $D_2 = \frac{D_1}{0,9}$.

Wnioski α do ϵ przedstawiają w skrócie stan naszych wiadomości o wpływie gęstości powietrza na napięcie przeskoku. Wniosek η dotyczy układu tablic we „Wskazówkach”. Stosowanie w praktyce tego sposobu wymagałoby podania wielkiej ilości krzywych, lub cyfr, nie posiadaliby takiej przejrzystości, jak sposób ogólnie przyjęty oraz niewątpliwie prowadziłoby do pomyłek. Dlatego we „Wskazówkach” uwzględnić go nie można.

„Wskazówki” powinny zachować zatem tablicę napięcia przeskoku w funkcji odstępu w nor-

⁸⁾ Jedynym zarzutem, który można postawić tej pracy, jest niesprawdzenie współczynnika amplitudy po stronie wysokiego napięcia transformatora probierczego.

malnych warunkach atmosferycznych i wzór określający δ^1 (stosunek napięcia przeskoku przy danych b , t do napięcia w warunkach normalnych) w funkcji gęstości powietrza.

Autor niniejszego artykułu sprawdził, jakie różnice występują między δ' według Francka i tymże współczynnikiem, obliczonym ze wzoru Peeka. Ponieważ wykresy podane przez Francka [29] są w skali, nie pozwalającej na dokładny odczyt napięcia dla różnych iloczynów δD , wartości obliczono z tablic $U_0 = f(a)$ dla $\delta = 1$ [28]. Są to te same tablice, które należy częściowo wcielić do „Wskazówek”.

Ciekawe jest, że mimo iż wspomniane wyżej tablice odnoszą się do $\delta = 1$, można z nich obliczyć wartość δ' dla różnych δ . Wynika to stąd, że są one uzgodnione przy pomocy zasady podobieństwa geometrycznego. Obliczmy np. δ' dla $\delta = 0,5$, dla iskiernika $D = 100$ mm. Z tablic $U_0 = f(a)$ widzimy, że np. dla $\frac{a}{D} = 0,1$; $\delta = 1$; $D = 10$ cm U_0

w układzie niesymetrycznym wynosi 32,05 kV; iloczyn $\delta D = 10$. Dla $\frac{a}{D} = 0,1$, $\delta = 1$, ale $D = 5$ cm, U_0 wynosi 17,47 kV, $\delta D = 5$. Zgodnie z zasadą podobieństwa geometrycznego dla drugiego przypadku napięcie U_0 będzie to samo, gdy iloczyn δD pozostanie stały, między innymi, gdy D będzie 10 cm, a $\delta = 0,5$. Znamy w ten sposób U_0 dla iskiernika $D = 10$ cm, gdy $\delta = 1$ (32,05 kV) i gdy $\delta = 0,5$ (17,47 kV) przy tej samej odległości elektrod. Stosunek tych dwóch napięć da nam δ'

$$\delta' = \frac{17,47}{32,05} = 0,545.$$

Dla układu symetrycznego w analogiczny sposób znaleziono

$$\delta' = 0,544.$$

Jak wiadomo z punktu γ , δ' w zakresie odległości a stosowanych przy pomiarze wysokiego napięcia nie zależy od a . Wobec tego powinniśmy otrzymać to samo δ' , dzieląc odpowiednie napięcia dla $\frac{a}{D} =$ na przykład 1. Rzeczywiście δ' wynosi wtedy 0,544 lub 0,550 odpowiednio w układzie

niesymetrycznym i symetrycznym. Nieduże różnice między wartościami δ' dla $\frac{a}{D} = 0,1$ i 1 należy

przypisać raczej niedokładnemu uzgodnieniu wartości U_0 przy pomocy zasady podobieństwa geometrycznego, lub zaokrąglenia ich, niż rzeczywistym nierównościom tych współczynników.^{a)}

Porównyując wartości δ' ostatnio otrzymane z wartościami, wynikającymi ze wzoru Peeka ($\delta' = 0,540$ dla $D = 10$ cm, $\delta = 0,5$), widzimy, że różnią się one niewiele. Utwierdza nas w tem przekonaniu Tablica III.

Tablica III.

D	δ	$\frac{a}{D}$	δ'	δ'	δ'
średnica kul cm	powietrza gęstość		Układ nie- sym. w/g Francka	układ sym. w/g Francka	w/g Peeka
10	0,5	0,1	0,545	0,544	0,540
10	0,5	0,6	0,540	0,540	0,540
10	0,5	1,0	0,550	0,544	0,540
10	0,625	0,08	0,666	0,664	0,657
10	0,625	0,8	0,662	0,659	0,657
10	1,000	—	1,000	1,000	1,000
50	0,5	0,1	0,524	0,525	0,520
50	0,5	1,0	0,527	0,527	0,520
100	0,5	0,1	0,517	0,516	0,515
100	0,5	1,0	0,521	0,521	0,515
100	0,75	0,08	0,760	0,759	0,758
100	0,75	0,8	0,761	0,763	0,758

Zasadnicza zgodność między δ' według Francka i Peeka (różnice naogół $< 1\%$) wskazuje, że wzór Peeka określa δ' z dużym przybliżeniem. Nic w tem dziwnego, gdyż wzór ten jest wzorem częściowo empirycznym. Wobec prostej formy tego wzoru, pozwalającej obliczyć δ' dla każdej wartości δ , korzystniej jest go stosować, niż, może dokładniejsze, empirycznie otrzymane tablice według Francka, podające δ' dla zmieniających się *skokami* wartości δ . Na tym stanowisku powinny stać „Wskazówki”, przyjmując wzór Peeka dla obliczenia δ' .

(D. c. n.)

a) Według krzywych S. Francka [29] współczynnik δ' nieco maleje, gdy a rośnie ($D = \text{const}$, $\delta = \text{const}$)

RENTOWNOŚĆ ELEKTRYFIKACJI WARSZAWSKIEGO KOLEJOWEGO RUCHU PODMIEJSKIEGO.

Inż. Jan Podoski.

Od dłuższego już czasu daje się zaobserwować zjawisko zastępowania w kolejowym ruchu dojazdowym i podmiejskim panującego wszechwładnie do niedawna systemu przez najrozmaitsze inne systemy, jak trakcja elektryczna z sieci, akumulatorowa, spalinowa, dyzłowsko - elektryczna, wreszcie — za pomocą parowych wagonów motorowych.

Prócz urządzeń trakcyjnych, posługujących się torami kolejowymi, coraz częściej spotkać się można z konkurencją pojazdów drogowych — au-

tobusów benzynowych lub ropnych, trolleybusów, czyli kolei bezszynowych, oraz samochodów prywatnych.

Konkurencyjność pojazdów bezszynowych występuje jednak jedynie przy ruchu słabszym, o niezbyt wielkich wahanach dziennych. W warunkach pracy wielkiego miasta komunikacja autobusowa w ruchu podmiejskim lub dojazdowym traci rację bytu, gdyż wymaga zbyt wielkiej ilości pojazdów, przyczem ich szybkość handlowa staje się minimalna.

Daleko trudniej jest ustalić, w jakich warunkach ruchu odpowiedniejszy byłby taki lub inny system trakcji szynowej, a więc trakcja parowa, elektryczna, wagonami spalinowymi i t. p.

Najczęstszą przyczyną, powodującą konieczność zastąpienia trakcji parowej przez inną, bywa, szczególnie w ruchu podmiejskim, jej sztywność, wynikająca ze stosowania pociągów o niezmiennym lub mało zmiennym składzie, dostosowanym do wymagań ruchu w godzinach większego napływu podróżnych, które kursować muszą w tym samym składzie i w pozostałych godzinach dnia, gdyż ciągle dostosowywanie składu pociągów do ilości podróżnych byłoby technicznie bardzo utrudnione. Wskutek tego rozkład jazdy przy trakcji parowej układany być musi w taki sposób, by w godzinach znacznego ruchu kursowała duża ilość pociągów, podczas gdy w godzinach pozostałych ruch ustawać musi prawie całkowicie, gdyż nie opłacałoby się uruchamianie całych pociągów dla niewielkiej ilości podróżnych.

Zupełnie inaczej przedstawia się sprawa przy innych systemach trakcji, przy których pociągi złożone bywają z wagonów motorowych z kilkoma wagonami doczepnymi. W tych warunkach ruch utrzymywany być może przez cały dzień przez pociągi o niewielkich składach 2—3 wagonowych, podczas gdy w godzinach wielkiego ruchu uruchomione być mogą pociągi dodatkowe w ilości, zależnej od wymagań ruchu. Przy trakcji elektrycznej (akumulatorowej i z sieci) pociągi mogą być wówczas łączone w jednostki wielokrotne o dowolnie wielkim składzie, kierowane z jednego z wagonów t. zw. systemem rozrzędu wielokrotnego, co pozwala na matematyczne niemal dostosowywanie ilości miejsc w pociągach do potrzeb ruchu. Przy innych systemach najwyższa ilość dostarczanych miejsc na godzinę ograniczona bywa często niewystarczającą przepłotnością samej linii, która nie pozwala na przepuszczenie odpowiedniej ilości krótkich pociągów.

Takie udogodnienia ruchu, zapewniające we wszystkich godzinach dnia dostateczną ilość miejsc w pociągach, oraz dogodną komunikację w ciągu całej doby, nie mówiąc o drobniejszych udogodnieniach, jak uniknięcie dymu oraz większa naogół szybkość handlowa pociągów, powodują, iż ruch na liniach, na których trakcja parowa zastąpiona została przez motorową dowolnego systemu, wzrasta z reguły bardzo znacznie.

Wielkość tego wzrostu jest jednak bardzo trudna do ujęcia liczbowego. Tak np. wzrost ruchu w pierwszym roku po elektryfikacji Berlińskich „Stadt-, Ring- und Vorortbahnen” wyniósł wedł. dr. inż. Remy 16%, podczas gdy według danych sowieckich elektryfikacja moskiewskiego ruchu podmiejskiego dała w pierwszym roku po elektryfikacji w stosunku do ruchu przy trakcji parowej wzrost 30%, a w drugim 50%.

Z drugiej strony jednak liczyć się trzeba z tem, iż zmiana systemu trakcji wymaga inwestycji pewnego kapitału dodatkowego, na którego oprocentowanie składać się będzie ewentualne zmniejszenie kosztów eksploatacji oraz wzrost przejazdów z wynikającym stąd wzrostem dochodów.

Czy i kiedy oprocentowanie to staje się wystarczające dla usprawiedliwienia z punktu widze-

nia finansowego zmiany systemu trakcji, może wykazać jedynie przeprowadzone każdorazowo sumienne obliczenia.

Obliczenie takie postaram się przeprowadzić na konkretnym przykładzie rzeczywistych warunków pracy, a mianowicie dla ruchu podmiejskiego w węźle kolejowym warszawskim.

I. Podstawy obliczenia.

Sprawa elektryfikacji warszawskiego ruchu podmiejskiego była już wielokrotnie i wszechstronnie rozpatrywana z punktu widzenia technicznego*), podczas gdy strona ekonomiczna zagadnienia pozostawiana była zawsze na boku, gdyż konieczność elektryfikacji wpływała z przyczyn natury czysto technicznej, a sprawa większej lub mniejszej rentowności była z konieczności drugorzędną.

Jak wiadomo, bezpośrednią przyczyną, powodującą konieczność zmiany systemu trakcji parowej, było przewidywane w najbliższym czasie uruchomienie linii średnicowej węzła Warszawskiego z tunelem, przez który nie mogłyby przechodzić w większej ilości parowozy ze względu na wydzielany dym, parę i gazy spalinowe. Dla uniknięcia zmiany systemu trakcji na krańcach linii średnicowej, co powodowałoby poważne trudności ruchowe, przewidziana została równoczesna elektryfikacja ruchu podmiejskiego na liniach o gęstszym ruchu.

Praca niniejsza ma na celu sprawdzenie, jak dalece elektryfikacja ruchu podmiejskiego usprawiedliwiona jest z punktu widzenia finansowego, oraz czy nie możnaby było znaleźć innego, bardziej ekonomicznego rozwiązania tego zagadnienia.

Jedyną realną odpowiedź na to pytanie może dać porównanie kosztów eksploatacji przy rozmaitych systemach trakcji, przyczem obliczenia, o ile mają dawać dokładny obraz rzeczywistości, powinny być przeprowadzone dla jednakowych warunków pracy. Ustalenie tych warunków jest jednak bardzo utrudnione ze względu na odmienny charakter ruchu przy trakcji parowej i pozostałych systemach, gdyż byłoby technicznym nonsensem nałamywać trakcję motorową do sposobu pracy przy trakcji parowej, a mianowicie do długich i niepodzielnych pociągów, jedynie w celu uzyskania liczb, nadających się do porównań, które właśnie w tym wypadku nie odpowiadałyby rzeczywistości.

Prócz tego średnie zapełnienie pociągów motorowych jest zawsze większe, niż przy trakcji parowej, gdyż większa elastyczność ruchu pozwala na dostosowywanie ich składu do ilości przewożonych podróżnych, tak iż dla przewiezienia tej samej ilości osobo-km potrzebny jest mniejszy przebieg wagono-km osobowych. Jeżeli więc przyjąć, iż jednakowe warunki pracy mieć będą miejsce przy jednakowych przebiegach wagonokilometrów, to wyniki muszą być przy tej samej ilości podróżnych wysoce krzywdzące dla wagonów motorowych.

*) „Przegląd Elektrotechniczny” Nr. 11—XIII, „Przegląd Elektr.” Nr. 13—XIII, „Przegląd Elektr.” Nr. 20—XIII, „Inżynier Kolejowy” Nr. 8 i 9—31.

Najrealniejsze byłoby wzięcie za podstawę obliczeń ilości rzeczywiście wykonanych przejazdów, obliczenie stąd niezbędnych przebiegów wagono i pociągo-kilometrów i porównanie ich z przebiegami, wykonywanymi rzeczywiście przy trakcji parowej, przyczem i tu trakcja motorowa byłaby dla podróży dogodniejsza, pozwalając na regulowanie ruchu nie gęstością pociągów, lecz ich składem. Ten sposób porównania nie może być jednak zastosowany, gdyż koleje nie prowadzą statystyki ruchu w zależności od godzin dnia, dni tygodnia i pór roku, niezbędnej dla takiego obliczenia. Prócz tego liczba rzeczywiście przewożonych w ruchu podmiejskim podróży również nie jest dość dokładnie ustalona. Jako dowód może służyć fakt, że Komisja do spraw przebudowy węzła Warszawskiego przewidywała na rok 1934 na linii Żyrardowskiej ogółem 9 631 410 przejazdów, podczas gdy według danych, specjalnie ad hoc zestawionych, liczba ta już w roku 1928 wyniosła 10 916 661 osób.

Dlatego też, wobec niepewności tych liczb, obliczenia porównawcze przeprowadzone zostały z konieczności przy założeniu jednakowej ilości rocznej osobowych wagono-km w ruchu podmiejskim, z pełną świadomością, iż warunek ten jest wyraźnie krzywdzący dla wszystkich systemów trakcji motorowej, jak to zresztą wyjaśniono poprzednio.

Jak więc widać, dla uniknięcia zarzutu tendencyjności lub przyjmowania liczb niedostatecznie uzasadnionych, wszystkie obliczenia oparte zostały na założeniu, iż przy zmienionym systemie trakcji ilość pasażerów oraz zapełnienie pociągów, a więc i ilość wagono-km pozostaną takie, jak przy trakcji parowej, co w rzeczywistości nigdy nie będzie miało miejsca.

