

# PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH

pod naczelnym kierunkiem prof. M. POŻARYSKIEGO.

Rok XV.

1 Grudnia 1933 r.

Zeszyt 23.

Redaktor inż. WACŁAW PAWŁOWSKI

Warszawa, Czackiego 5, tel. 690-23.

## PODSTAWOWE JEDNOSTKI ELEKTRYCZNE I ICH WZORCE.

Dr. inż. W. Krukowski,

Profesor Politechniki Lwowskiej.

(Ciąg dalszy).

### 2. Obecny stan zagadnienia jednostek elektrycznych.

Jako obecnie obowiązujące na terenie międzynarodowym jednostki wielkości elektrycznych należy uważać jednostki, ustalone przez Konferencję Londyńską w 1908 r. Z tego wynika, że jednostkami elektrycznymi są w zasadzie jednostki praktyczne, będące określonymi wielokrotnymi bez względu na jednostek elektromagnetycznych CGS, czyli, dokładniej mówiąc, bez względu na jednostki Ohm, Ampere, Volt i t.d. Dla celów praktycznych miarodajne są jednak międzynarodowe jednostki, to znaczy międzynarodowy Ohm, Volt i t.p., oparte na dającym się reprodukować rtęciowym wzorcu ohma międzynarodowego i międzynarodowym amperze, reprezentowanym przez woltametr srebrowy. Te jednostki międzynarodowe są ogólnie używane zarówno przy pomiarach naukowych i technicznych, jak i do celów legalizacyjnych. W niektórych państwach sprawa jednostek jest oficjalnie uregulowana przez odpowiednie ustawy, których brzmienie częściowo niezupełnie jest zgodne z postanowieniami Konferencji Londyńskiej. W Polsce nie mamy jeszcze ustawy, dotyczącej jednostek elektrycznych, i należy przypuszczać, że ustawa taka, o ile zostanie wydana, uwzględni zmiany, przewidziane na terenie międzynarodowym (patrz rozdział IV). Znajdujemy tylko w „Przepisach o Warunkach Legalizowania Liczników Energii Elektrycznej i Transformatorów Mierniczych”, wydanych przez Dyrektora Głównego Urzędu Miar w dniu 14 maja 1925 (POM 2,953/0,2), następujące postanowienie (§ 6): „Wskazania liczników powinny być wyrażone w jednostkach, przyjętych przez Międzynarodową Komisję Elektrotechniczną”<sup>21)</sup>.

<sup>21)</sup> Bardziej jednoznaczne byłoby może określenie miarodajnych jednostek jako jednostek „międzynarodowych” i powołanie się na postanowienia Konferencji Londyńskiej z 1908 r.

Przy pomiarach praktycznych, nawet najdokładniejszych, naprzykład ustalaniu wielkości wzorców użytkowych, nie stosuje się jednak nigdy bezpośrednio ani rtęciowych wzorców ohma międzynarodowego, ani woltametrów srebrowych. Używa się zawsze jako wzorców oporu normalnych oporów w kształcie cewek z odpowiedniego materiału oporowego, których opór w ohmach międzynarodowych został ustalony przez porównanie tych oporów z wzorcami rtęciowymi. Drugą podstawową jednostką w praktyce jest zawsze Volt międzynarodowy, którego wzorcami są ogniwa normalne Westona, których siłę elektromotoryczną w voltach międzynarodowych ustala się zapomocą oporów normalnych i woltametrów srebrowych.

W zasadzie w każdym państwie, a nawet w różnych odpowiednio urządzonych laboratorjach jednego państwa, możnaby zapomocą wzorców rtęciowych i woltametrów srebrowych stworzyć miarodajne wzorce. W rzeczywistości jednak zarówno odtworzenie wzorców rtęciowych jak i prace woltametryczne są związane z bardzo wielkimi trudnościami, i dlatego tylko niewiele instytucyj prace tego rodzaju wykonuje, a inne ustalają wielkości swoich wzorców — a temsamem swoje jednostki — przez porównanie z wzorcami instytucyj, które wykonują pomiary nad wzorcami rtęciowymi i pomiary woltametryczne.

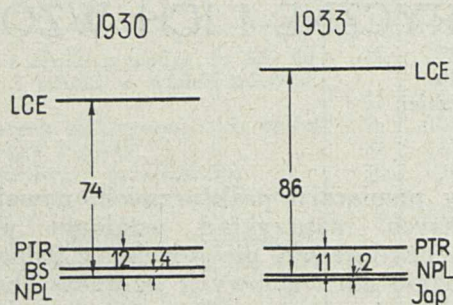
Przez długi czas miarodajne wzorce rtęciowe posiadało tylko PTR (poczynając od roku 1892). Dopiero znacznie później (około 1905 roku) zostały zbudowane również wzorce rtęciowe w NPL. Jak już zostało wyżej powiedziane, przy pomiarach woltametrycznych w Washingtonie w 1910 roku została przyjęta jako wartość ohma międzynarodowego wartość średnia ohma niemieckiego i angielskiego (jednostka washingtonska). Mniej więcej w roku 1916 zostały wykonane prace nad wzorcami rtęciowymi w BSt, później w innych krajach, przede wszystkim w Rosji i w Japonii.

Jako właściwą wartość ohma międzynarodowego należy może uznać wartość średnią jednostek, używanych w BSt, NPL i PTR, przyczem należy uwzględnić, że niektóre z tych instytucyj do różnych celów używają nieco odmiennych jednostek. Tak naprzykład NPL używa częściowo jednostki, która ma być jednostką washingtonską, po-



części jednostki, opartej tylko na własnych wzorcach rtęciowych. Jednostki te różnią się o  $30 \mu\Omega$ . Wynika z tego, że przy bardzo dokładnych pomiarach należy zawsze uwzględnić, z jakimi jednostkami ma się właściwie do czynienia.

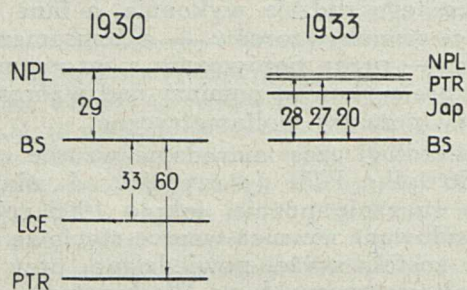
Uwzględniając tylko najpewniejsze wzorce, można uważać, że ohm międzynarodowy jest obecnie ustalony z dokładnością od 10 do  $20 \mu\Omega$  czyli jednej do dwóch stutysięcznych. Porównanie jednostek poszczególnych państw jest od czasu do czasu wykonywane. Dla przykładu zostały na rysunku 3 uwidocznione rezultaty porównań niektórych



Rys. 3. Różnice jednostek oporu (int.  $\Omega$ ) różnych instytucji w  $\mu\Omega$ .

ohmów międzynarodowych różnych państw w latach 1930 i 1933. Na rysunku są uwidocznione różnice poszczególnych jednostek w  $\mu\Omega$ . Pierwsze z przytoczonych rezultatów zostały otrzymane przy porównaniach, wykonanych z okazji międzynarodowych pomiarów voltametrycznych w PTR, drugie — przy porównaniach w BIPM.

Jednostki napięcia różnych państw są reprezentowane przez większe grupy ogni normalnych Westona. Wielkość napięcia tych ogni jest ustalana bądźto zapomocą pomiarów voltametrycznych, bądź też przez porównanie z ogniwami innych instytucji. Jak już zostało wyżej wymienione, za miarodajną wartość siły elektromotorycznej ogniwa Westona przy  $20^\circ$  jest od 1 stycznia 1911 roku uważana wartość 1,01830 int. V.



Rys. 4. Różnice jednostek napięcia (int.V) różnych instytucji w mV.