Zwykłe obliczenie rentowności nie dałoby przy zmianie systemu trakcji dość dokładnego obrazu korzyści lub niedogodności jednego systemu w stosunku do innych, ponieważ bardzo znaczna część urządzeń kolejowych oraz odpowiednich kosztów eksploatacyjnych jest od systemu trakcji niezależna.

Gdyby chodziło o budowę nowej linii kolejowej, obliczenie należałoby prowadzić w taki sposób, że trzeba byłoby obliczyć całkowity kapitał budowlany przy takim lub innym systemie trakcji, odpowiednio kosztu eksploatacji i dochody, oraz znaleźć na ich zasadzie wysokość oprocentowania włożonego kapitału. System, przy którym kapitał byłby lepiej oprocentowany, byłby odpowiedniejszy z ekonomicznego punktu widzenia.

Przy zmianie systemu trakcji na linii istniejącej sprawa przedstawia się inaczej, znaczna bowiem część kapitału, poprzednio inwestowanego, pozostaje nienaruszona i niema przyczyny, dla której miałoby być zmienione jego oprocentowanie. W tym wypadku obliczony być musi tylko dodatkowy kapitał budowlany, potrzebny do zmiany systemu trakcji, oraz jego oprocentowanie, składające się z ogółu oszczędności eksploatacyjnych, spowodowanych zmianą systemu, oraz z ewentualnego wzrostu dochodów.

W ten sposób obliczenia porównawcze ograniczają się jedynie do przeliczenia tych pozycji ko-

szków eksploatacji, które zależne są od systemu trakcji, z pominięciem kosztów pozostałych. Również zbędne się staje obliczanie całego kapitału, inwestowanego poprzednio w daną linię, wystarczy bowiem obliczenie kapitału dodatkowego, który przyczynił się do zmiany systemu trakcji i odniesienie do niego uzyskanych oszczędności (lub dodatkowych wydatków eksploatacyjnych).

Stosując podział wydatków eksploatacyjnych na szereg służb, zgodnie z podziałem, przyjętym zasadniczo na P. K. P., do grupy wydatków, zależnych od systemu trakcji, zaliczyć należy wydatki na służby następujące:

1. *Konduktorska*, 2. *Trakcyjna*, 3. *Parowozowa*, 4. *Wagonowa*, 5. *Warsztatowa*.

Wszystkie pozostałe służby, a mianowicie:

1. *Dyrekcyjna*, 2. *Drogowa*, 3. *Stacyjna*, 4. *Handlowa*, 5. *Elektrotechniczna*, 6. *Zasobów*, 7. *Sanitarna*, 8. *Wyd. wspólnych*, 9. *Humanitarna*, —

należą do grupy wydatków praktycznie niezależnych od systemu trakcji, gdyż drobne różnice, zachodzące np. w kosztach służby drogowej, stacyjnej lub zasobów, są trudne do uchwycenia i na dokładność obliczeń wpływać nie mogą.

Obliczenia porównawcze wykonane zostały dla zakresu, objętego pierwszym okresem elektryfikacji węzła i dotyczą ruchu podmiejskiego na następujących odcinkach:

Warszawa — Żyrardów,

Warszawa — Otwock,

Warszawa — Mińsk-Mazowiecki,

oraz na właściwej linii średnicowej.

II. Trakcja parowa.

Obliczenia ruchu, oparte na służbowych rozkładach jazdy za rok 1931 oraz na danych statystycznych za rok 1929, ostatni, w którym koleje nie były jeszcze dotknięte kryzysem, dają wyniki następujące:

Tablica I.

Ruch na liniach podmiejskich w 1931 r.

L i n j a	Tabor		Roczne przebiegi		Przychodzi w lecie w dniu powszednim	
	Ilość składów	wagonów osobowych	pociągów-km	wagono-km wogóle	wagonów osobowych	pociągów
Warszawa—Żyrardów	13	221	920 000	16 690 000	603	25,5
Warszawa—Otwock	9	100	599 000	7 220 000	396	37
Warszawa—Mińsk	4	40	468 000	4 891 000	202	17,5
Razem					1 201	90

Liczby powyższe należy jednak dostosować do warunków pracy po uruchomieniu linii średnicowej, gdy wszystkie pociągi przechodzić będą przez miasto. Ponieważ zastosowany będzie ruch wahadłowy, ilość pociągów na linii średnicowej będzie mniejsza, niż suma tej ilości dla wszystkich linii. Teoretycznie ilość ta powinna być równa wszystkim pociągom ze wschodu lub zachodu. Po-

nieważ jednak całkowite wyzyskanie wahadłowości jest niemożliwe, ilość ta będzie nieco większa.

Zgodnie z projektem elektryfikacji węzła przy 197 parach pociągów podmiejskich przez średnicę przechodzi 139 par, a zatem 71%. Uwzględniając prócz tego zmienione przebiegi pociągów (tylko do stacji krańcowych średnicy), oraz przyjmując średnią wagę wagonów naładowanych okragło 20 t, otrzymamy następujące uzupełnione wielkości ruchu:

Tablica II.

Ruch na liniach podmiejskich po otwarciu linii średnicowej według danych za r. 1931.

Linia	Przebiegi roczne		
	pociągo-km	wagono-kilometry	tonno-km
		osobowe	ogółem
Żyrardowska . . .	835 000	14 200 000	15 150 000
Otwocka	492 000	5 160 000	5 930 000
Mińsko-Mazow. . .	468 000	4 450 000	4 890 000
Średnicowa	322 000	4 510 000	4 830 000
Razem	2 117 000	28 320 000	30 800 000
Z manewrami (5%)	2 220 000	29 750 000	32 350 000
			647 000 000

Znaczna większość pociągów podmiejskich obsługiwana jest przez parowozy beztendrowe. Tak np. w okresie zimowym 1931-32 roku na 79 par pociągów podmiejskich 61 par, a więc 77% obsługiwanych było przez parowozy beztendrowe.

W obliczeniu porównawczem trzeba się liczyć z tem, iż w najbliższej przyszłości wszystkie pociągi obsługiwane będą przez tendraki, dające stosunkowo najmniejsze zużycie węgla. To też obliczenia zużycia prowadzone być muszą z uwzględnieniem jedynie tych parowozów w ruchu podmiejskim.

Rzeczywiste zużycie węgla przez parowozy beztendrowe typu Okl 27 wynosiło według danych Dyrekcji Warszawskiej w roku 1931 w kg na 1000 tkm ciągniętych (węgiel dąbrowiecki 6800 kal) średnio:

Parowozownia Warszawa—Główna (linia Żyrardowska) — 67,3 kg,

Parowozownia Warszawa—Gdańska (linia Otwocka) — 95,5 kg,

Parowozownia Warszawa—Wschodnia (linia Mińska) — 77,5 kg.

Zużycie węgla na linii średnicowej oszacować można na zasadzie analogii z obliczeniami zużycia trakcyjnej energii elektrycznej jako średnie pomiędzy zużyciem na linii Żyrardowskiej i Otwockiej, czyli 81,4 kg/1000 tkm. Ogólne zużycie węgla na badanych liniach wyniesie 49500 t. rocznie

Średni turnusowy przebieg miesięczny parowozów podmiejskich waha się w ruchu obecnym od 4653 km do 4962 km. Licząc, iż otwarcie linii średnicowej powiększy nieco przebiegi taboru, można przyjąć bez wielkiego błędu, iż średni miesięczny przebieg parowozu w ruchu wynosić będzie 5000 km. Ponieważ zgodnie z danymi za rok 1929 przebiegi luzem wynosiły dla Dyrekcji Warszawskiej 4% przebiegu ogólnego, można przyjąć, iż miesięczny przebieg ładowny parowozów podmiejskich wynosi 4800 km.

Ogólny przebieg roczny pociągów (tabl. II) wynosi 2 220 000 pociągo-km, czyli 2 220 000 : 0,96 = 2 310 000 lokomotywo-km.

Stąd ogólna ilość lokomotyw w ruchu:

$$\frac{2\,310\,000}{12 \times 5\,000} = 38,6 \text{ sztuk.}$$

Rocznik statystyczny P. K. P. podaje, iż w roku 1929 na ogólną ilość 921 parowozów w Dyrekcji Warszawskiej, w ruchu było średnio 733, zatem 79,6%.

Licząc dla ruchu podmiejskiego 75% parowozów w ruchu, co odpowiada rzeczywistym warunkom pracy dla normalnie utrzymywanych parowozów nowszych typów, otrzymamy niezbędną ilość parowozów:

$$\frac{38,6}{0,75} = 52 \text{ sztuki,}$$

a uwzględniając 2 jednostki w rezerwie — razem 54 lokomotywy.

Ogólna ilość wagonów, niezbędnych dla ruchu podmiejskiego, wynika z dodatku do służbowego rozkładu jazdy. Zgodnie z danymi za rok 1931 ilość ta wynosiła: 361 trzyosioowych wagonów osobowych, 20 parników, oraz 16 brankardów i wagonów pocztowych. Według danych za rok 1929 średnia dzienna ilość wagonów osobowych w ruchu wynosiła dla całej sieci P. K. P. 86,5% ogółu. Licząc ten sam stosunek dla parników i brankardów, otrzymujemy następujące ilości niezbędnego w ruchu podmiejskim taboru:

$$361 : 0,865 = 418 \text{ wagonów osobowych,}$$

$$20 : 0,865 = 23 \text{ parniki,}$$

$$16 : 0,865 = 18 \text{ brankardów.}$$

Opierając się na powyższych danych, obliczyć można pozycje zmiennych kosztów eksploatacyjnych.

1. *Służba konduktorska.* Według danych Dyrekcji Warszawskiej P. K. P. pociągi podmiejskie na rozpatrywanych odcinkach obsługuje ogółem 31 drużyn konduktorskich, złożonych z 5 ludzi każda. Personel składa się zatem ze 155 osób.

Według rocznika statystycznego wydatki osobowe i rzeczowe służby konduktorskiej w roku 1929 wynosiły 17 419 503,64 złotych przy personelu 3111 osób.

Średni wydatek roczny na osobę wynosił okragło 5600 złotych, czyli ogółem dla ruchu podmiejskiego 868 000 zł. rocznie.

2. *Służba trakcyjna.* Wydatki służby trakcyjnej są naogół niezależne od systemu trakcji z wyjątkiem pozycji kosztów utrzymania wodociągów i stacji wodnych.

Koszta te wynosiły w 1929 r. dla Dyr. Warszawskiej 36,38 zł. na 1000 parowozo-km (tylko koszta rzeczowe), a zatem na ruch podmiejski:

$$2\,310\,000 \frac{36,38}{1\,000} = 84\,000 \text{ zł. rocznie.}$$

3. *Służba parowozowa.* Koszta osobowe służby parowozowej wynosiły w r. 1929 w Dyrekcji Warszawskiej 554,14 zł. na 1000 parowozo-km, czyli dla ruchu podmiejskiego:

$$2\,310\,000 \frac{544,14}{1\,000} = 1\,255\,000 \text{ zł. rocznie.}$$

Koszta rzeczowe tego działu składają się z kosztów paliwa, smarów, oświetlenia i czyszczenia parowozów oraz z kosztów personelu, zaliczonego na wydatki rzeczowe.

Średni koszt węgla dla Dyrekcji Warszawskiej wynosił w 1929 r. 27,3 zł. za 1 tonnę, zatem ogólny koszt paliwa:

$$49\,500 \times 27,3 = 1\,350\,000 \text{ zł.}$$

Koszt smarów, oświetlenia i czyszczenia parowozów wynosił 53,80 zł. na 1000 parowozów-km, koszt pracowników na wydatkach rzeczowych — 81,35 zł. na 1000 parowozów-km, razem 135,15 zł. na 1000 parowozów-km, a dla całego ruchu podmiejskiego:

$$\frac{135,15}{1\,000} \times 2\,310\,000 = 312\,000 \text{ zł.}$$

Ogółem wydatki rzeczowe:

$$1\,350\,000 + 312\,000 = 1\,662\,000 \text{ zł. rocznie.}$$

Całkowite wydatki tego działu, osobowe i rzeczowe:

$$1\,255\,000 + 1\,662\,000 = 2\,917\,000 \text{ zł. rocznie.}$$

4. *Służba wagonowa.* Ogólne wydatki tego działu obejmują zarówno wydatki na utrzymanie wagonów osobowych, jak i towarowych. Podziału tej sumy dokonać można zgodnie z obliczeniami inż. Sztolcmana w zeszycie I „Materiałów do reformy taryf kolejowych”, gdzie z ogólnej sumy wydatków w roku 1926, wynoszącej 14 622 000 zł., 8 835 000 zł., a więc okrażyło 60% przypadło według autora na wagony osobowe. Zachowując ten stosunek dla roku 1929, otrzymujemy ogólną sumę wydatków w dyrekcji Warszawskiej:

$$6\,742\,062,28 \times 0,6 = 4\,040\,000 \text{ zł. na utrzymanie wagonów osobowych, w tem:}$$

$$363\,858,42 + 653\,034,09 = 1\,017\,000 \text{ zł.}$$

na oświetlenie i ogrzewanie wagonów.

Licząc wydatki, przypadające na ruch podmiejski, w stosunku osio-km osobowych ruchu podmiejskiego do osio-km osobowych całej Dyrekcji, otrzymujemy:

$$\frac{29\,750\,000 \times 3}{433\,057\,647} = 0,206.$$

Uwzględniając, iż stosunek ten zachowany będzie również dla wydatków na wagony osobowe, otrzymujemy dla ruchu podmiejskiego rocznie:

$$\begin{aligned} \text{Koszt służby wagonowej bez ogrzewania i oświetlenia} & \dots\dots\dots 622\,000 \text{ zł.} \\ \text{Koszty ogrzewania i oświetlenia} & \dots\dots\dots 209\,000 \text{ „} \\ \text{Razem koszt służby wagonowej} & \dots\dots\dots 831\,000 \text{ „} \end{aligned}$$

5. *Służba warsztatowa.* Na koszty służby warsztatowej składa się koszt utrzymania parowozów, wagonów osobowych i wagonów towarowych.

Wydatki te zestawione są w roczniku statystycznym za rok 1929 pod jedną pozycją. Podziału tych sum dokonać jednak można na zasadzie „obliczeń kosztów własnych P. K. P.” za lata 1928-30, według których koszty naprawy parowozów stanowiły średnio 49%, wagonów osobowych 22%, oraz wagonów towarowych 31% całości.

Ogólne koszty służby warsztatowej wynosiły w roku 1929 po potrąceniu kosztów zakupu nowego taboru 247 500 116,76 zł.

Stosując procentowy podział, ustalony poprzednio dla kosztów samego remontu w 1930 r., otrzymujemy dla roku 1929:

$$\begin{aligned} \text{parowozy} & \dots\dots\dots 121\,000\,000 \text{ zł.} \\ \text{wagony osobowe} & \dots\dots\dots 54\,500\,000 \text{ „} \end{aligned}$$

Licząc w stosunku wykonanych przebiegów, otrzymujemy dla ruchu podmiejskiego:

$$\begin{aligned} \text{utrzymanie parowozów} & \frac{121\,000\,000 \times 2\,310\,000}{163\,769\,330} = \\ & = 1\,708\,000 \text{ zł. rocznie,} \end{aligned}$$

utrzymanie wagonów, licząc parniki i brankardy, jak wagony osobowe, co może tylko minimalnie zmienić obliczenia:

$$54\,500\,000 \times \frac{3 \times 32\,350\,000}{1\,786\,136\,954} = 2\,960\,000 \text{ zł. rocznie.}$$

Razem koszta warsztatowe 4 668 000 zł. rocznie.

III. Wagony spalinowe, dyzłowsko - elektryczne i parowe.

Trakcja wagonami motorowymi tego typu posiada tę samą zasadniczą wadę, co trakcja parowozowa, a mianowicie nie pozwala na dowolne zmienianie składu pociągów, możliwe tylko tam, gdzie daje się zastosować rozrząd wielokrotny, a zatem jedynie przy trakcji elektrycznej (z sieci i akumulatorowej).

W przeciwieństwie jednak do trakcji parowozowej, pociągi przy trakcji motorowej są krótkie, 2—3 wagonowe, to też nadają się doskonale do ruchu w godzinach słabego napływu podróźnych. Poważne trudności powstają dopiero w godzinach wzmożonego ruchu, gdyż wobec niemożności łączenia pociągów w jednostki o zwiększonym składzie, okazuje się konieczne uruchamianie znacznej ilości pociągów dodatkowych. Jeżeli ilość podróźnych w godzinach zwiększonego ruchu nie jest zbyt wielka, pociągi dodatkowe rozwiązują zagadnienie w zupełności. Przy większych jednak ilościach przejazdów wymagana ilość pociągów dodatkowych staje się tak wielka, że przepustowość linii może się okazać niewystarczająca.

Zjawisko to zachodzi właśnie w warunkach pracy rozpatrywanych linii podmiejskich, na których zgodnie z obecnymi rozkładami jazdy, musiałyby kursować w godzinach największego ruchu następujące ilości 3-wagonowych pociągów podmiejskich:

Tablica III.

Niezbędna ilość pociągów pomiędzy godz. 7—8 w lecie.

Linja	3-wagonowych pociągów podmiejskich na godzinę	Pociągów dalekich na godzinę	Razem dalekich i podmiejskich	Graniczna zdolność przepustowa przy trakcji elektr.
Żyrardowska	28	2	30	8,6
Otwocka	12	1	13	7,5
Mińsko-Maz.	4	1	5	7,5
		około 19 *)	około 50	
Średnicowa	31			40,6

Jak widać, już w chwili obecnej zdolność przepustowa rozpatrywanych linii nie pozwala na pro-

*) Razem z pociągami podmiejskimi z innych linii.

wadzenie na nich trakcji wagonami spalinowymi, co dowodzi, iż systemy te zupełnie nie nadają się do pracy w warunkach ruchu węzła warszawskiego.

Wyjątek stanowi linia Mińsko-Mazowiecka, lecz i tu pamiętać należy o bardzo znacznych możliwościach rozwoju ruchu podmiejskiego, wzrastającego w warunkach normalnych o 10—12% rocznie.

Pomijając zresztą względy ruchowe, trakcja wagonami spalinowymi, ropnymi lub parowymi posiada w stosunku do trakcji elektrycznej z sieci, a nawet do trakcji parowozowej szereg innych, również bardzo poważnych stron ujemnych, występujących szczególnie ostro przy większym ruchu. Do głównych z nich należą, oprócz mniejszej na ogół, niż przy trakcji elektrycznej prędkości handlowej, spowodowanej mniejszą mocą wagonów, wyższe koszty utrzymania samych maszyn oraz niewspółmiernie wysokie koszty osobowe maszynistów, będące skutkiem dużej ilości krótkich pociągów, z których każdy musi być obsługiwany przez oddzielne maszyniście.

Prócz tego koszty zmiany systemu trakcji są poważne, gdyż ilość wagonów silnikowych jest bardzo znaczna w stosunku do całkowitej ilości taboru, a procent unieruchomionych maszyn, dochodzący do 50 przy wagonach dyzelskich, daleko większy, niż przy trakcji parowej lub elektrycznej.

Dla orientacji podać można, iż koszt utrzymania i eksploatacji wynosił wedł. comm. Mellini (XXI Kongres przedsiębiorstw komunikacyjnych w Rzymie) po sprowadzeniu do warunków pracy wagonu motorowego o wadze 50—60 t i mocy 400—500 KM: dla wagonów spalinowych od 2.60 do 4.60 zł/km, a dla wagonów dyzelskich około 1.60 zł/km, podczas gdy przy trakcji elektrycznej wynosi on 0.83 zł/km, a zatem od 2 do 4 razy taniej.

Na odrębną wzmiankę zasługują lokomotywy dyzelsko-elektryczne, pracujące w wielu przedsiębiorstwach w sposób zupełnie zadowalniający. W rozpatrywanych warunkach ruchu zastosowanie lokomotyw dyzelskich nie przyczyniłoby się jednak w niczem do poprawienia warunków komunikacyjnych, podczas gdy koszty utrzymania delikatnych lokomotyw dyzelskich wzrosłyby bardzo znacznie w stosunku do trakcji parowozowej.

Zastosowanie tych lokomotyw nie rozwiązałoby również sprawy przeprowadzania pociągów przez tunel linii średnicowej, gdyż maszyny te, aczkolwiek nie wydzielają dymu i pary, wytwarzają poważne ilości trujących gazów spalinowych.

W ostatnich czasach cieszyć się zaczęły wielkiem powodzeniem zagranicą autobusy na szynach z obręczami gumowymi, tak zwane „Micheline”, rozwijające bardzo wielkie szybkości i dające, jak się zdaje, nieznaczące koszty utrzymania. Autobusy takie nie nadają się jednak również do pracy w warunkach węzła, tak z podanych już poprzednio przyczyn ruchowych, jak również i z tego względu, że, pracując jednokierunkowo, jak samochody drogowe, wymagałyby w razie ich zastosowania wprowadzenia urządzeń obrotowych na stacjach krańcowych, co jest praktycznie niewykonalne przy gęstym ruchu.

Możliwe do pomyślenia byłoby również zastosowanie trakcji mieszanej, innej w godzinach większego ruchu, a innej w pozostałych, np. parowozynowej.

Na rozpatrywanych jednak liniach, dwoistość taka wprowadziłaby tak wielkie zamieszanie, nie mówiąc o trudnościach, związanych z przebywaniem tunelu, iż myśl ta musi być zgóry zaniechana.

IV. Trakcja elektryczna z sieci.

Najodpowiedniejszym rozwiązaniem zdaje się być system trakcji elektrycznej z wagonami, przystosowanymi do rozrzędu wielokrotnego, tak jak to przewiduje projekt elektryfikacji węzła kolejowego warszawskiego, opracowany przez inż. R. Podolskiego dla prądu stałego o napięciu roboczym 3000 V. Ponieważ jednak projekt ten nie zawiera rachunku rentowności, obliczenie to musi być przeprowadzone dla sprawdzenia, czy rzeczywiście system trakcji elektrycznej jest zgodnie z przewidywaniami również i pod względem ekonomicznym najodpowiedniejszy.

Zgodnie z przyjętym poprzednio założeniem, obliczenia porównawcze sprowadzone zostały do warunków ruchu w roku 1931-32 i oparte na założeniu jednakowej ilości wagono-km osobowych rocznie.

Projekt elektryfikacji węzła kolejowego warszawskiego przewidywał stosowanie w ruchu podmiejskim składów czterowagonowych (wagon motorowy i trzy doczepne) o wadze czteroosiowego wagonu doczepnego próżnego 30 t. Ponieważ waga kursujących obecnie wagonów trzyosiowych wynosi średnio w stanie ładownym 20 t, przyjęto w ruchu podmiejskim składy 6-o wagonowe, t. j. wagon motorowy i pięć doczepnych, co odpowiada w przybliżeniu wadze ciągniętej, przyjętej w projekcie.

Projekt elektryfikacji węzła przewidywał dla I-go okresu, a więc dla roku 1935, następujące wielkości ruchu:

Tablica IV.

Ruch na liniach podmiejskich według projektu elektryfikacji w 1935 r.

L i n j a	Tabor		Przebiegi roczne z manewrami		Przychodzi w lecie w dniu powszednim	
	ilość składów	ogółem wagon. osobow.	składów-km	wag.-km	wagonów osobowych	pociągów
Warszawa—Żyrardów	22	132	1 920 000	11 500 000	576	46
Warszawa—Otwock	12	72	990 000	5 940 000	396	41
Warszawa—Mińsk	11	66	770 000	4 620 000	204	22
Średnicowa	9	54	645 000	3 870 000	—	—
Razem	54	324	4 325 000	25 930 000	1 176	109

Jeżeli porównać liczby tej tablicy z liczbami, zestawionymi w tablicach I i II, to okaże się, iż ruch, przewidywany na rok 1935, jest mniejszy, niż utrzymywany obecnie. Tłumaczy się to z jednej strony lepszym wykorzystaniem taboru przy trakcji elektrycznej, z drugiej jednak i to w głównej mierze tem, że ruch podmiejski rozwinął się znacznie silniej, aniżeli to przewidywała Komisja przebudowy węzła kol. warszawskiego, na której obliczeniach oparto podstawy ruchowe projektu.

To też dla uzyskania wielkości porównawczych, t. j. jak przyjęto jednakowej ilości wagono-

km, należy obliczenia projektu odpowiednio powiększyć. Przyjmując, iż wszystkie wielkości, a więc tabor oraz ilości pociągów wzrosną proporcjonalnie do wzrostu przebiegów wagonów osobowych, a więc w stosunku $29\,750\,000 : 25\,930\,000 = 1,15$, otrzymujemy następujące wielkości charakterystyczne dla trakcji elektrycznej:

Tablica V.

Ruch na zelektryfikowanych liniach, sprowadzony do przebiegów trakcji parowej.

Wyszczególnienie	Wielkości obliczone dla I-go okresu elektryfikacji (tabl. IV)	Wielkości sprowadzone do warunków trakcji parowej	Wielkości rzeczywiste przy trakcji parowej (tabl. I i II)
Ogólna ilość składów . . .	54	62	—
" " wagonów osob.	324	372	361
Roczny przebieg wag.-km .	25 930 000	29 750 000	29 750 000
" " składo - km	4 325 000	4 958 000	—
Przybywa w lecie wagonów	1 176	1 350	1 201
w dniu powszednim pociągów	109	125	90

Uderza w powyższej tablicy stosunek ilości pociągów przy trakcji elektrycznej i parowej, wynoszący: $125 : 90 = 1,39$ przy jednakowej ilości wagono-km, wskazujący, jak dalece krzywdzące jest dla trakcji elektrycznej zrównanie, przy jednakowej ilości podróży, przebiegów wagonów osobowych. Równa się to w praktyce poważnemu powiększeniu gęstości, a więc i dogodności ruchu na liniach, a przy równomierniejszym wypełnieniu wagonów w ciągu całego dnia, pozwala na przewiezienie znacznie większej ilości podróży, niż to przyjęto w obliczeniu.

Średnia waga składu motorowego pociągu elektrycznego wynosi:

$$56\,t + 5 \times 20\,t = 156\,t,$$

ogólna zatem ilość tkm na rozpatrywanych liniach wynosi rocznie:

$$4\,958\,000 \times 156 = 773\,000\,000\,tkm.$$

W dniu powszednim letnim przybywa do Warszawy ogółem 125 pociągów elektrycznych lub 90 parowych. Przyjmując, iż taki sam stosunek zachowany zostaje przez cały rok, otrzymuje się ogólny przebieg pociągów elektrycznych:

$$2\,220\,000 \frac{125}{90} = 3\,080\,000\,poc/km\,rocznie,$$

przyczem pociągi składają się przeciętnie z

$$\frac{4\,958\,000}{3\,080\,000} = 1,6\,składów$$

(w lecie 1,8 składów).

Jak wynika z tablicy V, niezbędna ilość składów, a zatem i wagonów motorowych wynosi 62, a licząc procent maszyn unieruchomionych zgodnie z danymi projektu elektryfikacji, ogólna ilość wagonów motorowych:

$$62 \frac{60}{54} = 69\,sztuk.$$

Ogólna ilość wagonów w ruchu wynosi zgodnie z tabl. V 372 sztuki, w tem 310 wagonów doczepnych. Uwzględniając remont jak przy trakcji parowej, ilość wagonów doczepnych: $310 \frac{418}{361} = 358\,sztuk.$

Parniki i wagony bagażowe są zbędne, wskutek zastosowania ogrzewania elektrycznego oraz przedziałów bagażowych w wagonach motorowych.

1. *Służba konduktorska.* Wprowadzenie trakcji elektrycznej spowoduje, przy jednakowym przebiegu wagono-km osobowych, zmniejszenie ilości wagono-godzin w ruchu w stosunku zwiększonej prędkości handlowej.

Średnia szybkość handlowa pociągów elektrycznych jest zgodnie z projektem elektryfikacji o 31% większa, niż przy trakcji parowej. W tym samym stosunku zmaleje roczna ilość wagono-godzin, miarodajna dla obliczenia personelu konduktorskiego.

Opierając się na wynikach, osiągniętych dla trakcji parowej, otrzymuje się łączną sumę wydatków służby konduktorskiej

$$868\,000 \frac{100}{131} = 663\,000\,zł.\,rocznie.$$

2. *Służba trakcyjna.* Koszty służby trakcyjnej pozostają takie same, jak przy trakcji parowej z wyjątkiem kosztów rzeczowych stacji wodnych, przypadających na ruch podmiejski, które odpadają całkowicie.

3. *Służba elektrowozowa.* Dla ustalenia kosztów osobowych obliczyć trzeba personel służby elektrowozów.

Czas jazdy pociągo-godzin rocznie wynosi przy szybkości handlowej 48 km/godz. i godzinnych postojach na stacjach krańcowych okragło 105 000 godzin.

Obsługę wagonu motorowego stanowi jeden maszynista. Licząc 2130 godzin pracy rocznie, otrzymujemy niezbędną ilość maszynistów okragło 50 osób.

Przy średnich rocznych poborach 3 800 zł., oraz dodatkach: kilometrowym — 0,36 zł/10 km i godzinowym — 0,33 zł/godz., otrzymujemy łączne pobory 323 000, a dodając 15% dla uwzględnienia świadczeń dodatkowych, ogółem — 372 000 zł. rocznie.

Do kosztów rzeczowych zaliczyć należy koszt energii elektrycznej oraz koszt smarów, oświetlenia i czyszczenia maszyn.

Zgodnie z projektem elektryfikacji średnie zużycie energii elektrycznej, mierzone na zbieraczach prądu, wynosi 27,7 Wh/tkm dla całej sieci.

Licząc 5% na straty w sieci, 5% na podstawach, oraz 15% na ogrzewanie pociągów w zimie, otrzymujemy średnie zużycie na tkm, mierzone po stronie wysokiego napięcia na podstawach: 31,8 Wh/tkm, co przy przebiegu 773 000 000 tkm daje ogólne zużycie trakcyjne:

$$\frac{31,8}{1\,000} 773\,000\,000 = 24\,600\,000\,kWh\,rocznie.$$

Licząc zgodnie z ofertami koszt energii elektrycznej oddawanej na podstawach, po uwzględnieniu niższej ceny węgla, z jakiej korzystają koleje, po 9 gr/kWh, otrzymujemy koszt energii elektrycznej: $0,09 \times 24\,600\,000 = 2\,210\,000\,zł.\,rocznie$

Jak widać, energia elektryczna kosztuje okragło o 60% drożej, a uwzględniając koszty ładowania o 48% drożej, niż paliwo dla trakcji parowej w tych samych warunkach, co rozwiewa fałszywy

pogląd o oszczędnościach na kosztach siły pędnej przy stosowaniu trakcji elektrycznej.