Można przyjąć, że dokładność, z którą obecnie jest ustalony Volt międzynarodowy, jest nieważniejszej ta sama, jak przy ohmie międzynarodowym, to znaczy 1 do 2-ch stutysięcznych. W pewnych wypadkach różnice są jednak znacznie większe. Na rysunku 4 są uwidocznione rezultaty porównań jednostek napięcia, wykonanych w tym samym czasie, jak wyżej przytoczone porównania jednostek oporu. Różnice poszczególnych jednostek są wyrażone w  $\mu V$ .

### 3. Wzorce elektryczne i ich porównanie.

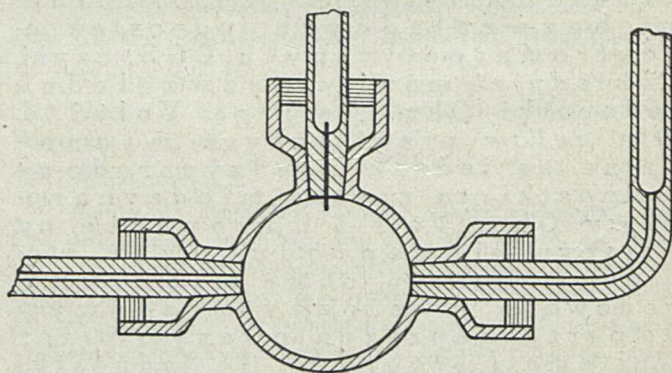
Na tem miejscu nie mogą być oczywiście potraktowane wyczerpująco wzorce i metody ich porównań, co stanowi specjalny, bardzo obszerny dział miernictwa elektrycznego, lecz ma być tylko dany krótki przegląd tych zagadnień.

#### a) Wzorce rtęciowe ohma międzynarodowego<sup>22)</sup>.

Wzorcami takimi są rurki szklane, napełnione rtęcią i zaopatrzone na końcach w kuliste naczynia (rys. 5). Te naczynia końcowe są zaopatrzone w elektrody dla doprowadzenia prądu pomiarowego i odbioru napięcia. Na podstawie określenia wymiarów geometrycznych rurki i pomiaru masy wypełniającej ją rtęci oblicza się opór wzorca w ohmach międzynarodowych. Przez porównanie oporu wzorca rtęciowego z manganinowymi (albo podobnymi) oporami normalnymi ustala się opór tych ostatnich w ohmach międzynarodowych. Opór  $R$  wzorca rtęciowego przy  $0^\circ$  oblicza się według wzoru:

$$R = \frac{14,4521}{(1,063)^2} \cdot \frac{l^2}{m} \cdot K = 12,78982 \frac{l^2}{m} \cdot K \text{ int. } \Omega.$$

We wzorze powyższym oznaczają:  $l$  — długość rurki przy  $0^\circ$  w metrach,  $m$  — masa zawartej



Rys. 5. Zakończenie oporu rtęciowego.

rtęci przy  $0^\circ$  w gramach i  $K$  — współczynnik kalibrowy, przez który uwzględnia się odchylenia przekroju rurki do przekroju dokładnie cylindrycznego.

Pomiar długości rurki, a właściwie kanału rurki, wykonuje się możliwie dokładnie przy  $0^\circ$  (odchylenia od tej temperatury oczywiście się uwzględnia) z dokładnością mniej więcej 0,01 mm.

Określenie masy rtęci  $m$ , wypełniającej rurkę przy  $0^\circ$ , wykonuje się mniej więcej z dokładnością 0,01‰. Masa rtęci zazwyczaj wynosi około 10 g, z czego wynika, że ważenie musi być wykonane z dokładnością około 0,01 mg.

Wykonanie ważenia z potrzebną dokładnością nie nastręcza szczególnych trudności. Trudnym jest natomiast prawidłowe napełnienie rurki rtęcią i wylanie rtęci z rurki tak, żeby nie zostało małych kropelek na ściankach rurki. Współczynnik kalibrowy  $K$  określa się w zasadzie podobną metodą, jaka jest stosowana przy kalibrowaniu termometru. Przy dobrych rurkach współczynnik  $K$ , który

<sup>22)</sup> Patrz na przykład Smith: Dictionary of Applied Physics, tom 2. London 1922.

przy idealnie cylindrycznej rurce równałby się 1, nie przekracza 1,0001.

Przy obliczaniu oporu wzorca musi być uwzględniony jeszcze dodatkowy opór, jaki stanowi niezbędne przy pomiarze elektrycznym naczynia końcowe. Naczynia te (rys. 5) mają średnicę około 3 do 4 cm. Opór tych naczyń oblicza się według wzoru:

$$A = \frac{0,80}{1063 \pi} \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \text{ int. } \Omega.$$

We wzorze powyższym  $r_2$  i  $r_1$  oznaczają promienie końców słupa rtęci, wypełniającej rurkę. W normalnych warunkach dodatkowy opór  $A$  wynosi około  $10^{-6}$  oporu rurki.

Porównanie oporu wzorca rtęciowego z oporem normalnym wykonuje się metodą mostka Thomsona albo metodą galwanometru różnicowego w modyfikacji Kohlrauscha. Ważnym jest, żeby czułość metody była tak duża, żeby można było zastosować natężenia prądu, nie powodujące większego nagrzania słupa rtęci. Przy natężeniu prądu 10 mA nagrzanie to nie przekracza  $1/1000^\circ$ . Podczas pomiaru oporu rurka znajduje się w topniącym lodzie lub kąpieli, chłodzonej lodem.

Przeprowadzenie dokładnych pomiarów na wzorcach rtęciowych jest nader trudne i otrzymanie dokładnych rezultatów jest możliwe tylko przy zastosowaniu kilku rurek i wielokrotnym powtórzeniu pomiarów każdej rurki.

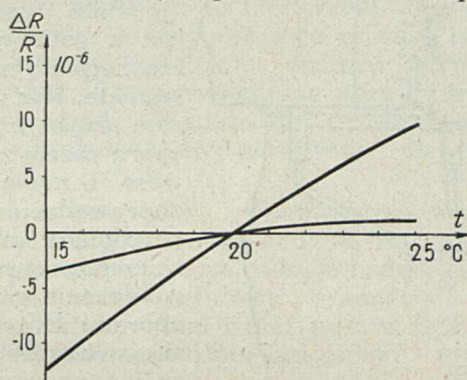
Z tego powodu pomiary tego rodzaju są wykonywane stosunkowo bardzo rzadko. Niemożliwe jest również przechowywanie rurek, napełnionych rtęcią, przez czas dłuższy, gdyż opory takie czasami się zmieniają. Zmiany są przypuszczalnie spowodowane zmianami wymiarów rurek. W ostatnich czasach są robione próby z rurkami z kwarcu. Wydaje się, jak gdyby tego rodzaju wzorce były bardzo niezmiennie, brak jednak dotychczas pod tym względem ostatecznych wyników.

#### b) Opory normalne.

Opory normalne, będące właściwymi praktycznymi wzorcami oporu, są budowane z manganinu lub stopów podobnych<sup>23)</sup>. Skład manganinu jest mniej więcej: 84% Cu, 12% Mn i 4% Ni. Oprócz tego materiał zawiera małe domieszki innych metali, przede wszystkim żelaza. Propozycja zastosowania jako materiału oporowego stopu Cu i Mn wyszła od E. Westona. Systematyczne próby zostały przeprowadzone w PTR przez Feussnera i Lindecka z udziałem Heuslera (Isabellenhütte). Rezultatem tych doświadczeń był manganin. Manganin posiada mały współczynnik temperatury, główną zaletą jego w porównaniu do innych materiałów oporowych jest jednak mała siła termoelektryczna w stosunku do miedzi i mosiądzu. Własność ta jest ważna ze względu na to, że przy pomiarach oporu ma się zawsze do czynienia z obwodami, w skład których wchodzi oprócz właściwych materiałów oporowych zaciski i przewody łączące z mosiądzu i miedzi. Gdyby materiał oporowy posiadał w stosunku do tych materiałów dużą siłę termoelek-

tryczną, to wskutek nieuniknionych różnic temperatur w obwodzie powstawałyby znaczne siły termoelektryczne, któreby utrudniały albo nawet uniemożliwiały otrzymanie dokładnych wyników. Siła termoelektryczna manganinu w stosunku do miedzi wynosi zaledwie około  $2 \mu\text{V}$  albo nawet mniej na jeden stopień różnicy temperatur. Dawniej używane do budowy oporów normalnych stopy miedzi i niklu (konstantan itp.) posiadają natomiast siłę termoelektryczną około  $40 \mu\text{V}$  na  $1^\circ$ .

Współczynnik temperatury manganinu przy temperaturze pokojowej nie przekracza zazwyczaj  $+20$  milionowych. Wartość ta waha się jednak i przebieg oporu przy zmianach temperatury odbiega często dosyć znacznie od linii prostej, gdyż krzywa posiada przy temperaturze od  $20$  do  $40^\circ$  maksimum. Przy dokładnych pomiarach musi być określone dokładnie równanie temperatury wzorców. Na rysunku 6 jest przedstawiona dla przykła-



Rys. 6. Zmiana oporu wzorców manganinowych w zależności od temperatury.

du zmiana oporu dwóch podstawowych wzorców Laboratorium Elektrotechnicznego Politechniki Lwowskiej w zależności od temperatury.

Opory normalne są przeważnie wykonywane w wartościach od  $1/100\,000$  do  $100\,000$  ohmów w stopniowaniu dziesiętnym. Jako właściwych wzorców miarodajnych używa się przede wszystkim oporów 1 ohmowych, czasami oporów  $0,1$  i  $10 \Omega$ . Konstrukcja obecnie stosowanych oporów normalnych jest oparta na konstrukcji, opracowanej swego czasu w PTR przez Feussnera i Lindecka. Uczni ci opracowali przede wszystkim sposób sztucznego starzenia oporów, mający zapobiec późniejszym zmianom oporu. Metoda ta polega na nagrzewaniu opornika, po wykonaniu uzwojenia i po polakierowaniu go szlakiem, przez kilkanaście godzin przy temperaturze  $140^\circ$ . Pożądanym byłoby zastosowanie wyższej temperatury, co jednak ze względu na szlak i jedwabną izolację jest przy normalnej konstrukcji oporników niemożliwe. Dopiero niedawno w BSt został opracowany nowy typ jednoohmowego oporu normalnego<sup>24)</sup>, w którym uzwojenie jest w celu sztucznego starzenia wyżarzane przy temperaturze około  $550^\circ$ . Temperatura ta ma być szczególnie korzystna. Budowa tych nowych oporów odbywa się w zasadzie jak następuje.

<sup>23)</sup> Nazwa manganin przysługuje właściwie tylko materiałowi, wyrabianemu przez Isabellenhütte. Podobnym do manganinu materiałem jest „Therlo”. Stop ten nie zawiera niklu, lecz stosunkowo dużo aluminium.

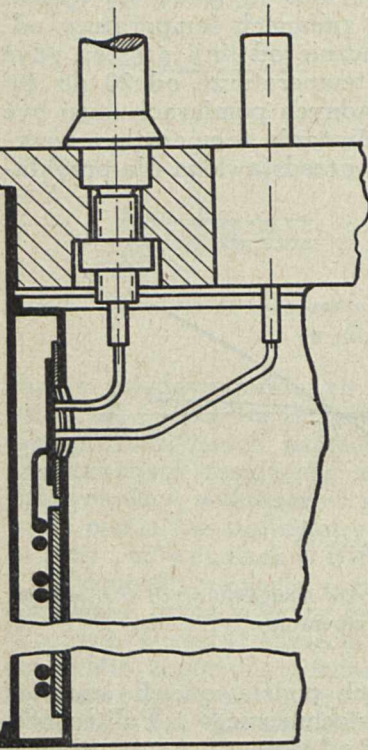
<sup>24)</sup> Thomas J. L. „A New Design of Precision Resistance Standard” Bur. Stand. J. Res. Vol. 5. August 1930.

Goły drut manganinowy<sup>25)</sup> odpowiedniej długości nawija się na metalowy cylinder równoległe z gołym drutem miedzianym, który daje odpowiednie odstępy między poszczególnymi zwojami drutu manganinowego. Tak przygotowane uzwojenia zostają wyżarzane przy temperaturze około 550° w piecu próżniowym. Po wyżarzeniu uzwojenie manganinowe razem z drutem miedzianym zostaje ostrożnie przesunięte na mosiężny cylinder (rurka mosiężna), izolowany jedwabiem, o tej samej średnicy, jaką posiada cylinder, na którym cewka była nawinięta i została wyżarzona. Następnie pomocniczy drut miedziany zostaje usunięty i zastąpiony nitką. W ten sposób przygotowane uzwojenie pokrywa się szlakiem i suszy przy mniej więcej 80°.

Całe uzwojenie jest w gotowym oporze hermetycznie zamknięte. Rys. 7 pokazuje część przekroju oporu razem z prądem i napięciowem doprowadzeniem jednego końca uzwojenia. Dotychczasowe doświadczenia z nowymi oporami BSt okazały się bardzo dobre, nie są jednak wystarczające, żeby wydać ostateczną ocenę o tej konstrukcji.

Dobre jednoohmowe opory normalne zmieniają się wogóle bardzo mało. Zmiany leżą zazwyczaj w granicach najwyższej paru miljonowych na rok, niekiedy jednak zachodzą i większe zmiany. Niedawno były robione próby oceny oporów co do ich stałości przez dokładny pomiar oporów w przeciągu stosunkowo krótkiego czasu. Prób takich jednak nie można uznać za miarodajne.

Swego czasu stwierdzono w BSt<sup>26)</sup>, że opory konstrukcji PTR, szczególnie opory wysokoohmowe, to znaczy nawinięte z cienkiego drutu, nieco się zmieniają pod wpływem wilgoci. Zjawisko to jest przypuszczalnie spowodowane pewną higroskopijnością szlaku, która powoduje małe zmiany jego objętości i wywołuje zmienne naprężenia drutu. Dla uniknięcia tych zmian Rosa skonstruował opory, w których uzwojenie znajduje się w szczelnie zamkniętej osłonie, napełnionej czystym olejem. Tego rodzaju opory mają jednak tę wadę, że trudno jest przy pomiarach najwyższej precyzji dostatecznie dokładnie określić temperaturę uzwojenia. Z tego powodu Otto Wolff wprowadził osłonę oporów wysokoohmowych zapomo-



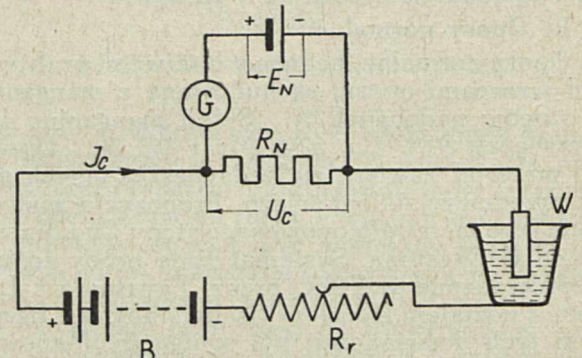
Rys. 7. Opór normalny konstrukcji BSt.

cają cienkościennej, hermetycznie uszczelnionej rurki mosiężnej. Metoda ta została w ostatnich czasach zastosowana również w oporach BSt, o których była mowa wyżej. Dla uniknięcia wpływów zmian wilgotności PTR przechowuje opory w pomieszczeniu o stałej wilgotności powietrza. W naszym klimacie opory do 10 albo nawet 100 ohmów nie wymagają zastosowania szczególnych środków ostrożności ze względu na wpływ wilgoci powietrza.