Koszt smarów i czyszczenia wagonów motorowych przyjęto równy 25% tych kosztów dla parowozów, zgodnie z doświadczeniami na kolejach zelektryfikowanych. Stanowi to:

$$\frac{53,8}{4} = 13,45 \text{ zł/1000 wag-km. motorowy, a ogółem}$$

$$4\,958\,000 \times \frac{13,45}{1\,000} = 66\,000 \text{ zł. rocznie.}$$

Całkowite wydatki osobowe i rzeczowe tego działu wynoszą ogółem:

$$372\,000 + 2\,210\,000 + 66\,000 = 2\,648\,000 \text{ zł. rocznie.}$$

4 *Służba wagonowa.* Koszty służby wagonowej przy trakcji elektrycznej nie obejmują kosztów rzeczowych ogrzewania i oświetlenia, które wchodzi w pozycję wydatków na energię elektryczną. Pozostałe wydatki są proporcjonalne do przebiegów w stosunku do trakcji parowej, przy czym wydatki na utrzymanie wagonów motorowych rozdzielają się na służbę elektrowozową (czyszczenie, smary) oraz warsztatową (rewizje i t. p.). Ogólne koszty służby wagonowej będą więc o $\frac{1}{6}$ mniejsze, wobec odliczenia przebiegów wagonów motorowych

$$622\,000 \times \frac{5}{6} = 518\,000 \text{ zł. rocznie.}$$

5. *Służba warsztatowa.* Najtrudniejsze jest rzetelne obliczenie kosztów utrzymania elektrowozów, wobec zupełnego braku w kraju wszelkich danych w tej dziedzinie.

Według danych szwajcarskich, koszt utrzymania wagonów motorowych prądu jednofazowego typu Fe 4/4, z reguły bardzo kosztownych w utrzymaniu, wynosił w 1929 r. 26 gr/wagono-km przy ogólnej ilości 24 sztuk tej serii.

Koszty utrzymania wagonów motorowych według danych Kolei P. O. z roku 1930 wynosiły 31,5 gr/wagono-km, przy czym liczba ta dotyczy wielkich wagonów o wadze 65 t i 143 miejscach. Koszt ten obniżony został wskutek wprowadzenia zmiennej organizacji pracy w roku 1931 o około 30%, zatem do 22 gr/km.

Koszt remontu lokomotyw jednofazowych w warsztatach Attnang-Puchheim w Austrii w roku 1931 wynosił 12,6 gr/lokomotywo-km. Licząc utrzymanie całkowite o 100% drożej, a koszt utrzymania wagonu motorowego $\frac{2}{3}$ kosztu lokomotywy, otrzymujemy 16,8 gr/wagono-km.

Jak widać, każde przedsiębiorstwo wykazuje inne koszty utrzymania, to też trudno ustalić z dostateczną pewnością, jakie będą koszty utrzymania wagonów motorowych w rozpatrywanym wypadku. Licząc na możliwość zastosowania pracy znormalizowanej, można jednak przyjąć, iż koszt ta zbliżone będą do średniej z kosztów dla podanych poprzednio przedsiębiorstw, zatem 22,2 gr/wagono-km, a biorąc pod uwagę, iż część kosztów (smary, czyszczenie) uwzględniona została w dziale 3, okrążyło 20 gr/wagono-km.

Koszt utrzymania wagonów motorowych wyniesie więc:

$$4\,958\,000 \times 0,2 = 991\,000 \text{ zł. rocznie.}$$

Koszt utrzymania wagonów doczepnych, analogicznie jak dla trakcji parowej, jednak w stosunku wykonanych przebiegów:

$$2\,960\,000 \frac{24\,792\,000}{32\,350\,000} = 2\,265\,000 \text{ zł. rocznie}$$

ogółem koszty służby warsztatowej:

$$991\,000 + 2\,265\,000 = 3\,256\,000 \text{ zł. rocznie.}$$

6. *Służba sieci i podstacyj.* Przy trakcji elektrycznej przybywa jeszcze służba sieci i podstacyj.

Zgodnie z doświadczeniami istniejących przedsiębiorstw trakcyjnych przyjąć można, iż koszt utrzymania sieci wynosić będzie okrążyło 1 000 zł. rocznie za 1 km linii głównej dwutorowej.

Daje to sumę roczną okrążyło 100 000 zł., a odliczając udział w ruchu pociągów dalekich na 8 km linii średnicowej, ogółem 96 000 zł. rocznie.

Koszt utrzymania półautomatycznych podstacyj bez maszyn wirujących jest bardzo nieznaczny i może być ostrożnie przyjęty na 10 000 zł. rocznie na podstację. Przy 6 podstacjach i uwzględniając udział pociągów dalekobieżnych w kosztach utrzymania 2 podstacyj warszawskich, otrzymujemy koszt ogólny:

$$6 \times 10\,000 - 2 \times 5\,000 = 50\,000 \text{ zł. rocznie,}$$

razem koszt sieci i podstacyj:

$$96\,000 + 50\,000 = 146\,000 \text{ zł. rocznie.}$$

7. *Dodatkowe koszty renowacyjne.* Fundusz renowacyjny nie jest zasadniczo na P. K. P. odkładany, dokładność jednak obliczeń wymaga uwzględnienia odpisów na dodatkowe urządzenia elektryfikacyjne. Trwałość podstacyj i taboru przyjmowano 25 lat, trwałość sieci — 15 lat.

Zgodnie z danymi nadesłanych ofert na elektryfikację węzła kol. Warszawskiego („Przegląd Elektr.” Nr. 20—XIII i 7—XIV), koszt budowy podstacyj dla I-go okresu elektryfikacji wynoszą 6,2 milj. złotych oraz sieci 9,5 milionów, a uwzględniając rozdział kosztów zakładowych na linii średnicowej na ruch daleki i podmiejski, ogółem dla ruchu podmiejskiego 5 150 000 zł. i 9 200 000 zł.

Prócz tego koszty przebudowy warsztatów i zajezdni po odliczeniu udziału ruchu dalekiego — 1 500 000 zł.

Na koszt taboru składa się cena 69 wagonów oraz urządzenie instalacji ogrzewania, oświetlenia i rozrządu wielokrotnego w 358 wagonach doczepnych. Od uzyskanej sumy objąć należy wartość taboru oswobodzonego, a mianowicie 54 parowozów beztendrowych, 60 wagonów osobowych, 23 parników i 18 wagonów bagażowych i pocztowych.

Licząc zgodnie z kosztorysami cenę jednego wagonu motorowego 300 000 zł. oraz cenę przebudowy jednego wagonu doczepnego 12 000 zł. otrzymujemy ogólny koszt taboru elektrycznego 24 996 000 zł.

Cena nowego parowozu beztendrowego wynosi około 320 000 zł. Licząc, iż tendraki pracowały średnio po 5 lat, można przyjąć ostrożnie, iż straciły 20% wartości, a zatem wartość obecna — 246 000 zł.

Wagony osobowe, kursujące w ruchu podmiejskim, są starego typu, to też przyjęto, iż wartość ich, jak również wartość parników i brankar-

dów, wynosi po 25 000 zł. sztuka. Ogólna wartość wycofanego taboru będzie więc:

$$54 \times 256\,000 + 101 \times 25\,000 = 16\,349\,000 \text{ zł.}$$

suma wkładów dodatkowych na tabor trakcji elektrycznej wynosi więc:

$$24\,996\,000 - 16\,349\,000 = 8\,647\,000 \text{ zł.}$$

Ogółem inwestycje dla trakcji elektrycznej w ruchu podmiejskim wynoszą:

Podstacje	5 150 000 zł.
Sieć robocza	9 200 000 „
Warsztaty	1 500 000 „
Tabor	8 647 000 „

Razem 24 497 000 zł.

Dla obliczenia rocznego funduszu renowacyjnego koszt taboru przyjmowany być musi według ceny kupna, a nie jak dla obliczenia kapitału według wartości inwentarzowej, gdyż odpisy renowacyjne liczone są od ceny zasadniczej, niezależnie od tego jaką wartość w danym momencie posiada właściwy obiekt.

Licząc średnią cenę kupna trzyosowego wagonu osobowego, parnika, oraz brankardu tylko po 75 000 zł., a z instalacją elektryczną 87 000 zł., cenę tendraka 320 000 zł. oraz wagonu motorowego 300 000 zł., otrzymujemy cenę taboru dla trakcji parowej: 51 705 000 zł., a dla trakcji elektrycznej — 51 846 000 zł., a zatem praktycznie jednakową. Wobec tego można przyjąć, iż dodatkowe odpisy na renowację muszą być obliczane jedynie od kosztów zakładowych podstacji i sieci.

Licząc 7% na oprocentowanie, oraz wartość zużytej sieci 50% i podstacji 33% ceny kupna, otrzymujemy dodatkowe odpisy renowacyjne dla trakcji elektrycznej okragło 250 000 zł. rocznie.

V. Trakcja akumulatorowa.

Pozostaje jeszcze do rozpatrzenia system trakcji akumulatorowej, przy którym nie jest niemożliwe łączenie zespołów wagonów motorowych w pociągi o rozrządzie wielokrotnym, wskutek czego upadłaby sprawa przelotności, uniemożliwiająca stosowanie wagonów spalinowych.

Po blisko dwudziestoletniej przerwie trakcja wozami akumulatorowymi znajdować ponownie zaczęła dość szerokie zastosowanie, szczególnie na liniach podmiejskich o słabszym ruchu, przy którym nie opłaca się stosowanie właściwej trakcji elektrycznej z budową sieci roboczej i podstacji.

Na zasadzie liczb, podanych przez comm. Lo Baldo na XXII Kongresie przedsiębiorstw komunikacyjnych w Warszawie w referacie o „wagonach akumulatorowych w Europie”, można przeprowadzić kalkulację kosztów eksploatacyjnych rozpatrywanych linii podmiejskich również i z pomocą tego systemu, przyjmując do obliczeń takie same wielkości ruchu, jakie uzyskano dla właściwej trakcji elektrycznej.

Waga nowych wagonów akumulatorowych kolei niemieckich o charakterystykach, odpowiednich dla rozpatrywanych linii, wynosi 70 t przy 114 miejscach siedzących w wagonie podwójnym

2 × 3 osiowym, o ogólnej mocy 400 KM. Szybkość na poziomie 64 km/godz. jest nieco za mała dla wymaganych warunków, lecz można przyjąć, iż zmiana przekładni pozwoli na osiągnięcie wymaganej szybkości 75 km/godz.

Można przyjąć, iż jeden podwójny wagon akumulatorowy zastąpi 2 wagony osobowe trzyosiowe, przyczem stosowanie wagonów doczepnych uważać należy za niemożliwe wobec zaledwie wystarczającej dla ruchu dziennego pojemności baterij (200 km bez ładowania).

Niezbędna ilość wagonów osobowych (razem z motorowami) wynosiła dla trakcji elektrycznej (dział IV) ogółem 69 + 358 = 427 sztuk, co odpowiada 213 wagonom akumulatorowym.

Ogólny przebieg wagono/km. pozostaje taki sam, jak dla trakcji elektrycznej — 29 750 000 rocznie, co odpowiada, przy wadze ładownej wagonu podwójnego 75 t, ogólnemu przebiegowi:

$$\frac{29\,750\,000}{2} \cdot 75 = 1\,116\,000\,000 \text{ tkm rocznie.}$$

Przechodząc do kosztów eksploatacji, według ustalonego poprzednio porządku, otrzymujemy:

1. Służba konduktorska. Jak dla trakcji elektr. z sieci — 663 000 zł. rocznie.

2. Służba trakcyjna. Jak dla trakcji elektr. z sieci.

3. Służba elektrowozowa. Koszta osobowe, jak dla trakcji elektr. z sieci — 373 000 zł. rocznie.

Koszt energii elektrycznej jest jednak inny i powinien być obliczony oddzielnie.

Można przyjąć, iż zużycie energii mierzone na zaciskach baterji będzie o okragło 20% mniejsze, niż przy trakcji z sieci, wskutek braku oporników rozruchowych.

Średnie zużycie wypadnie więc

$$27,7 \times 0,8 = 22,2 \text{ Wh/tkm,}$$

a uwzględniając 15% energii trakcyjnej na ogrzewanie pociągów w zimie — 23,3 Wh/tkm.

Przyjmując sprawność akumulatorów 72% według doświadczeń niemieckich, otrzymujemy zużycie na stacji ładowniczej — 32,4 Wh/tkm, a uwzględniając 5% strat na stacji, zużycie po stronie wysokiego napięcia 34,0 Wh/tkm.

Ogólne zużycie na szynach wysokiego napięcia na stacjach:

$$\frac{34}{1000} \cdot 1\,116\,000\,000 = 38\,000\,000 \text{ kWh.}$$

Ładowanie odbywać się będzie w warunkach pracy dogodnych dla elektrowni, bez ostrz i w godzinach słabego obciążenia. Trudno jednak przypuścić, aby można było uzyskać cenę niższą, aniżeli 4—5 gr/kWh łącznie z przesyłaniem. Licząc 4,5 gr/kWh, otrzymujemy:

$$38\,000\,000 \times 0,45 = 1\,710\,000 \text{ zł. rocznie.}$$

Koszt smarów czyszczenia i t. d. liczono dla wagonu podwójnego taki, jak dla pojedynczego wagonu motorowego, zatem 13,55 zł/1000 wag. km.

Ogółem

$$\frac{29\,750\,000}{2} \cdot \frac{13,45}{1\,000} = 200\,000 \text{ zł. rocznie.}$$

Ogółem kosztu rzeczowe i osobowe:

$$372\,000 + 1\,710\,000 + 200\,000 = 2\,282\,000 \text{ zł. rocznie.}$$

4. *Służba wagonowa.* Wszystkie wagony są motorowe, kosztu tej służby odpadają więc całkowicie.

5. *Służba warsztatowa.* Do kosztów służby warsztatowej włączane są zwykle przy trakcji akumulatorowej kosztu wymiany baterji akumulatorowych.

Według danych kolei niemieckich, zaczerpniętych z pracy comm. Le Balbo, kosztu utrzymania wagonów typu przyjętego w obliczeniach wynosiły po przeliczeniu 85 zł. na 1000 osio-km, czyli przy 6 osiach na wagon podwójny — 510 zł/1000 wag-km (podwójnych).

Wedł. danych belgijskich kosztu utrzymania dwumotorowego wagonu akumulatorowego 22 t z doczepką wynosił 56 gr/wag-km. Utrzymanie podwójnego wagonu 70 t, kosztować musi przynajmniej 2 razy więcej, a zatem 1120 zł/1000 wag-km.

Kosztu utrzymania na podmiejskich kolejach francuskich wynosił dla dwumotorowych wagonów 22,5 t ogółem 24,5 gr/wag-km. Licząc dla podwójnych wagonów o wadze 70 t koszt trzykrotnie wyższy, otrzymujemy

$$735 \text{ zł/1000 wag-km.}$$

Jak widać z powyższych danych, kosztu utrzymania wagonów przyjąć należy równy przynajmniej 550 zł/1000 wag-km, lub 600 zł/wag-km z uwzględnieniem kosztów personelu stacyj ładowniczych.