Porównywanie normalnych oporów między sobą skutecznia się zależnie od wielkości oporów i innych okoliczności zapomocą metod mostkowych Wheatstone'a i Thomsona (Kelvina) i metody kompensacyjnej. Przy pomiarach o tak wysokiej precyzji, jakimi są porównywania oporów normalnych, winny być oczywiście zachowane odpowiednie środki ostrożności w celu uniknięcia błędów. W szczególności opory porównywane powinny posiadać zupełnie określoną temperaturę i w tym celu są umieszczane w kąpielach płynnych. W zasadzie pomiary są dosyć proste, ale osiągnięcie wyników faktycznych pewnych nie jest bynajmniej łatwe. O osiągniętej dokładności bynajmniej nie można jeszcze sądzić na podstawie czułości zastosowanej metody<sup>27)</sup>.

c) **Woltametr srebrowy.**  
Woltametr srebrowy, zapomocą którego jest definiowany międzynarodowy amper, nie jest właściwie wzorcem w normalnym znaczeniu tego słowa. Służy on tylko do określenia wartości siły elektromotorycznej ogni normalnych. Rysunek 8 przedstawia zasadę takiego pomiaru. Prąd, dostarczany przez baterję akumulatorów B, przepływa przez woltametr srebrowy W i normalny opór  $R_N$ . Do zacisków normalnego oporu jest przyłączony obwód kompensacyjny, składający się z normalnego ogniwa o sile elektromotorycznej  $E_N$  i galwanometru G. Natężenie prądu  $I_c$ , przepływającego

przez woltametr i opór normalny, jest tak regulowane zapomocą oporu regulacyjnego  $R_r$ , że galwanometr nie wykazuje odchylenia, to znaczy prąd w obwodzie kompensacyjnym jest zero. Wtedy spadek napięcia  $U_c$  w oporze normalnym równa się sile elektromotorycznej ogniwa normalnego, czyli:



Rys. 8. Określenie SEM ogniwa normalnego.

przez woltametr i opór normalny, jest tak regulowane zapomocą oporu regulacyjnego  $R_r$ , że galwanometr nie wykazuje odchylenia, to znaczy prąd w obwodzie kompensacyjnym jest zero. Wtedy spadek napięcia  $U_c$  w oporze normalnym równa się sile elektromotorycznej ogniwa normalnego, czyli:

<sup>25)</sup> Bureau of Standards stosowało materiał Driver-Harris Co.

<sup>26)</sup> Rosa i Babcock, Electrician 1907, p. 339.

<sup>27)</sup> W Laboratorium Elektrotechnicznym Politechniki Lwowskiej zostało zbudowane urządzenie nowej konstrukcji do bardzo dokładnego porównywania oporów normalnych. Co do tego urządzenia ukaże się w krótkim czasie specjalna publikacja.

$U_c = I_c \cdot R_N = E_N \cdot R_N$  jest znane w ohmach międzynarodowych.  $I_c$  określa się w amperach międzynarodowych z pomiaru masy straconego w woltametrze srebra i czasu elektrolizy. Jeżeli masa straconego srebra w gramach wynosi  $m$ , a czas trwania elektrolizy w sekundach jest  $t$ , to natężenie prądu  $I_c$  w międzynarodowych amperach wynosi:  $m/0,00111800 \cdot t$ , czyli siła elektromotoryczna normalnego ogniwa oblicza się według wzoru:

$$E_N = \frac{R_N \cdot m}{0,00111800 \cdot t} \text{ int. V.}$$

Dla osiągnięcia potrzebnej dokładności przy pomiarze musi być zastosowany szereg pomocniczych przyrządów, i układ w rzeczywistości jest znacznie więcej skomplikowany, niż wyżej omówiony układ zasadniczy. Przeważnie stosuje się kilka woltametrów, połączonych w szereg. Czas jest mierzony zapomocą chronografu. Spadek napięcia na oporze normalnym jest często mierzony pośrednio zapomocą specjalnych aparatów kompensacyjnych. Normalnie stosuje się prąd  $I_c$  o natężeniu około 0,5 A. Czas trwania elektrolizy wynosi około 2 godzin. Dla osiągnięcia wymaganej dokładności masa straconego srebra, która wynosi parę gramów, musi być określona z dokładnością paru setnych miligramu, a czas trwania elektrolizy z dokładnością kilku setnych sekundy.

Woltametr składa się z naczynia platynowego o pojemności około 100 cm<sup>3</sup>, w którym znajduje się anoda z czystego srebra. Elektrolitem jest 20 do 40% -wy roztwór czystego azotanu srebra (AgNO<sub>3</sub>). Dokładne określenie masy straconego srebra nastęrcza duże trudności. Z jednej strony łatwo jest nieuwzględnić małych cząsteczek osadu, które mogą zaginać przy płukaniu osadzonego na tyglu srebra, z drugiej strony mogą przy rozpuszczaniu się anody dostać się do osadu cząsteczki anody, nie będące właściwym osadem elektrolitycznym. Żeby zapobiec opadaniu takich cząsteczek do naczynia platynowego, między anodą i katodą są umieszczane specjalne przegródki.

Rysunki 9, 10 i 11 przedstawiają niektóre, najczęściej używane konstrukcje woltametrów srebrowych. Na wszystkich rysunkach K oznacza platynową katodę, A srebrną anodę, a P wymienioną przegródkę.

Rysunek 9 wyobraża woltametr Kohlrauscha (PTR). Przy tej konstrukcji przegródą P jest płaskie, otwarte zgóry szklane naczyniکو, zawieszone za-

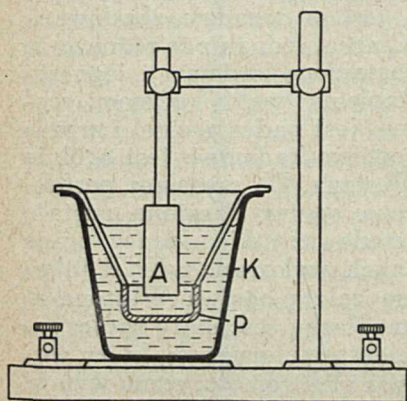
pomocą trzech szklanych ramion na brzegu platynowego naczynia K. Odmianą woltametrу Kohlrauscha jest woltametr Smitha (NPL), który wyobraża rysunek 10. Przy tej konstrukcji płaskie naczyniکو szklane jest umocowane zapomocą drażka szklanego, przytwierdzonego do środka dna naczyniکا. Poniekąd przedłużeniem bocznych ścianek tego szklanego naczynia jest szklany cylinder P<sub>1</sub>, który podczas trwania elektrolizy jest podniesiony tak, jak to jest pokazane na rysunku. Po zakończeniu elektrolizy cylinder P<sub>1</sub> zostaje opuszczony na naczynie P. W ten sposób zapobiega się dostaniu się na powierzchnię katodowego naczynia K lekkich cząsteczek, które się wydzieliły z anody i pływają na powierzchni elektrolitu wewnątrz cylindra P<sub>1</sub>. W woltametrze Richards'a (rysunek 11) przegródą jest cylinder z porowatej, czystej porcelany.

Niekiedy było stosowane jako przegródą owijanie anody papierem do filtrowania i t. p. Okazało się jednak, że obecność tego rodzaju organicznych substancji powoduje znaczne zwiększenie osadu srebra. Z tego powodu nie stosuje się obecnie takich przegród. Wydaje się, że jedynie bardzo czysty jedwab może być stosowany do owijania anody.

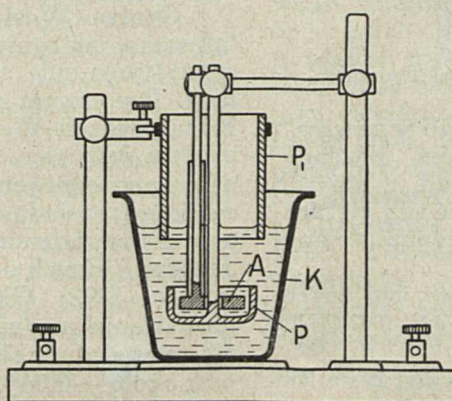
Wpływ konstrukcji woltametrу na wyniki pomiaru był niejednokrotnie badany. Dla pokazania, ile pracy poświęcono tego rodzaju badaniom, są poniżej przytoczone rezultaty wykonanych w roku 1910 przez Rosa, Vinal i McDaniel w BSt pomiarów z woltametrami różnej konstrukcji.

Ilość pomiarów	Konstrukcja woltametrу	Wartość siły elektromotorycznej normalnego ogniwa
32	Smith, duży model	1,01826 <sub>3</sub>
21	Smith, średni model	1,01827 <sub>3</sub>
2	Smith, mały model	1,01830 <sub>4</sub>
47	Richards, duży model	1,01826 <sub>9</sub>
22	Richards, średni model	1,01824 <sub>4</sub>
87	Richards, mały model	1,01826 <sub>6</sub>
6	Syfonowy model	1,01832 <sub>4</sub>
7	inny syfonowy model	1,01829 <sub>7</sub>
9	Kohlrauscha	1,01829 <sub>7</sub>

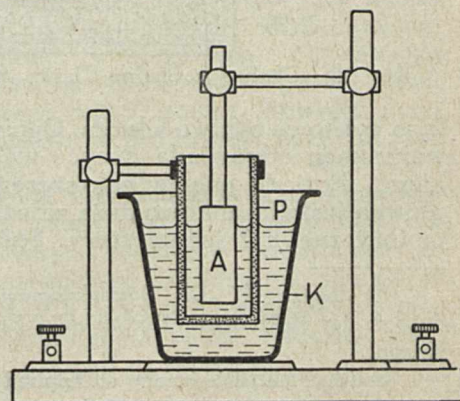
Dla uniknięcia nieporozumień wydaje się pożytecznym podkreślenie i na tem miejscu, że wol-



Rys. 9. Woltametr Kohlrauscha.



Rys. 10. Woltametr Smith'a.



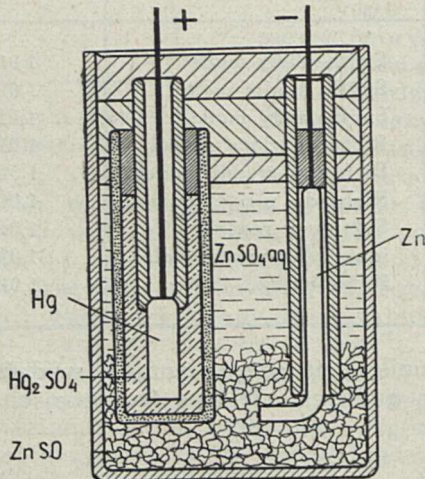
Rys. 11. Woltametr Richards'a.

tametr srebrowy, używany obecnie wyłącznie do określania wartości siły elektromotorycznej ogni normalnych, nie wchodzi w rachubę bezpośrednio do pomiaru natężenia prądu.

#### d) Ogniwa normalne <sup>28)</sup>.

Ogniwo normalne jest w praktyce obok normalnych oporów wzorcem najważniejszym. Głównymi warunkami, jakim ma odpowiadać dobre ogniwo normalne są: 1) niezmiennosc siły elektromotorycznej w czasie; 2) mała zależność siły elektromotorycznej od temperatury. Ważnym jest również, żeby ogniwo, które było obciążone prądem, możliwie natychmiast po zaniknięciu prądu miało znow swą normalną wartość siły elektromotorycznej, czyli żeby ogniwo możliwie mało się polaryzowało. Dawniej jako podstawowy warunek była uważana możliwość odtwarzania ogniwa, t. zn. zbudowania ogniwa o zupełnie określonej sile elektromotorycznej na podstawie określonych przepisów. Dziś ten warunek właściwie nie odgrywa większej roli. Ogniwa Westona dają się jednak zbudować według określonych przepisów tak, że ich siła elektromotoryczna z dokładnością kilku milionowych odpowiada wartości normalnej. Z tego powodu podczas Konferencji Londyńskiej w 1908 r. było nawet proponowane, aby jako drugi podstawowy wzorzec dla jednostek międzynarodowych przyjąć zamiast woltamtru srebrowego ogniwo normalne Westona. Ze względu na stosunkowo skomplikowane przebiegi chemiczne w ogniwie normalnym propozycja ta nie została jednak przyjęta.

Za dawnych czasów były robione próby zastosowania różnego rodzaju ogni normalnych. Pierwszym ogniwem, które się okazało zdatne jako normalne ogniwo przy dokładnych pomiarach,

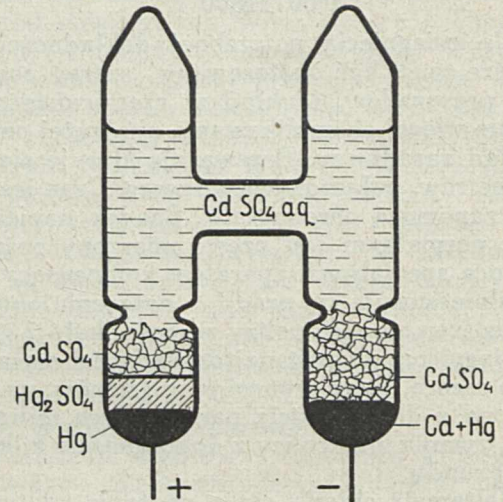


Rys. 12. Ogniwo normalne Clarka, model Feussnera.

było cynkowe ogniwo Clarka. Ogniwo to w pewnych warunkach odpowiada dosyć wysokim wymaganiom. Posiada ono jednak szereg wad, z których główną jest stosunkowo duża zależność siły elektromotorycznej od temperatury. Współczynnik tempe-

ratury wynosi około  $-0,8\text{‰}$  (siła elektromotoryczna wynosi przy temperaturze pokojowej około 1,43 V i spada mniej więcej o 1,2 mV czyli 1200  $\mu\text{V}$  przy podniesieniu się temperatury o 1°).

Dalszą wadą ogniwa Clarka, związaną ponieważ z wysokim współczynnikiem temperatury, jest rodzaj histerezy termicznej (Anglicy nazywają zjawisko to *lag*). Ujawnia się ona w ten sposób, że przy zmianach temperatury siła elektromotoryczna bardzo powoli osiąga wartość, odpowiadającą stanowi ustaleniemu przy nowej wartości temperatury.



Rys. 13. Ogniwo normalne Westona.

Skład ogniwa Clarka jest w zasadzie następujący: Dodatnią elektrodę tworzy rtęć, którą otacza jako depolaryzator siarczan rtęci (Hg<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Ujemną elektrodą jest cynk względnie amalgamat cynku. Elektrolitem jest nasycony roztwór siarczanu cynku (ZnSO<sub>4</sub>). W praktyce były używane różne modele ogni Clarka. Bardzo rozpowszechnioną była konstrukcja Feussnera, którą schematycznie przedstawia rys. 12-ty. W tym wykonaniu był wbudowany w ogniwo na stałe termometr, który w ogniwie Clarka odgrywa dużą rolę. Rozpowszechniony był również nadany ogniwo przez lorda Rayleigh kształt litery H. Ten kształt jest obecnie stosowany prawie jedynie przy ogniwie Westona (rys. 13). Obecnie ogniwo Clarka prawie zupełnie nie jest używane i zostało zastąpione ogniwem Westona. Nie jest jednak wykluczone, że w pewnych warunkach i ogniwo Clarka będzie miało jeszcze praktyczne znaczenie.

Ogniwo Westona jest w zasadzie zbudowane tak samo, jak ogniwo Clarka, jednak z tą różnicą, że cynk i jego sole są zastąpione kadmem i jego solami. Propozycja zastąpienia cynku kadmem, zrobiona przez E. Westona, jest nader ważną, i zrozumiałym jest więc, że ogniwo kadmowe jest ogólnie nazywane ogniwem Westona. Do wysokiej perfekcji, którą posiada obecnie ogniwo Westona, zostało ono doprowadzone przede wszystkim przez prace Jaegera i innych uczonych, wykonane w PTR (około roku 1893). Główną zaletą ogniwa Westona w porównaniu z ogniwem Clarka jest mały współczynnik temperatury siły elektromotorycznej, który wynosi około  $-0,04\text{‰}$  (siła elektromotoryczna wynosi przy temperaturze pokojowej około 1,02 V i spada mniej więcej o 0,04 mV, czyli 40  $\mu\text{V}$  przy podniesie-

<sup>28)</sup> Jaeger, W. „Die Normalelemente und ihre Anwendung in der elektrischen Messtechnik“ Halle a S. 1902 (Wilh. Knapp).