Ogółem kosztu warsztatowe będą

$$\frac{29\,750\,000}{2} \cdot \frac{600}{1\,000} = 8\,940\,000 \text{ zł. rocznie.}$$

Kosztu utrzymania wagonów doczepnych odpada całkowicie.

6. *Służba stacyj ładunkowych.* Odpada, wobec uwzględnienia w dziale poprzednim.

7. *Dodatkowe kosztu renowacyjne.* Cena podwójnego wagonu akumulatorowego typu kolei niemieckich, wynosi wedł. comm. Lo Balbo 125 000 marek, czyli 262 500 złotych. W innem obliczeniu podana jest cena 19 000 fr. belg. za 1 t, co odpowiada cenie 331 000 zł. za wagon. Przyjmując średnią cenę wagonu podwójnego dostosowanego do rozrządu wielokrotnego — 300 000 zł., otrzymujemy cenę ogólną

$$213 \times 300\,000 = 63\,900\,000 \text{ zł.}$$

Stacje ładownicze prostowników rtęciowych obliczone być muszą na jednoczesne ładowanie przynajmniej połowy wagonów, przyczem napięcie ładowania wynosi około 350 V na wagon, a moc pobierana ogółem około 10 000 kW.

Cenę stacyj ładowniczych przyjąć można równą okrągło 3 600 000 zł. Kosztu przebudowy warsztatów — 1 000 000 zł.

Ogółem kapitał budowlany — 69 000 000 zł.

Wartość oswobodzonego taboru parowego 25 299 000 zł., zatem niezbędny kapitał dodatkowy 43 701 000 złotych.

Dla obliczenia odpisów renowacyjnych przyjęta została wartość zakupu taboru parowego

51 705 000 zł. Licząc stawki renowacyjne jak dla trakcji elektrycznej z sieci, otrzymujemy okrągło 160 000 zł. rocznie.

VI. Oprocentowanie kapitału.

Zestawiając wyniki, otrzymane dla trakcji parowej, elektrycznej z sieci i akumulatorowej, gdyż inne rodzaje nie mogą być zastosowane ze względów ruchowych, otrzymujemy liczby następujące.

Tablica VI.

Kosztu eksploatacji warsz. ruchu podmiejskiego w zależności od systemu trakcji.

Wyszczególnienie	Trakcja parowa	Trakcja elektryczna	Trakcja akumulatorowa
Dodatkowy kapitał budowlany zł.	—	24 497 000	43 701 000
Służba konduktorska	868 000	663 000	693 000
„ trakcyjna dodatkowo	84 000	—	—
„ parowozowa lub elektryczna	2 917 000	2 648 000	2 282 000
„ wagonowa	831 000	518 000	—
„ warsztatowa	4 668 000	3 256 000	8 940 000
„ sieci i podstacyj	—	146 000	uwzgl. popr.
Kosztu renowacyjne dodatkowo	—	250 000	160 000
Razem	9 368 000	7 481 000	12 045 000
Roczne oszczędności eksploatacyjne	—	1 887 000	-2 627 000
Oprocentowanie kapitału dodatkowego	—	7,73%	-6,1%

Liczby tablicy VI pozwalają stwierdzić z całą pewnością, iż trakcja akumulatorowa nie nadaje się do warunków pracy w warszawskim ruchu podmiejskim. W przeciwieństwie do tego, trakcja elektryczna z sieci daje w stosunku do istniejącej obecnie trakcji parowej, poważne oszczędności eksploatacyjne.

Obliczenia porównawcze z trakcją parową oparte zostały, jak to już powiedziano, na zasadzie jednakowych rocznych przebiegów wagono-km osobowych. Ponieważ przy trakcji elektrycznej pociągi kursują w godzinach słabego ruchu w składzie zmniejszonym, co pozwala na uzyskanie lepszego średniego zapełnienia wagonów, ustalenie jednakowych przebiegów jest równoznaczne z powiększeniem gęstości ruchu w stosunku współczynnika zapełnienia, osiąganego zwykle przy trakcji elektrycznej, do obecnego średniego współczynnika zapełnienia pociągów podmiejskich. W wyniku, wprowadzenie trakcji elektrycznej pozwoli na przewiezienie bez przepełnienia większej ilości podróżnych, niż obecnie, przy jednakowej ilości przebywanych wagono-km.

Prócz tego przyjęto w obliczeniach, iż pomimo powiększenia ilości kursujących pociągów o 39%, ilość podróżnych, a zatem i dochody, nie ulegną zmianie.

Pomimo tych założeń uzyskane przy trakcji elektrycznej oszczędności eksploatacyjne wykazały oprocentowanie kapitału elektryfikacyjnego w wysokości 7,7%, przyczem przyjęto, iż elektryfikacji uległ jedynie ruch podmiejski. Przy równoczesnej elektryfikacji ruchu dalekiego oprocentowanie wypadłoby znacznie większe (około 11%),

wskutek zmniejszenia przypadających na ruch podmiejski kosztów zakładowych.

Gdyby obliczenia oparte zostały na założeniach mniej krzywdzących dla trakcji elektrycznej, np. na zasadzie jednakowej ilości kursujących wagonów w godzinach największego ruchu, a nie, jak przyjęto, w ciągu całego dnia, gdy długie pociągi parowe kursują prawie próżne, oprocentowanie kapitału wzrosłoby wskutek spadku kosztów eksploatacji do wysokości conajmniej 11—12% rocznie, jak łatwo się o tem przekonać, przeprowadzając odpowiednią kalkulację.

Jeżeli jednak przebiegi pozostać mają bez zmiany, można być pewnym, iż wskutek powiększenia ilości pociągów o 39% oraz ich średniej prędkości handlowej o 31%, wzrośnie odpowiednio ilość przejazdów. Trudno z góry określić, jak wielki będzie ten wzrost, przyjęcie jednak jednorazowego wzrostu 10-procentowego wydaje się, pomimo panującego kryzysu, liczbą bardzo ostrożną.

Wzrost taki spowoduje wskutek powiększenia o 1 344 000 zł. dochodów rocznych wzrost oprocentowania kapitału elektryfikacyjnego o dalszych 5,5% do sumy 13,2%.

Ostateczne więc wyniki podanych obliczeń streścić się dadzą w sposób następujący:

1. Ze wszystkich systemów trakcji jedynie trakcja elektryczna z sieci za pomocą wagonów motorowych o rozrządzie wielokrotnym nadaje się do zastosowania dla ruchu podmiejskiego w węzle kolejowym warszawskim.

2. Elektryfikacja ruchu podmiejskiego, niezbędna z punktu widzenia techniczno-ruchowego, stanowi również ekonomicznie doskonały interes dla kolei, dając niezależnie od polepszenia warunków ruchu i wygody, oszczędności na eksploatacji, wynoszące conajmniej 11—13,5% w stosunku do dodatkowego kapitału elektryfikacyjnego, które wzrastać będą szybko ze wzrostem ilości przejazdów.

Z DZIEDZINY ELEKTRYFIKACJI.

Tematy obrad Międzynarodowego Kongresu elektrowni. (Ciąg dalszy).

XVI. „Propaganda, prowadzona przez zakłady rozdzielcze w Belgji”.

Referent — p. *Sohie*, inżynier Związku Elektrowni Belgijskich. Wobec szybkiego rozwoju działalność zakładów rozdzielczych w Belgji skierowana była dotąd głównie na rozbudowę linii i sieci; dopiero w ostatnich latach wystąpiło zagadnienie propagandy dla wzmocnienia spożycia energii. Organizacja propagandy bywa prowadzona na różne sposoby; od propagandy oświeceniowej zakłady rozdzielcze zwykle się powstrzymują, metody zaś propagandy innych zastosowań elektryczności nie różnią się zasadniczo od metod, stosowanych w innych krajach, a mianowicie zapomocą okólników, artykułów, afiszów, filmów kinematograficznych, wystaw, pokazów i t. p.

XVII. „Elektryfikacja wsi w Wielkiej Brytanji”.

Referent — p. *R. Borlase Matthews*, przedstawił postępy, osiągnięte w tej dziedzinie w ostatnich latach. Przedmiot ten obecnie zrobił się tak obszernym, że referent ograniczyć się musiał do najnowszego rozwoju, osiągniętego na tem polu. Z powodu upadku przemysłu rolnego i obecnego bezrobocia rządy szeregu państw, szczególnie zaś rząd brytyjski, okazują dla tego zagadnienia coraz większe zainteresowanie. Znaczne projekty elektryfikacyjne zbliżają się w Anglii do zrealizowania. Rada Elektryczna proponuje napięcie 11 000 woltów jako średnie napięcie znormalizowane. Referent przedstawił szczegółowo kwestję uświadamiania abonentów i najodpowiedniejszej dla wsi postaci taryfy oraz ważność projektów, dotyczących odnajmowania przyrządów i sprzedaży ich na kredyt; omówił on też (poza motorami w rolnictwie, orką elektryczną i przemysłem rolnym) przyrząd nowego typu, przeznaczony do akumulowania ciepła i ogrzewania wody, oraz maszynę uniwersalną do różnorodnych użytków w gospodarstwach rolnych. Dał on typowy przykład oszczędności, jakie można osiągnąć z instalacją elektryczną w stosunkowo małym gospodarstwie.

XVIII. „Środki reklamy, używane przez zakład rozdzielczy”.

Referent — p. *L. Groslier*, inżynier działu handlowego Spółki „Nord-Lumière (le Triphasé)” w Paryżu, jest zdania, że zakłady rozdzielcze powinny w celu zwiększenia sprzedaży energii prowadzić same sprzedaż przyrządów; reklama powinna więc dotyczyć zastosowań elektryczności. W ostatnich latach zakłady rozdzielcze zaniedbywały reklamę lub odbywały się nawet zupełnie bez niej; obecnie jednak utworzono prawie wszędzie działy reklamy, jak w innych gałęziach handlu i wydaje się pewnem, że działalność ich będzie się znacznie rozwijać.

XIX. „Propaganda elektryczności, zorganizowana przez Łódzkie Towarzystwo Elektryczne”.

Referent — p. profesor *Edward Ulmann*, dyrektor Łódzkiego Towarzystwa Elektrycznego. Propaganda elektryczności prowadzona jest w sposób trojaki: obniżaniem cen prądu, ułatwianiem przyłączeń do sieci i ułatwianiem zakupu przyrządów. Elektrownia Łódzka zastosowała znaczne rabaty dla abonentów, regulujących rachunki za prąd w ciągu 14 dni. Celem uproszczenia inkasa upoważniono personel nadzorujący liczniki do inkasowania należności. Dla zdobycia większej liczby drobnych abonentów i równoczesnego zmniejszania kosztów administracyjnych wprowadzono w 1925 r. z dobrym wynikiem specjalną taryfę z ogranicznikami prądu. Równie dobre wyniki osiągnięto w Łodzi dzięki układom, zawartym pomiędzy elektrownią a instalatorami: elektrownia finansuje nowe instalacje i pobiera należność ratami, płatniami z rachunkami za prąd. Pokazy grzejników i innych aparatów rozpowszechniły znacznie ich sprzedaż i, co za tem idzie, spożycie energii przez odbiorców.

XX. „Rozwój trakcji akumulatorowej w Belgji”.

Referenci — pp. *J. Ryffrank* i *P. van Halteren*, sekretarze Spółki „Société Belge de Traction Electrique par Accumulateurs”. Zagadnienie trakcji akumulatorowej, którem się przez szereg lat nie interesowano, stało się ważnem po wojnie, z powodu wzrostu ceny benzyny. W r. 1923

zaczęto nowe próby i wprowadzono ulepszenia, które były podstawą do dalszego rozwoju zarówno przewozu towarów wozami akumulatorowymi, jak i autobusów akumulatorowych. Założono „Syndykat dla rozwoju trakcji akumulatorowej”, który na zasadzie wymiany zdań ustalił normy, dotyczące budowy wozów handlowych od 750 do 5 000 kg siły nośnej. Referenci przewidują, że przedsiębiorcy, używający wozów ciężarowych, w krótkim czasie przekonają się o znacznych korzyściach i oszczędnościach, jakie można osiągnąć przez trakcję akumulatorową.

Dyskusja nad przedstawionymi w dziale „Propagandy” referatami była bardzo obszerna i obfitowała w interesujące momenty. Zwrócono uwagę na instalacje irygacyjne i na inne mnożące się zastosowania elektryczności na wsi, znajdujące coraz większe uznanie u rolników; z naciskiem podkreślono, że wyniki propagandy zależą w dużej mierze od dobroci materiału i od odpowiedniej taryfikacji, stosownie do różnych zastosowań energii. Wyrażono życzenie, aby na

następnym Kongresie Międzynarodowym (Paryż 1932) były pogłębione sprawy następujące:

- Międzynarodowa wymiana wyników doświadczeń i prac dotyczących propagandy,
- finansowanie elektryfikacji wsi i rozwój spożycia energii na wsi,
- statystyka spożycia energii,
- sprzedaż na raty,
- radio jako propaganda,
- znak przepisowy,
- nauka o elektryczności w szkołach.

Referent generalny, p. Straszewski, zreasumował główne punkty dyskusji i podkreślił konieczność założenia przez Międzynarodowy Związek Elektrowni centralnego biura, któreby zbierało materiały, dotyczące propagandy, korzyści, wynikające z kontroli nad dostarczaniem klienteli artykułami, i ważność sprzedaży na kredyt.

Z ŻYCIA ORGANIZACYJ.

STOWARZYSZENIE ELEKTRYKÓW POLSKICH.

ODDZIAŁ KRAKOWSKI.

Streszczenie odczytu, wygłoszonego przez inż. Aleksandra Grozę dn. 15 stycznia 1932 r., „*Rola zakładów elektrotechnicznych w gospodarce elektrycznej*”.

Prelegent zaznacza, że najżywotniejszymi kwestjami techniki są te, które obejmują splot zagadnień technologicznych, energetycznych i gospodarczych.

Przemysł elektrotechniczny (wraz z elektrometalurgją) spożył w r. 1927 20,5 miljarda kWh, czyli 8,9% ogólnego zapotrzebowania energii el. świata. Najpoważniejszymi gałęziami są:

glin 206 000 t, 5,15 miljarda kWh,
 karbid (oprócz azotniaku) 610 000 t, 2,00 miljarda kWh,
 azot (w azotniaku) 188 000 t, 2,25 miljarda kWh,
 azot (w kwasie azotowym) 40 000 t, 2,80 miljarda kWh,
 syntet. amoniak (z domieszką wody) 48 000 t, 0,86 miljarda kWh,
 stopy żelaza 280 000 t, 1,96 miljarda kWh,
 miedź elektrolit. 1 600 000 t, 0,35 miljarda kWh,
 cynk 230 000 t, 0,90 miljarda kWh.

Rozwój przemysłu elektrochem. odbywał się równolegle z rozwojem urządzeń wodno-elektrycznych. Na początku przemysł elektrochemiczny był sezonowy, jak i sama energia, później współpraca źródeł energii umożliwiła ciągłość produkcji. Obecnie przemysł elektrochemiczny rozwija się także w ośrodkach energii cieplnej w związku z ulepszonym wytwarzaniem tej ostatniej i z potrzebami państwa, co ma znaczenie i dla Polski.