Smith, F. E., Dictionary of Applied Physics, 2, str. 260.

Steinwehr, H. v., „Piles Etalons“, Congrès International D'Electricité Paris 1932, 2 Section, Rapport Nr. 7.

niu się temperatury o 1°). Spółczynnik temperatury ogniwa Westona jest więc dwadzieścia razy mniejszy od tegoż współczynnika ogniwa Clarka.

Na rys. 13-ym jest schematycznie pokazana obecnie najczęściej używana budowa ogniwa Westona. Szklane naczynie składa się z dwóch pionowych rurek, połączonych poziomą poprzeczką. Jako doprowadzenia do elektrod służą wlutowane w dna rurek druciki platynowe. Elektrode dodatnią tworzy rtęć, nad którą znajduje się jako depolaryzator siarczan rtęci  $Hg_2SO_4$  w formie „pasty”, która się składa z rozdrobnionych kryształów  $Hg_2SO_4$  i siarczanu kadmu  $CdSO_4 + 8/3 H_2O$ . Elektrode ujemną tworzy kadm w postaci amalgamatu kadmu. Nad nią znajduje się warstwa kryształów  $CdSO_4 + 8/3 H_2O$ . Elektrolitem jest roztwór  $CdSO_4$ , który jest stale nasycony, gdyż ogniwo zawiera nadmiar kryształów  $CdSO_4$ . Górne końce obu rurek są zatopione, t. zn. ogniwo jest zupełnie hermetycznie zamknięte.

Zbudowane w należyty sposób ogniwo Westona posiada przy 20°, jak już było wyżej powiedziane, siłę elektromotoryczną  $E_{20} = 1,01830$  int. V. Jednak poszczególne egzemplarze nawet bardzo starannie wykonanych ogniw są zawsze nieco różne, i dlatego dla otrzymania zupełnie pewnych wartości siły elektromotorycznej należy rozporządzać dużą ilością ogniw. Dopiero średnia wartość siły elektromotorycznej poszczególnych ogniw takiej większej grupy może być uważana za miarodajną. Zresztą praktycznie sprawa przedstawia się w ten sposób, że mniej ważnym jest, żeby ogniwa posiadały zupełnie określoną wartość siły elektromotorycznej, niż to, żeby siła elektromotoryczna w pewnych określonych warunkach (temperatura) była wartością możliwie stałą. W każdym razie jednak siła elektromotoryczna miarodajnych ogniw musi być od czasu do czasu kontrolowana, gdyż nigdy nie jest wykluczone, że uległa ona zmianie. Tak na przykład siła elektromotoryczna (średnia wartość) miarodajnych ogniw PTR okazała się w r. 1930 ok. 80  $\mu V$  mniejszą od wartości normalnej (rys. 3). Należy również uwzględnić, że obecnie często są stosowane ogniwa o składzie nieco odmiennym, niż został ustalony na Konferencji w Londynie. Według specyfikacji londyńskiej elektrolit w ogniwie ma być obojętny. Obecnie często jest jednak stosowany elektrolit słabo zakwaszony kwasem siarkowym (dodaje się do 10 g  $H_2SO_4$  na litr elektrolitu). Takie kwaśne ogniwa mają nieco mniejszą siłę elektromotoryczną ( $E_{20}$  przy maksymalnym używaniu zakwaszeniu wynosi niewiele więcej 1,0182 int. V t. zn. o 100  $\mu V$  mniej, niż w ogniwie obojętnym). Zależność siły elektromotorycznej ogniwa Westona od temperatury jest tak mała, że nawet przy stosunkowo dokładnych pomiarach temperatury ogniwa albo zupełnie nie potrzeba uwzględniać, albo tylko stosunkowo niedokładnie. Przy pomiarach najwyższej precyzji zależność siły elektromotorycznej ogniwa od temperatury uwzględnia się według dokładnych wzorów<sup>29)</sup>. Najczęściej jest używany wzór, opracowany w BSt i przyjęty jako miarodajny przez Konferencję Londyńską. Według

tego wzoru siła elektromotoryczna  $E_t$  przy temperaturze  $t$  wynosi:

$$E_t = E_{20} - 40,6 \cdot 10^{-6} (t - 20) - 0,95 \cdot 10^{-6} (t - 20)^2 + 0,1 \cdot 10^{-6} (t - 20)^3.$$

Za mało jest uwzględniany przy pomiarach fakt, że mały współczynnik temperatury ogniwa Westona nie wyklucza jednak powstania większych błędów, zależnych od temperatury ogniwa. Małym jest tylko współczynnik temperatury całego ogniwa, każda z elektrod posiada natomiast stosunkowo bardzo duży współczynnik temperatury. Współczynnik ten wynosi dla elektrody dodatniej około + 310  $\mu V$  na 1°, dla elektrody ujemnej około - 350  $\mu V$  na 1°. Suma obu współczynników jest współczynnikiem całego ogniwa (około - 40  $\mu V$ ). Z tego wynika, że 0,1° różnicy w temperaturze obu elektrod wywołuje zmianę siły elektromotorycznej prawie taką samą, jak zmiana temperatury całego ogniwa o 1°, i zmiana ta może zależnie od tego, która elektroda ma wyższą temperaturę, być zarówno dodatnia, jak i ujemna. Z tego widać, że dokładny pomiar temperatury całego ogniwa może być zupełnie iluzoryczny. Nader ważnym jest więc, żeby obie elektrody miały temperaturę jednakową. Z tego powodu, jak również wogóle dla dokładnego ustalenia temperatury, ogniwa, używane przy pomiarach wysokiej precyzji, są umieszczane w kąpielach płynnych. Ogniwa, używane przy normalnych pomiarach laboratoryjnych i wyrabiane przez różne firmy, na ogół nie dają dostatecznej gwarancji, że w warunkach, w których są używane, nie mogą w nich powstać różnice temperatur obu elektrod. Drugim zjawiskiem, również zamało uwzględnianym i dotychczas niedokładnie wyjaśnionym, jest zjawisko histerezy siły elektromotorycznej, występujące w ogniwach Westona przy zmianach temperatury, co prawda w znacznie mniejszym stopniu, niż w ogniwie Clarka. W każdym razie dla osiągnięcia najwyższej dokładności jest nader nader, żeby temperatura ogniw zmieniała się nader powoli. Warunkowi temu naogół nie odpowiadają nawet najlepsze używane urządzenia. Zagadnienie to zostało rozwiązane zarówno dla ogniw, będących wzorcem podstawowym, jak i dla ogniw użytkowych w Laboratorium Elektrotechnicznym Politechniki Lwowskiej w sposób zupełnie specjalny, o którym będzie mowa na innym miejscu.

Budowa ogniw Westona, odpowiadających wszelkim wymaganiom, jest połączona z dużymi trudnościami, w szczególności winny być stosowane składniki chemiczne, które nie tylko muszą być bardzo czyste, lecz i pod innymi względami odpowiadać specjalnym wymaganiom. Przykładem tego może być fakt, że stosowany kadm nie powinien zawierać nawet 0,01% cynku. Również i gatunek szkła, z którego są zbudowane naczynia, nie może być dowolny<sup>30)</sup>.

Niekiedy ogniwa Westona są wykonywane nieco odmiennie, niż wyżej zostało opisane. Tak np. firma Weston stosuje specjalne urządzenia do utrzymania poszczególnych składników ogniwa w określonej pozycji. Ma to na celu zmniejszenie niebezpieczeństwa uszkodzenia ogniw podczas tran-

<sup>29)</sup> Wolff, F., Bull. Bur. Stand. 5, (1908) 309.

Vigoureux, P. i Watts, S. Proceedings of the Physical Society 45, (1933), p. 172.

<sup>30)</sup> W BSt były niedawno przeprowadzone specjalne badania, dotyczące tej kwestji; Vinal, G. W. i Langhorne Howard M. Bur. Stand. J. Res. t. 11, Sierpień 1933. Nr. 2, str. 255.

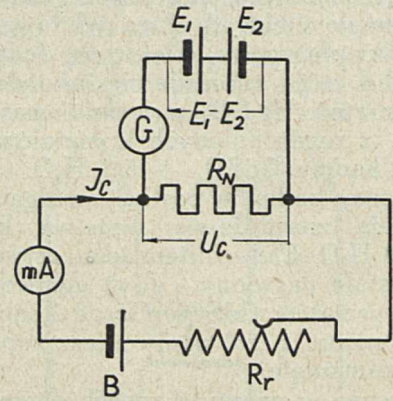
sportu. Ogniwa firmy Weston są oprócz tego niezatopione, lecz zamknięte korkiem i zalane. Doświadczenie pokazuje jednak, że w ogniwach tego rodzaju siła elektromotoryczna czasem dosyć silnie się zmienia.

Oprócz „międzynarodowych“ ogniw Westona, o których była mowa dotychczas, firma Weston wprowadziła w użycie pod nazwą „Weston Standard Element“ ogniwa, nie zawierające kryształów  $CdSO_4$ . Z tego powodu zawartość  $CdSO_4$  w elektrolicie przy temperaturach użytkowych się nie zmienia, i siła elektromotoryczna ogniwa jest praktycznie zupełnie niezależna od temperatury. Ogniwa te są jednak pod innymi względami mniej pewne od ogniw „międzynarodowych“. Z wymienionych powodów lepiej jest stosować w praktyce ogniwa podobnej budowy, jaka jest stosowana przez BSt, NPL, PTR i inne podobne instytucje.

Ogniwa normalne o zwykle używanej konstrukcji mogą być obciążane tylko bardzo słabym prądem. Z tego powodu stosuje się w praktyce pomiarowej ogniwa normalne jedynie w układach kompensacyjnych. Zastosowanie w innych układach nie ma chociażby dlatego naogół racji bytu, że opór wewnętrzny ogniwa normalnych jest bardzo duży (100 do 2000 ohmów) i dlatego już przy bardzo małych natężeniach prądu napięcie znacznie różni się od siły elektromotorycznej.

Porównanie ogniw normalnych wykonuje się albo zapomocą znanych przyrządów kompensacyjnych, albo w specjalnych do tego celu dostosowanych układach. Najlepszą metodą jest bezwątpienia łączenie dwóch ogniw przeciwko sobie i mierzenie różnicy sił elektromotorycznych. Najwygodniej jest przy bardzo dokładnych porównaniach mierzyć te różnice w układzie, schematycznie przedstawionym na rys. 14-ym.

Różnica sił elektromotorycznych  $E_1 - E_2$ , porównywanych między sobą ogniw, jest skompensowana przez spadek napięcia  $U_c$  na zaciskach oporu normalnego  $R_N$ , przez który przepływa prąd kompensacyjny  $I_c$ , regulowany przez opór  $R_r$ . Natężenie  $I_c$  prądu kompensacyjnego mierzy się zapomocą do-



Rys. 14.

kładnego amperomierza na prąd stały. Opisana metoda jest stosowana przez autora niniejszej pracy od przeszło 15 lat, jest jednak widocznie mało znana, gdyż dopiero niedawno została ogłoszona jako nowa przez P. Vigoureux NPL<sup>31)</sup>. Należy jednak zaznaczyć, że dla osiągnięcia pewnych wyników musi być zastosowany szereg środków ostrożności, o których będzie mowa w innej pracy autora.

<sup>31)</sup> Podobna metoda jest zresztą opisana w broszurze firmy Weston z r. 1915.

Urządzenie BSt, w którym jest zastosowana ta sama zasada, zostało niedawno ogłoszone: Brooks, H. B. Bur. Stand. J. Res. 11 Nr. 2 (1933) str. 211.

(Dok. n.).

## OBLICZANIE PRĄDÓW ZWARCIA W SIECIACH TRÓJFAZOWYCH.

Inż. Jerzy Fridlender.  
(Dokończenie).

### Prąd zwarcia w obwodzie elementarnym.

Weźmiemy pod uwagę obwód, złożony z alternatora, zasilającego za pośrednictwem transformatora sieć otwartą; SEM  $E$  równa się więc napięciu fazowemu w punkcie uszkodzenia przed zwarciem. Impedancje: dodatnia, ujemna i zero-owa, równe są sumie impedancji tych samych kategorii, alternatora, transformatora i linii, doprowadzonych do tego samego napięcia.

1) Zwarcie z ziemią przy uziemionym punkcie zerowym źródła prądu (rys. 7).

- Faza a:  $V_a = 0$
- „ b:  $J_b = 0$
- „ c:  $J_c = 0$

Otrzymujemy równania:

$$\begin{aligned} E_a - Z_1 J_1 - Z_2 J_2 - Z_0 J_0 &= 0 \\ J_0 + a^2 J_1 + a J_2 &= 0 \\ J_0 + a J_1 + a^2 J_2 &= 0 \end{aligned}$$

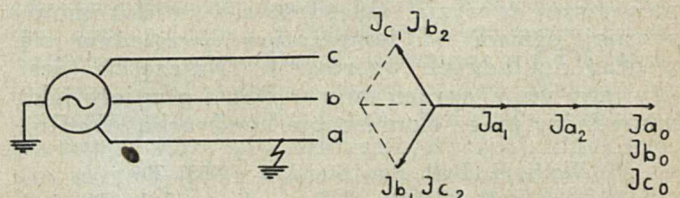
Rozwiązując powyższy układ, otrzymujemy:

$$J_0 = J_2 = J_1 = \frac{V}{Z_1 + Z_2 + Z_0}$$

prąd całkowity w fazie a:

$$J_a = \frac{3E}{Z_1 + Z_2 + Z_0} \dots (11)$$

Wprowadzając spadek napięcia na impedan-



Rys. 7.

Rys. 8.



ciach  $Z_{1,2,0}$  wywołany prądem  $J_n$ , wyrażony w % normalnego napięcia, czyli:

$$[Z_{1,2,0}] = \frac{Z_{1,2,0} \cdot J_n \cdot 100}{E} \%$$

możemy wzór (11) pisać w formie następującej:

$$J_a = \frac{300 J_n}{[Z_1] + [Z_2] + [Z_0]} \dots (11a)$$

Na rys. 8 przedstawiony jest wykres wektorowy prądów w poszczególnych fazach.

Zwarcie dwufazowe (rys. 9)  $V_a = V_b, J_c = 0$ . Otrzymujemy równania następujące:

$$\begin{aligned} J_c &= aJ_1 + a^2J_2 + J_0 = 0 \\ E_a - Z_1J_1 - Z_2J_2 - Z_0J_0 &= E_b - a^2Z_1J_1 - aZ_2J_2 - Z_0J_0 \\ J_a &= -J_b. \end{aligned}$$

Rozwiązując, otrzymujemy:

$$J_a = \frac{E_a(1 - a^2)}{Z_1 + Z_2} \dots (12)$$

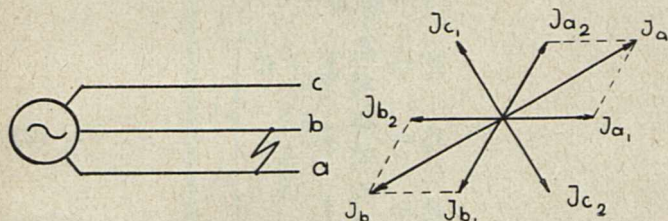
lub, dla  $Z$  wyrażonych w %:

$$J_a = \frac{100 J_n (1 - a^2)}{[Z_1] + [Z_2]} \dots (12a)$$

Wartość skuteczna prądu:

$$J_a = \frac{E_a \sqrt{3}}{Z_1 + Z_2} \dots (13)$$

Prądy, płynące w poszczególnych fazach, i rozkład ich na składowe symetryczne podaje odpowiedni wykres (rys. 10).