Cena energii elektrycznej gra w tem większą rolę, im więcej jej potrzeba na t. produktu i im produkt jest tańszy. Wobec tego glin, karbid, azotniak, amoniak syntetyczny (z elektrolizą wody) i cynk wymagają taniej energii elektrycznej.

Prelegent rozważał szczegółowo rolę przemysłu elektrochemicznego w wyrównaniu krzywej obciążenia sieci elektrycznych. Oprócz zasilania „sezonowego”, wchodzi w grę najbardziej interesujące energetyków wypełnienie „niżów” codziennych. To ostatnie jest technicznie

możliwe przy elektrolizie i przy piecach żelazo-stopowych oraz karbidowych. Główną przeszkodą szerokiego stosowania metody jest rozbieżność pomiędzy energją, będącą do dyspozycji a zapotrzebowaniem wytworów przemysłu elektrochemicznego. Wartość energii niestety dla zakładów elektrochemicznych jest mniejsza, niż energii stałej. Pokładane nadzieje są przesadzone. Kwestja powinna być każdorazowo rozpatrywana nie przez samych elektryków, ale i przez przedstawicieli odnośnych gałęzi przemysłu.

Pozatem zakłady elektrochemiczne, będące wytwórcami energii elektrycznej, są zainteresowane w programie elektryfikacji i powinny mieć w gronie przedstawicieli przemysłu (poza przemysłem elektrochemicznym i elektroenergetycznym) głos przy ustaleniu ogólnego programu elektryfikacji.

W końcu prelegent zwrócił uwagę na swoje potrzeby wielkiego przemysłu elektrochemicznego i chemicznego, wymagające od elektryków specjalnych rozwiązań, jak te, które zostały z korzyścią urzeczywistnione w Państwowych Fabrykach Związków Azotowych w Chorzowie i w Mościcach.

Staraniem Krakowskiego Towarzystwa Technicznego i Oddziału Krakowskiego S. E. P. w dniu 19.II.1932 kolega inż. Adolf Jan Morawski wygłosił drugi odczyt pod tytułem: „*Pomoce techniczne i warunki prowadzenia pracy równoległej*” z cyklu „Organizacja sieci elektrycznych i współpracy elektrowni”.

Prelegent nawiązał do pierwszego swego odczytu z tego cyklu (patrz „Przegląd Elektrotechniczny” Nr. 2/1932 r.) i przypomniał, że współpraca elektryczna może tylko wówczas rozwijać się, jeżeli oparta jest na zasadzie, że wszystkie osoby prawne czy też fizyczne będą widziały w niej swoją korzyść w myśl zasady handlowej, że każda transakcja jest tylko wtedy interesem, gdy obie strony, biorące w niej udział, są z niej zadowolone. Nie potrzeba dowodzić, że nie jest rzeczą łatwą pogodzenie interesów osób, biorących udział w tej współpracy, tembardziej, że czynniki ekonomiczne, które mają decydujący wpływ na ustosunkowanie się tych interesów, są zmienne w czasie. Tego rodzaju eko-

nomiczne warunki współpracy wymagają wyłonienia specjalnego Wydziału Ekonomicznego, dzielącego się na Biuro Statystyczne, Biuro Kalkulacyjne i Biuro Akwizycyjne. Z prac tego Wydziału korzysta przede wszystkim Wydział Techniczny, a zwłaszcza Centralne Biuro Obciążeń (CBRO), które jest najważniejszym biurem Oddziału Ruchu. CBRO otrzymuje więc obowiązujący na pewien najodpowiedniejszy dla danych warunków okres czasu rozkład obciążeń dla pracy normalnej całego zespołu współpracującego. Aby Biuro to mogło wywiązać się ze swych zadań i prowadzić ruch najekonomiczniej i najpewniej, musi działać na prawach dyktatora i powinno mieć odpowiednie warunki lokalne.

Dalej prelegent omówił środki łączności drutowej i bezdrutowej, nowoczesne systemy przeprowadzania pomiarów z odległości, samoczynną obsługę i obsługę dokonywaną z odległości. Zagadnienia te łączą się bezpośrednio z umożliwieniem CBRO prowadzenia ruchu elektrycznego tak złożonego, jak współpraca wielu elektrowni.

Do jednego z najważniejszych zadań tego Biura należy kierowanie rozpięciem obciążeń, to też prelegent rozpatrzył szczegółowo najważniejsze ze stosowanych obecnie nowoczesnych systemów kierowania rozpięciem obciążeń, a ze względu na pouczającą historię rozwoju współpracy elektrowni wspominał i o wygasłych już dzisiaj systemach, stworzonych w zaraniu współpracy elektrowni w Ameryce.

Odczyt, ilustrowany wielu fotografiami i licznymi rysunkami i wykresami, wzbudził wielkie zainteresowanie elektryków i techników krakowskich.

O ile dotychczasowe dwa odczyty, jak również i trzy pozostałe z całego cyklu były już przez prelegenta wygłaszane w oddziałach S. E. P. w Katowicach, Sosnowcu i Łodzi, o tyle następny odczyt, który kolega Morawski wygłosi w Krakowie dnia 4 marca b. r., nie był jeszcze nigdzie wygłoszony. Tytuł tego nowo opracowanego cyklu odczytu brzmi: „Równowaga pracy równoległej elektrowni”.

Dalszy ciąg streszczenia odczytów, wygłoszonych przez inż. Adolfa Jana Morawskiego z cyklu „Organizacja Sieci elektrycznych i współpraca elektrowni”.

Odczyt III-ci p. t. „Równowaga pracy równoległej elektrowni”, wygłoszony dnia 4 marca 1932 r.

Odczyt został rozpoczęty rozpatrzeniem zjawisk, związanych z przepływem energii między dwoma punktami zasilającymi; następnie prelegent przeszedł do szczegółowej analizy zachowania się w pracy maszyn synchronicznych. Zjawiska elektryczne, magnetyczne i mechaniczne, towarzyszące tej pracy i sposób ich reagowania na zmiany pracy

zarówno w okresie przejściowym, jak i w stanach ustalonych, prelegent wyjaśnił, posługując się metodą analityczną i wektorową. Celem łatwiejszego fizykalnego zrozumienia tych zjawisk i ich wzajemnych zależności prelegent pokazał szereg wykresów wektorowych, schematów, oraz rysunków, przedstawiających przestrzennie przebiegi zjawisk i t. p. W ten sposób wyprowadzone zostały warunki równowagi statycznej oraz dynamicznej zarówno wewnętrznej, jak i zewnętrznej. Z rozważań tych wynika, że o ile dla maszyn synchronicznych bez wystających biegunów granicą równowagi pracy równoległej jest kąt 90° , zawarty między wektorami napięcia na szynach zbiorczych i SEM, pochodzącą od pola magnetycznego wirnika, o tyle w maszynach synchronicznych z wystającymi biegunami granicę tę stanowi kąt mniejszy od 90° i to nieraz znacznie mniejszy, zależnie od konstrukcji maszyny.

Kończąc odczyt, prelegent podkreślił wpływ, jaki na równowagę pracy równoległej wywiera zmiana napięcia, zmiana prądów bezwzględnych, włączanie i odłączanie poszczególnych linii i obciążeń i t. p. Zagadnienia te stanowią przedmiot następnego odczytu, czwartego z wyżej wymienionego cyklu, który odbędzie się w dn. 18 marca b. r.

ODDZIAŁ WARSZAWSKI.

Protokół

zebrania odczytowego z dn. 5 kwietnia 1932 roku.

Obecnych: 56.

Kolega Prelegent dyr. A. Olendzki wygłosił odczyt o automatyzacji centrali telefonicznej w Warszawie. Po krótkim zarysie historycznym rozwoju telefonii automatycznej, Kol. Prelegent wyjaśnił szereg zasadniczych schematów i zasad, stosowanych przy projektowaniu telefonów automatycznych. Następnie w krótkich i jasnych słowach opisał przebieg zjawisk, zachodzących przy automatycznym łączeniu się, demonstrując jednocześnie zasadnicze części aparatury. Na zakończenie zebrani zostali poinformowani o przebiegu prac przy automatyzacji warszawskiej sieci telefonicznej.

Po odczycie wyświetlony był film, demonstrujący fabrykację i działanie automatycznych central telefonicznych Ericssona.

W maju, na skutek łaskawego zaproszenia Kol. Prelegenta, projektuje się zorganizowanie wycieczki do automatycznej centrali na Tłomackiem.

BIBLIOGRAFJA.

O. D. Chwolson. *Fizyka współczesna*. Tłomaczył St. Wahrhaftman. Biblioteka „Mathesis Polskiej”. — Warszawa 1931; 4^o, str. VII + 389.

Pierwsze dziesięciolecie w. XX przyniosły tak potężny i nieoczekiwany rozrost fizyki, że nowe jej działy wyrosły w wielkie dziedziny, wyodrębnione od fizyki klasycznej zarówno materiałem badań, jak i ich metodą, a nawet wprost sposobem myślenia. Myślenie to budzi zdumienie swoją śmiałością, ale i niepokój bezwzględnie podważaniem prawd, stanowiących, zdawałoby się, niewzruszoną podstawę fizyki końca XIX w. Niezniszczalność masy i energii, zasady elektromagnetyzmu, falowy charakter światła, a nawet podstawa wszelkiego dotychczasowego myślenia przyrodniczego — wszystko to zostało zakwestjo-

nowane i wprowadzone nie odrzucone, ale ograniczone w swej stosowności.

Przewrót ten był wynikiem przeniesienia środka zainteresowań fizyków ze zjawisk makroskopowych, dostępnych naszemu zmysłowi, do świata cząsteczek i atomów, wymykającego się z pod bezpośredniej naszej obserwacji.

Zagadnienia fizyki nowoczesnej mogą zainteresować nie tylko specjalistę, ale każdego, kto nie stracił zdolności podziwu dla tajemnic przyrody i dla potęgi umysłu ludzkiego, przenikającego jej mozołnym wysiłkiem. Wielkie trudności, przede wszystkim natury matematycznej, czynią jednak omawianą dziedzinę niemal niedostępną dla laika i wywołują pilną potrzebę poważnej literatury popularnonaukowej, która by zobrazowała wyniki badań ścisłych

w formie jasnej i przystępnej, a jednocześnie naukowo poprawnej.

Świeżo wydana obszerna „Fizyka współczesna” znanego rosyjskiego fizyka Chwolsona spełnia w zupełności oba warunki i stanowi cenny nabytek naszej bardzo ubogiej pod tym względem literatury. Obejmuje ona na 400 blisko dużych stronach wszystkie najdonioślejsze zagadnienia fizyki współczesnej (promieniowanie świetlne, röntgenowskie i korpuskularne, budowa atomu i cząsteczki, teoria kwantów, teoria powinowactwa chemicznego, promieniotwórczość, promienie t. zw. kosmiczne, wreszcie — najbardziej aktualne zagadnienia mechaniki atomu i falowej torji materji), rozszerzając swój zakres na zagadnienia, leżące nieco na uboczu (kinetyczna teoria gazów, fizyka temperatur bardzo niskich, elektronowa teoria metali). Cały ten ogromny materiał został ułożony przejrzyście i wyłożony niezmiernie jasno i zrozumiale.

Autor kładzie nacisk na stronę teoretyczną, pojęciową przedmiotu, nieco pobieżnie traktując stronę doświadczalną i pomiarową; metody, któremi zdobyto materiał doświadczenia, będący przecież podstawą teorii i realną zdobyczą nauki, są przeważnie ledwo naszkicowane lub pominięte. Częstokroć autor wyprowadza zjawisko ze zdobytych już poglądów teoretycznych, poczem wykazuje zgodność doświadczenia z przewidywaniem.

Ta metoda sprzyja systematycznemu zgrupowaniu materiału, ale wywołuje wrażenie pewnego dogmatyzmu, nasuwa wiarę w nieomyślność praw i zasad, któremi operuje, a które przecież podlegają coraz dalszej i to szybkiej ewolucji. Pod tym względem książka Chwolsona różni się zasadniczo od opracowania tych samych tematów przez prof. Ziemackiego w „Dziejach Rozwoju Fizyki”, który wysuwa na pierwszy plan metody badań doświadczalnych i ich wyniki. Oba opracowania uzupełniają się wybornie.

Wymagania, jakie autor stawia przygotowaniu czytelnika, są nader skromne: 6 działań algebry i elementy fi-

zyki. We wstępnym rozdziale autor idzie aż za daleko, zastępując dyne i erg przez ciężar 1,02 miligrama i pracę jego podniesienia. Wątpię, aby czytelnik, wymagający takich uproszczeń, mógł naprawdę skorzystać z książki. Wzorów autor używa oszczędnie, nawet zbyt oszczędnie, gdy prosty wzór mógłby zastąpić długie objaśnienie. Chęć ułatwienia pracy czytelnikowi powoduje dość liczne powtarzania: na początku każdego rozdziału autor gromadzi wszystkie potrzebne wiadomości wstępne; oszczędza to trudu wyszukiwania ich w przeczytanej już części tekstu.

Prostota wykładu nie wyłącza takiej dozy ścisłości naukowej, jaka jest dostępna na tym poziomie; możnaby zakwestjonować tę lub inną opinię, wskazać na ustępy mniej ściśle stosunkowane, ale będą to rzeczy drobne wobec ogromu przytoczonego i opanowanego materiału naukowego.

Przytaczając odkrycia uczonych zachodnio - europejskich i amerykańskich, autor nie zaniedbuje żadnej sposobności, by wspomnieć o zasługach fizyków rosyjskich. Jest to rzecz zrozumiała, i byłoby do życzenia, by i polscy autorowie zawsze w ten sposób postępowali. Razi natomiast, gdy w powodzi nazwisk autor zapomina wspomnieć Millikana przy zjawisku fotoelektrycznym, lub pp. Curie i Rutherforda przy promieniotwórczości.

Tłumaczenia dokonał p. Wahrhaftman z dużą starannością, nie uchronił się jednak tu i ówdzie od pewnych usterek językowych. Wspomnę tu tylko o używaniu wyrazu „zamienić” zamiast „zastąpić” oraz o wyrażeniu „dojrzwanie barw” w znaczeniu „widzenie barw”.

Pod względem typograficznym książka jest wydana bardzo starannie: druk, papier, rysunki — bardzo dobre, szczególnie, gdy się uwzględni dzisiejsze warunki finansowe. Jedyne korekta miejscami nie dość staranna. Przydałoby się też więcej rysunków objaśniających — ale to już nie wina wydawcy. Brak też wskazówek bibliograficznych, które wskazywałyby czytelnikowi źródła rozszerzenia i pogłębienia nabytej wiedzy.

Dr. W. Werner.

S Z K O L N I C T W O.

Wydział elektromechaniczny Państwowej Szkoły Górniczej i Hutniczej imienia Staszica w Dąbrowie Górniczej w roku szkolnym 1931-32.

Państwowa Średnia Szkoła Górnicza i Hutnicza im. Staszica w Dąbrowie Górniczej posiada wydziały: górniczy, hutniczy, miernictwa kopalnianego oraz elektromechaniczny; czas trwania nauki — 4 lata.

Okres egzaminacyjny na wydziale elektromechanicznym powyższej Szkoły trwał od dnia 21 do dnia 24 czerwca roku ub. Egzaminy wstępne składały się z przedmiotów następujących: język polski (piśmienny i ustny), rysunek odręczny, matematyka (piśmienny i ustny) oraz — dodatkowo — badanie psychotechniczne. Zakres egzaminu wstępnego z powyższych przedmiotów obejmował program siedmiu oddziałów szkoły powszechnej. Praktyka fabryczna od nowostępujących kandydatów nie jest wymagana.

Ilość uczniów, przyjętych na kurs I wydziału elektromechanicznego na podstawie egzaminu wstępnego, wynosiła w bieżącym roku szkolnym 47 osób (w ubiegłym roku szkolnym 37); bez egzaminu — na podstawie świadectwa z sześciu klas gimnazjum — przyjęto 2 osoby (w ub. roku 3); drugorocznych było 6 uczniów (11), — wobec czego ogólna

ilość uczniów na I-ym kursie wydziału elektromechanicznego wynosi w bieżącym roku szkolnym 55 osób (w ub. roku 51).

Kurs II-gi wydziału elektromechanicznego liczy w bieżącym roku szkolnym 55 osób (w tej liczbie 22 drugorocznych); w ubiegłym roku szkolnym na kursie tym zapisanych było 68 uczniów (w tem 9 drugorocznych), wobec czego prowadzone były dwa kursy równoległe.

Na kursie trzecim zapisanych jest w bieżącym roku szkolnym ogółem 49 uczniów, w tej liczbie 6 drugorocznych; w ubiegłym roku szkolnym było 34 uczniów, w tem 3 drugorocznych.

Wreszcie na kursie IV-ym jest obecnie 32 uczniów (drugorocznych 0) wobec 20 — w ubiegłym roku szkolnym (w tej liczbie 3 drugorocznych).

Ilość świadectw, wydanych przez Szkołę absolwentom z tytułem technika ruchu w zakresie mechaniki i elektrotechniki, wynosiła w ubiegłym roku szkolnym 20. Warunkiem koniecznym ukończenia Szkoły jest odbycie przez ucznia sześciomiesięcznej praktyki wakacyjnej (po dwa miesiące w ciągu trzech wakacji letnich).

Pod względem pomieszczeń wydział elektromechaniczny Państwowej Szkoły im. Staszica nie odczuwa ani

braku, ani też ich ciasnoty; kreslarnie, warsztaty oraz pracownie wydziału nie są przepełnione, za wyjątkiem, może, prowizorycznej maszynowni. Uczniowie poszczególnych kursów odbywają zajęcia praktyczne w ten sposób, że są podzieleni na dwie grupy, z których każda odbywa zajęcia w innych godzinach, a to ze względu na ograniczoną ilość pomocy szkolnych.

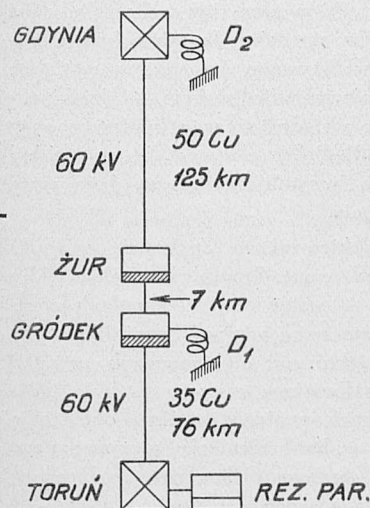
Panujące w Zagłębiu Węglowym przesilenie gospodarcze odbiło się na ogólnej ilości zgłaszających się do Szkoły kandydatów (na wszystkie 4 wydziały), która z 352 osób

w roku szkolnym 1930-31 spadła do 191 osoby w roku bieżącym, czyli o przeszło 45%. Ilość kandydatów na wydział elektromechaniczny spadła z 124 osób ub. roku szk. do 72 osób w bieżącym roku szk., czyli o przeszło 40%. Poza tym kryzys gospodarczy szczególnie ciężko dotknął absolwentów Szkoły, którzy ukończyli wydział elektromechaniczny w ubiegłym roku szkolnym: z 20 osób tylko 2 otrzymało posady w przemyśle, — reszta znajduje się bez zajęcia, pomijając 10 osób, odbywających w tym roku służbę woj-skową.

Z RUCHU I WYTWÓRNI

Podtrzymanie ruchu na linii 60 kV z jedną uszkodzoną fazą.

Elektrownia „Gródek” zasila miasta Toruń i Gdynię z dwóch wodnych elektrowni w Gródku i Żurze przy pomocy linii przesyłowych o napięciu 60 kV. Elektrownie, położone od siebie w odległości 7 km, są połączone ze sobą również przy pomocy linii 60 kV. Schemat systemu 60 kV przedstawia rys. 1, przy czym nie uwzględniono linii przesyłowych o napięciu niższym. Linie 60 kV zbudowane są w ten sposób,



RYŚ. 1.

Transformatory po stronie 60 kV połączone są w gwiazdę z wyprowadzonym punktem zerowym. Punkt zerowy transformatorów jest uziemiony przez cewki dławikowe dysonansyjne typu „Brown Boveri”. Cewki dysonansyjne o współczynniku samoindukcji, dostrojonym do pojemności linii toruńskiej, umieszczone są w Gródku, cewki zaś dostrojone do linii gdyńskiej — w Gdyni (rys. 1, cewki D₁ oraz D₂).

Miasto Toruń posiada elektrownię parową, normalnie nieczynną, służącą jedynie jako rezerwa.

W podstacjach i elektrowniach umieszczone są transformatorci napięciowe 60 000/110 V, połączone w gwiazdę z uziemionym punktem zerowym dla celów pomiaru napięcia sygnalizacji, stanu izolacji oraz dla odprowadzania ładunków statycznych do ziemi.

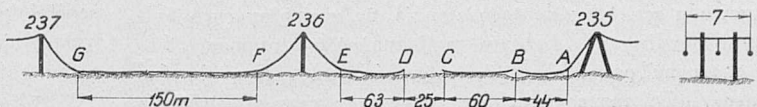
W dniu 8 kwietnia r. b. o godz. 14 m. 20, dyżurni zauważyli, że faza R w systemie 60 kV jest uziemiona i że upływa przez cewki dysonansyjne prąd, odpowiadający pojemności linii i asymetrii, spowodowanej uziemieniem. Upływ przez cewkę linii toruńskiej wynosił ok. 14 A, przez cew-

kę linii gdyńskiej — ok. 25 A. W celu stwierdzenia, na której linii znajduje się błąd, zdecydowano się po porozumieniu telefonicznym z Toruniem wyłączyć linję do Torunia na 3 minuty. Możliwe było również rozłączenie zakładów bez powodowania przerwy w dostawie energii elektrycznej; z pewnych względów jednakże zdecydowano się na wyłączenie linii.

Przez wyłączenie linii do Torunia stwierdzono o godzinie 15-tej, że błąd znajduje się na tej linii. Polecono wobec tego rozpaść kotły i uruchomić elektrownię w Toruniu, a na linję wysłano pracowników celem odszukania miejsca błędu.

Kierownictwo ruchu elektrowni w Toruniu było w stanie uruchomić maszyny dopiero po upływie trzech godzin, t. zn. około godz. 18-ej, a ponieważ zbliżało się szczytowe obciążenie, którego Elektrownia Toruńska nie mogłaby przejąć, zależało przeto na bezwzględnym utrzymaniu linii w ruchu aż do godz. 21-ej, t. zn. przez 5 (!) godzin do chwili, kiedy obciążenie Torunia spada.

O godz. 15 m. 20 otrzymano telefoniczną wiadomość z Ostromecka, że błąd znajduje się w odległości 31 km od Torunia w lesie, wobec czego wyjechałem natychmiast z Torunia samochodem na miejsce wypadku, dokąd przybyłem



RYŚ. 2a.

RYŚ. 2b.

o godz. 16-ej. Równocześnie wysłano drugi samochód z Gródka dla powiadomienia pracowników, szukających miejsca błędu, że błąd już odnaleziono.

Linia w Ostromecku przechodzi przez 140-letni las sosnowy, w którym wysokość drzew dochodzi do 26 m. Las został wycięty w czasie budowy linii tylko na szerokości 4 m, t. j. po 20 m, od osi trasy na obie strony. Odległość poziomu skrajnego przewodu od lasu wynosi zatem tylko 16,5 m. Wysokość słupów wynosi około 16 m. Wysokość zawieszenia przewodów nad ziemią w środku przęsła w czasie wypadku wynosiła około 8 m.

Wskutek silnego wiatru wyrzuciło się drzewo — nawet nie „krańcowe”, tylko 5 m w głębi lasu stojące, — które upadło na przewód skrajny w przęśle między słupem nr. 235 a 236 w punkcie, oznaczonym literą C na rys. 2-a. Wskutek zetknięcia drzewa z przewodem nastąpił upływ prądu, a w następstwie tego przewód zerwał się wskutek działania ciepłego prądu i ciężaru drzewa i spadł na ziemię. Przewód przesunął się w złobku na słupie nr. 236 tak, że dotknął

ziemi również w prześle między słupami nr. 236 a 237. Przewód dotykał ziemi na przestrzeni A — G, D — E, oraz F — G, jak zaznaczono na rys. 2a. *Na odcinku C—D o długości około 25 m powstała przerwa w przewodzie.* W miejscu zetknięcia przewodu z ziemią, grunt był dosyć wilgotny, zwłaszcza, że w dniu wypadku padał — z przerwami — lekki deszcz i grad.

Po pewnym czasie przewód przepalił się w punkcie B, tak, że *przerwa w przewodzie powiększyła się i wynosiła około 85 m.* (odcinek B — D na rys. 2a). Przepalenie przewodu nastąpiło jeszcze przed moim przybyciem. W chwili przybycia stwierdziłem, że przewód *bardzo silnie iskrzy* na przestrzeni A — B, przyczem w paru miejscach *zaczęła się tlić trawa.*

Ponieważ koniecznem było zmniejszenie oporu uziemienia, zwłaszcza na odcinku A — B, aby móc utrzymać linię pod prądem, przeto zdecydowałem się na *zarzucenie przewodu na długości A — B mokrą ziemią. Donoszono wodę wiadrami, a przewód zarzucano błotem.* Błoto rzucano na przewód łopatą z odległości około 1,5 m. Zaznaczyć trzeba, że w odległości 1,5 m od przewodu odczuwano napięcie w nogach jedynie przy dużym kroku i o ile chodzono bez kaloszy. Zmniejszenie napięcia w pobliżu przewodu zawdzięczamy działaniu cewek dławikowych, które kompensują niemal cały prąd pojemnościowy, jaki płynąłby przy izolowanym punkcie zerowym. Aby zabezpieczyć ludzi, znajdujących się w pobliżu przewodu przed porażeniem, pouczono ich, aby chodzić „małemi krokami” oraz poleciono personelowi w Gródku, żeby w żadnym wypadku cewek dysonansyjnych nie wyłączał. Olej w cewkach dysonansyjnych wskutek przepływu prądu nagrzał się do temperatury 51°C, przyczem temperatura otoczenia wynosiła około 17°C. Cewki obliczone są co prawda dla *trwałego* obciążenia, zastosowano jednakże sztuczne chłodzenie przy pomocy wentylatorów kuziennych, które dorywczo ustawiono.

Jak z powyższego wypadku widać, *możliwe było utrzymanie normalnego ruchu przez okres aż do 5-ciu godzin, pomimo przerwy w jednej fazie o długości 85 m.* Być może, że warunki w tym wypadku były bardzo korzystne. O ile ziemia w miejscu błędu nie byłaby dostatecznie wilgotna, to po pewnym czasie opór uziemień przerwane przewodu wzrósłby do tego stopnia, że normalny ruch byłby niemożliwy. W każdym razie możliwość utrzymania linii w ruchu przez okres 5-ciu godzin jest rzeczą bardzo ważną, gdyż można uruchomić przez ten czas odpowiednią rezerwę wzgl. odszukać błąd i poczynić wszelkie przygotowania, potrzebne do naprawy, co umożliwia zmniejszenie czasu przerwy w dostawie prądu do minimum.

Fakt ten jest ciekawy i zasługuje na uwagę, gdyż nie jest powszechnie wiadome, że można utrzymać linię wysokiego napięcia w ruchu przy przerwaniu jednym przewodzie. Zaznaczyć jednakże trzeba z naciskiem, iż jest to możliwe jedynie przy zastosowaniu cewek dławikowych dysonansyjnych.

Przechodząc do omówienia samej przyczyny przerwy, t. zn. wywrócenia się drzewa, trzeba zaznaczyć, że „Gródek” przy przejściu przez lasy wycinał drzewa zasadniczo w pasie szerokości 40 m wzdłuż linii. Opierano się przytem na rozumowaniu, że drzewa, o ile rość będą na skraju lasu wzdłuż pasa, to aczkolwiek będą miały większą koronę, niż drzewa w środku lasu, to jednak będą silniej się zakorzeniać i wytrzymywać łatwiej napór wiatrów. Rozumowanie to słuszne jest tylko w wypadku lasu młodego. Przy starym lesie, chcąc osiągnąć zupełną pewność, trzeba by wycinać drzewa w pasie szerokim około 70 m, gdyż sosna na Pomorzu osiąga wysokość do 35 m. Wycinanie lasów na tak znacznej szerokości spowodowałoby bardzo znaczne

koszta i dlatego zrezygnowano z tego, spodziewając się, że lasy 120-letnie w najbliższym czasie i tak będą wycięte. Obecnie toczą się pertraktacje o przyspieszenie wyrębów wzdłuż linii.

Zaznaczyć trzeba, że lasy stanowią duże utrudnienie i powiększają koszt budowy linii, i dlatego przy trasowaniu starać się trzeba, żeby odcinki linii w lasach możliwie ograniczyć.

Przy tej okazji poruszam sprawę, żeby elektrownie, posiadające rozgałęzione sieci wysokiego napięcia, porozumiały się co do jednolitego stanowiska w sprawie wycinania lasów i opłacania dzierżaw.

Inż. St. Gieszczykiewicz.

Kilka uwag o opornikach wodnych wielkich mocy.

W każdej niemal elektrowni, niezależnie do wielkości zainstalowanej mocy i napięcia roboczego, spotykamy się z potrzebą przeprowadzania badań, przy których zasadniczą rolę odgrywa zmiana obciążenia w szerokich granicach. Ma to np. miejsce przy wyznaczaniu współczynników sprawności, zdemowaniu charakterystyk obciążenia prądnic, przy badaniu regulatorów silników napędowych, jak również i samych silników i t. d. Potrzebny jest do tego celu odpowiedniej mocy opornik, posiadający przytem możliwość łatwej i prostej regulacji obciążenia. Nadają się do tego celu szczególnie oporniki wodne, jak ze względu na swą prostotę, tak i niskie w stosunku do mocy koszty budowy. Jakkolwiek dawniej używano oporników wodnych wyłącznie przy niskich napięciach, to obecnie — dzięki zastosowaniu odpowiedniego układu szeregu umieszczonych w niewielkiej od siebie odległości elektrod (t. zw. układ Siemens) — budowane są oporniki wodne na duże moce także przy wysokim napięciu.

W szeregu dużych elektrowni na Zachodzie oporniki wodne stanowią dziś nieodzowne dopełnienie całokształtu urządzeń elektrycznych i — ustawione w kanałach wodnych — są często sterowane przy pomocy specjalnych silników z rozdzielni. W niektórych elektrowniach spotyka się nawet urządzenia, umożliwiające samoczynne włączanie oporników tych w wypadkach nagłego spadku obciążenia poniżej pewnej granicy — dla uniknięcia niepożądanego wyłączenia poszczególnych turbozespółów oraz zakłóceń w ruchu kotłowym.

Jakkolwiek elementy zasadnicze opornika wodnego są pod względem obliczenia jakoteż i budowy naogół proste mimo to jednak, przystępując do zaprojektowania opornika wodnego na niskie czy też na wysokie napięcie, napotykamy — zwłaszcza przy wielkich mocach — na szereg trudności. Przy wyznaczaniu bowiem kształtu i powierzchni elektrod opornika spotykamy się z jednej strony z pytaniem, jaka grubość elektrod jest wskazana (np. przy płaskich elektrodach), z drugiej zaś strony — jakie gęstości prądu można dopuścić w tym lub innym wypadku? Ważną rolę odgrywa przy projektowaniu opornika wodnego wyznaczenie odległości pomiędzy elektrodami, jak również obliczenie potrzebnej na jednostkę czasu ilości wody oraz wybór temperatury wyjściowej wody chłodzącej. Pewne trudności nastręcza pozatem sam charakter oporności wody, ponieważ wielkość ta zmienia się, jak wiadomo, zależnie od temperatury, ilości domieszek mineralnych i inn. w bardzo szerokich granicach. Wreszcie powstaje kwestia odizolowania ścianek naczyń, w którym umieszczamy opornik (o ile jest to konieczne), oraz osiągnięcia równomiernego rozkładu prądu wzdłuż całej powierzchni elektrod.

Na powyższe pytania niepodobna podać ścisłych wzorów, które możnaby wszędzie bez wyjątku stosować. Przy

projektowaniu oporników wodnych wielkich mocy posługiwać się raczej należy współczynnikami doświadczalnymi, które w poszczególnych wypadkach dają wyniki zupełnie dobre. W świetle tych ostatnich odpowiedzi na postawione wyżej pytania przedstawia się, jak następuje.

Grubość elektrod przy płaskim ich kształcie — a jest on najczęściej stosowany — winna wynosić — ze względu na możliwość wzajemnego ich zetknięcia się przy szybkim ruchu wody — nie mniej, niż 2,5 mm; gęstość prądu na jednostkę powierzchni elektrod waha się zazwyczaj w granicach od 0,8 do 1,7 A/cm².

Wzajemną odległość elektrod obliczyć można z wzoru $d(\text{cm}) = V : e$ (V/cm), gdzie spadek napięcia na jednostkę odległości między elektrodami — e waha się w granicach od 120 — 500 V/cm*) zależnie od napięcia roboczego i przewodności wody. Ilość wody, potrzebnej do odprowadzenia dławionej w oporniku energii elektrycznej, obliczyć można w prosty sposób, posługując się znanym wzorem $1 \text{ kWh} = 0,24 \text{ kg kal/sek}$; stał ilość wody Q (litr/sek) $= 0,24 \times (P \times \Delta T)$, gdzie P oznacza ilość energii, jaką zdławić należy w oporniku wody, ΔT zaś — przyrost temperatury przepływającej przez opornik wody w °C. Jakkolwiek możnaby pójść z wielkością tą przy prądzie zmiennym do 100° C, — wartość temperatury wyjściowej wody chłodzącej przyjmujemy w granicach 65 — 80° C. Droga ta jest prostszą od obliczania wielkości Q przez założenie ilości energii elektrycznej, pochłanianej przez jednostkę objętości wody w W/cm³. Oporność wody chłodzącej łatwo można zmierzyć przy pomocy jednego z budowanych do tego celu aparatów elektrolitycznych, który oddaje zresztą dobre usługi przy okresowym badaniu stopnia zanieczyszczenia kondensatora w skraplaczach powierzchniowych (badanie szczelności rurek skraplacza).

Co się wreszcie tyczy dwóch ostatnich zagadnień, to w celu zabezpieczenia ścianek naczyń od przepływu prądu zaleca się używanie porcelany wzgl. starannie glazurowanych rur; nie od rzeczy będzie tu wspomnieć, że beton np. ulega pod wpływem przepływającego prądu całkowitemu zniszczeniu, wobec czego ścianki betonowe bezwzględnie pokrywać należy warstwą izolacyjną. Celem osiągnięcia możliwie równomiernego rozkładu prądu wzdłuż powierzchni elektrod stosować należy w miarę możliwości układy w elektrodach równoległych (np. płaskich), unikając układów elektrod wzajemnie prostopadłych, np. walsowej i płaskiej, gdyż występuje wówczas nierównomierny rozkład obciążenia, wskutek zaś koncentracji energii w poszczególnych punktach elektrody walsowej i gwałtownego

wytwarzania się obok nich pary wywiązuje się gaz piorunujący i powstają drobne eksplozje.

W praktyce spotyka się — zależnie od wielkości napięcia roboczego — kilka zasadniczych typów oporników wodnych. Najbardziej odpowiednim dla spotykanych naogół w naszych elektrowniach warunków jest typ opornika o równoległych elektrodach płaskich, który może być stosowany przy napięciach od 380 do ok. 6 000 woltów. Powyżej tej wielkości napięcia oporniki powyższego typu stają się — zwłaszcza przy znacznych mocach — zbyt duże i ciężkie.

Ilość elektrod na fazę bywa tu rozmaita, zależnie od mocy, napięcia i oporności wody; winna ona jednakże wynosić przy prądzie trójfazowym najmniej 4, gdyż warunkiem równomiernego rozkładu obciążenia przy tym prądzie jest ogólna ilość $3k + 1$ elektrod, gdzie k oznacza całkowitą liczbę, zależną od wspomnianych wyżej warunków. Poszczególne elektrody łączymy w ten sposób, że np. przy $k = 2$ (7 elektrod) R stanowią elektrody 1, 4 i 7, fazę S — elektrody 2 i 5, fazę zaś T — elektrody 3 i 6. Należące do różnych faz elektrody winny być od siebie b starannie izolowane.

Zaletą wspomnianego typu opornika jest przede wszystkim jego prosta budowa: wszystkie płyty (elektrody) są identyczne, dają się łatwo wymieniać i w prosty sposób montować w całość. Połączone w gwiazdę, opornik ten może być umieszczony wprost w kanale wodnym, podczas gdy przy opornikach, łączonych w trójkąt, należy je umieszczać w naczyniu izolowanym (izolować naczynie należy także przy prądzie stałym).

Regulację mocy skutecznie się przez stopniowe zanurzanie płyt w wodzie; pamiętać należy, że zakres regulacji zmienia się przy powyższym typie opornika w zależności od stosunku wysokości płyt do ich szerokości. Oporniki tego typu budowane są obecnie na moce do 15 MW.

Na zakończenie wspomnieć należy o spotykanych jeszcze typach oporników wodnych, a mianowicie opornikach o elektrodach płaskich (wzgl. stożkowych) w układzie trójkątnym oraz opornikach o elektrodach walcowych. Oba te typy używane są przy napięciach wyższych (pierwsze do ok. 15 kV, drugie do ok. 24 kV).

O ile elektrody opornika połączone są w trójkąt, wówczas musi on być umieszczony w specjalnym odizolowanym naczyniu; pociąga to za sobą komplikacje w doprowadzaniu wody, przyczem nie należy jej w tym wypadku dotykać. W stosunku do opisanego wyżej typu opornika o równoległych elektrodach płaskich pozostałe typy posiadają szereg niedogodności, jak niekorzystny rozkład obciążenia na poszczególne elektrody (iskwienie), konieczność budowania specjalnych zbiorników, niewielki stosunkowo zakres regulacji, osobne doprowadzenie wody do każdej z faz i t. d.

N. R.

*) Cyfry te podajemy na odpowiedzialność Autora.
(Przyp. red.)

PRZEMYSŁ I HANDEL.

Wytwarzność energii elektrycznej w lutym b. r.

Miesiąc luty 1932 r. był miesiącem rekordowym w znaczeniu ujemnym co do absolutnej ilości energii elektrycznej, wytworzonej w Polsce. W miesiącu tym elektrownie samodzielne i przemysłowe o mocy instalowanej ponad 1000 kW, a zatem obejmujące ok. 95% całej wytwarzności, wyprodukowały 172 miliony kWh, t. j. o 6% mniej, niż w styczniu b. r. i o 11% zgorą mniej, niż w lutym ub. roku.

Doliczając do tego 5% produkcji, przypadającej na elektrownie o mocy 1000 kW, otrzymamy cyfrę 180,6 milionów kWh, jako całkowitą wytwarzność energii elektrycznej w Polsce w tym miesiącu. Po wprowadzeniu poprawki z uwagi na to, że luty w roku bieżącym miał 29 dni, osiągniemy teoretyczną produkcję 193,3 miliony kWh, czyli ok. 6,05 na głowę ludności. Tak więc jednak luty wykazał pewną teoretycznąwyżkę w produkcji w porównaniu ze styczniem b. r. w którym wyprodukowano (z 5%-wym dodatkiem) 192,12 milionów kWh.

Przywóz do Polski artykułów elektrotechnicznych w marcu 1932 r.

W marcu 1932 r. przywieziono do Polski artykułów elektrotechnicznych 218,24 t na sumę 1890 tys. zł. wobec 141,4 t wartości 1696 tys. zł. w lutym b. r. i 760 t o wartości 5402 tys. zł. w marcu 1931 r. Wzrost importu wynosi zatem 54,5% co do wagi, a 10,85% co do wartości w stosunku do ubiegłego miesiąca, stanowiąc 28,8% wagi i 35% wartości importu w porównaniu z marcem roku ubiegłego.

Różnicę przywozu w porównaniu z lutym wykazały głównie następujące pozycje (pierwsze liczby oznaczają różnicę procentową wagi, zawarte zaś w nawiasach — różnicę wartości):

Prądnice i silniki do 500 kg wagi	+	22%	(+ 71%)
Prądnice i silniki powyżej 500 kg	—	81%	(— 87%)
Inne maszyny el. i ich części	+	17%	(— 56,5%)
Akumulatory i płyty akumul.	+	515%	(+ 450%)
Transformatory i przetwornice	+	505%	(+ 160%)
Oporniki, rozruszniki, regulatory i kontrolery	+	30%	(+ 25%)
Wyłączniki, przełączniki, kondensatory, piorunochrony, odgromniki, przyrządy i tabl. rozdzielcze, bezpieczniki	+	118%	(+ 131%)
Liczniki elektryczne	+	29%	(+ 31%)
Przyrządy elektromedyczne	—	10%	(— 45%)
Materiały instalacyjne do sieci elektr.	+	80%	(—)
Przewodniki elektr. w oprzędzie	—	97,5%	(— 91%)
Kable elektr. ołowiane	+	127%	(+ 92,5%)
Aparaty telefoniczne i centraliki	+	153%	(+ 123%)
Aparaty telegraf. i ich części	+	200%	(+ 270%)
Radioaparaty	+	52%	(+ 5,1%)
Przyrządy elektr. do gotowania, prasowania i ogrzewania	—	37,5%	(— 23%)
Przyrządy oddzielnie niewymienione	—	43%	(— 35%)
Wyroby z węgla dla celów elektrotechn. i odpadki	+	62%	(— 4,2%)

Powyższe zestawienie ujawnia pewne osobliwości, godne zaznaczenia. Przedewszystkiem uderza nadzwyczajny stosunkowo wzrost przywozu akumulatorów, transformatorów i przetwornic, kabli w ołowiu, aparatów telefonicznych i telegraficznych, bardzo silne zmniejszenie importu: prądnic i silników o wadze powyżej 500 kg i przewodników elektr. w oprzędzie. Następnie bardzo charakterystyczną cechą jest niewspółmierność różnic w imporcie co do wagi i co do wartości towarów. Tak np. przywóz różnych maszyn elektr. i ich części wzrósł o 17% co do wagi, wartość zaś zmniejszyła się o 56,5%, transformatorów i przetwornic sprowadzono o 505% więcej, kosztowały tylko o 160% więcej, przywóz materiałów instalacyjnych do sieci wzrósł o 80% przy niezmienionej wartości, radioaparatów sprowadzono o 52% więcej co do wagi, zapłacono zaś tylko o 5,1% nakoniec wyrobów z węgla i odpadków przywieziono o 62% więcej, przy wartości zmniejszonej o 4,2%.

Nie ulega wątpliwości, że gdy stawki celne są wysokie i opłacane od wagi towarów, naogół daje się zauważyć tendencja do sprowadzania tych tylko artykułów, które w kraju nie są wyrabiane, wogóle zaś towarów lżejszych, w fabrykacji których koszt robocizny gra rolę znacznie większą, niż koszt materiału. Pozatem rozbieżność pomiędzy różnicą wagi i różnicą wartości wskazywałaby na znaczne obniżenie cen na niektóre artykuły przez sprzedawców zagranicznych i tą okoliczność, zdaniem naszym, tłumaczy w pierwszej linii wyżej zaznaczone anomalje.

Nasz wywóz w marcu wykazuje, niestety, jak zwykle, znikome wartości. Jedynie transformatorów wywieziono więcej, bo 1,4 t o wartości 18 tys. złotych. Ubolewać należy, iż nasz przemysł elektrotechniczny nie jest w stanie rozwinąć swego eksportu choćby na skromną skalę. Niewątpliwie przeszkody w uzyskaniu rynków zbytu są wielkie, śmiemy jednak wątpić, czy przy wytężonej energii ze strony wszystkich zainteresowanych czynników i przeświadczeniu o konieczności tej akcji, nie dałyby się choć w części usunąć.

R Ó Ż N E.

Kobiece Stowarzyszenie Elektryczne.

Przed 7-miu laty powstało w Anglii Kobiece Stowarzyszenie Elektrotechniczne (Electrical Association for Women), założone głównie w celu propagandy zastosowania elektryczności w gospodarstwie domowym, pozatem dla popularyzacji wiadomości z dziedziny elektrotechniki praktycznej w szkołach żeńskich różnych typów pod kątem widzenia potrzeb domowych. Stowarzyszenie posiada obecnie 29 oddziałów i rozwija się pomyślnie, zyskawszy sobie poparcie angielskich elektrotechników, którzy słusznie upatrują w jego działalności skuteczne narzędzie propagandy w kierunku spożycia prądu i instalowania przyrządów elektro-

technicznych. W kwietniu b. r. odbyło się w Londynie roczne zebranie Stowarzyszenia w obecności ok. 700 delegatów, na którym przedstawiono wyniki dotychczasowej pracy i wręczono 104 dyplomy pierwszej klasy najbardziej zasłużonym członkiniom. Więcej szczegółowe zadania stowarzyszenia polegają na organizacji kobiecych kursów letnich gospodarstwa domowego ze szczególnem uwzględnieniem zastosowania elektryczności, wydawnictwie „elementarzy” elektrycznych w celu pouczania kobiet o obchodzeniu się z przyrządami i unikania związanych z tem niebezpieczeństw (elektryczne suszenie włosów w wannach), rozwoju zużycia prądu w gospodarstwie wiejskiem i t. p.

SPROSTOWANIE.

Pomorska Elektrownia Krajowa „Gródek” zawiadamia, że do treści komunikatu z zesz. 8-ym na str. 266

wkradł się błąd, a mianowicie: w wierszu 30-ym prawego łamu powinno być: „miesięczna ilość kilowatogodzin II bloku 3, 4, 5, 6, 8 i t. d.”.