Rys. 9.

Rys. 10.

3) Zwarcie dwufazowe z ziemią przy uziemionym punkcie zerowym źródła prądu (rys. 11)

- Faza a:  $V_a = 0$
- " b:  $V_b = 0$
- " c:  $J_c = 0$

Otrzymujemy równania:

$$\begin{aligned} E_a - Z_1J_1 - Z_2J_2 - Z_0J_0 &= 0 \\ E_b - a^2Z_1J_1 - aZ_2J_2 - Z_0J_0 &= 0 \\ aJ_1 + a^2J_2 + J_0 &= 0. \end{aligned}$$

Prąd w fazie a:

$$J_a = \frac{Z_2(1 - a) + Z_0(1 - a^2)}{Z_1Z_2 + Z_1Z_0 + Z_2Z_0} \dots (14)$$

Wartość skuteczna prądu:

$$J = \frac{E \sqrt{3}}{Z_1Z_2 + Z_1Z_0 + Z_2Z_0} \sqrt{Z_2^2 + Z_0Z_2 - Z_0^2} \dots (14a)$$

4) Zwarcie trójfazowe (rys. 12)  $V_a = V_b = V_c$ ;

$$\begin{aligned} V_a &= E_a - Z_1J_1 - Z_2J_2 - Z_0J_0; \\ V_b &= E_b - a^2Z_1J_1 - aZ_2J_2 - Z_0J_0; \\ V_c &= E_c - aZ_1J_1 - a^2Z_2J_2 - Z_0J_0; \end{aligned}$$

Stąd:

$$J_2 = J_0 = 0; J_1 = J_a = \frac{E_a}{Z_1} \dots (15)$$

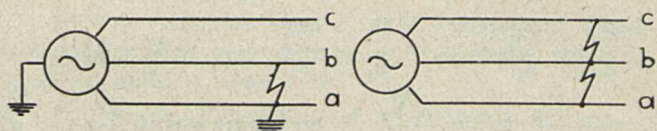
lub gdy  $Z$  wyrażone w %:

$$J_a = \frac{100 J_n}{Z_1} \dots (15a)$$

Wartość skuteczna prądu:

$$J_a = \frac{E}{Z_1} = J_b = J_c.$$

Zwarcie trójfazowe z ziemią przy uziemionym punkcie zerowym źródła prądu, daje wyniki identyczne.



Rys. 11.

Rys. 12.

Biorąc pod uwagę, że dla prądu zwarcia stałego impedancje  $Z_2$  i  $Z_0$  są małe w porównaniu z  $Z_1$ , możemy w przybliżeniu powiedzieć, iż: prąd zwarcia trójfazowego jest  $\sqrt{3}$  razy mniejszy od prądu zwarcia dwufazowego i prawie 3 razy uderzeniowego, biorąc w przybliżeniu  $Z_1 = Z_2$  i pomijając  $Z_0$ , otrzymujemy: prąd zwarcia dwuf. jest prawie równy prądowi zwarcia trójf., a prąd zwarcia z ziemią jest prawie równy 1,5 prądu zwarcia trójf. Wyniki doświadczeń potwierdzają powyższe przypuszczenia (patrz uzupełnienie).

### Sieci złożone.

Weźmy pod uwagę sieć, utworzoną z  $n$  obwodów, schodzących się w jednym punkcie. Oznaczmy przez:

- $E_a, E_a', E_a'', \dots$  SEM działające w poszczególnych obwodach,
- $Z_1, Z_1', Z_1'', \dots$  składowe dodatnie impedancji poszczególnych obwodów,
- $Z_2, Z_2', Z_2'', \dots$  składowe ujemne impedancji poszczególnych obwodów,
- $Z_0, Z_0', Z_0'', \dots$  składowe zerowe impedancji poszczególnych obwodów,
- $J_a$  — całkowity prąd zwarcia w fazie a, którego składowe symetryczne są

$$\begin{aligned} J_1 &= i_1 + i_1' + i_1'' \dots \\ J_2 &= i_2 + i_2' + i_2'' \dots \\ J_0 &= i_0 + i_0' + i_0'' \dots \end{aligned}$$

Równania (7), zastosowane do wspólnego punktu  $n$  obwodów, dają:

$$\left. \begin{aligned} V_1 &= E_a - z_1 i_1 = E_a' - z_1' i_1' = \dots \\ V_2 &= -z_2 i_2 = -z_2' i_2' = \dots \\ V_0 &= -z_0 i_0 = -z_0' i_0' = \dots \end{aligned} \right\} \dots (16)$$

gdzie  $V_1, V_2, V_0$ , są to składowe napięcia  $V$  we wspólnym punkcie  $n$  obwodów.

Oznaczmy dalej:

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{Z_1} &= \frac{1}{z_1} + \frac{1}{z_1'} + \frac{1}{z_1''} + \dots \\ \frac{1}{Z_2} &= \frac{1}{z_2} + \frac{1}{z_2'} + \frac{1}{z_2''} + \dots \\ \frac{1}{Z_0} &= \frac{1}{z_0} + \frac{1}{z_0'} + \frac{1}{z_0''} + \dots \end{aligned} \right\} \quad (17)$$

Impedancje  $Z_1, Z_2, Z_0$ , w powyższy sposób wyznaczone, są wypadkowymi impedancjami  $z_1, z_1', z_1'', \dots, z_2, z_2', z_2'', \dots, z_0, z_0', z_0'', \dots$ , połączonych równolegle. Równania (16) przekształcimy więc w sposób następujący:

$$\begin{aligned} \frac{E_a}{z_1} &= \frac{V_1}{z_1} + i_1, & \frac{E_a'}{z_1'} &= \frac{V_1}{z_1'} + i_1', \dots \\ \frac{E_a}{z_1} + \frac{E_a'}{z_1'} + \dots &= \frac{V_1}{z_1} + \frac{V_1}{z_1'} + \dots + i_1 + i_1' + \dots \\ i_2 &= -\frac{V_2}{z_2}, & i_2' &= -\frac{V_2}{z_2'}, \dots \text{ po zsumowaniu: } J_2 = -\frac{V_2}{Z_2} \end{aligned}$$

Ostatecznie możemy napisać:

$$\left. \begin{aligned} V_1 + Z_1 J_1 &= Z_1 \left( \frac{E_a}{z_1} + \frac{E_a'}{z_1'} + \frac{E_a''}{z_1''} + \dots \right) \\ V_2 &= -Z_2 J_2 \\ V_0 &= -Z_0 J_0 \end{aligned} \right\} \quad (18)$$

Porównując otrzymane równania z grupą równań (7), widzimy zupełną analogię; wobec tego możemy powiedzieć, że: sieć, utworzona z  $n$  obwodów zasilających lub odbiorczych, skupionych w jednym punkcie, może być zastąpiona przez obwód elementarny, którego SEM  $E$  wynosi:

$$E = Z_1 \left( \frac{E_a}{z_1} + \frac{E_a'}{z_1'} + \dots \right) \quad (18a)$$

a składowe symetryczne impedancji są:  $Z_1, Z_2, Z_0$ , oznaczone w sposób wyżej podany.

Składowe prądu zwarcia, płynącego w jakimkolwiek z  $n$  obwodów, którego impedancja ma składowe  $z_1^k, z_2^k, z_0^k$ , a fazowa SEM =  $E_a^k$ , obliczamy w sposób następujący:

$$\begin{aligned} i_1^k z_1^k &= E_a^k - V_1 = E_a^k - (E - Z_1 J_1) \\ -i_2^k z_2^k &= V_2 = -Z_2 J_2 \\ -i_0^k z_0^k &= V_0 = -Z_0 J_0 \end{aligned}$$

stąd:

$$\left. \begin{aligned} i_1^k &= \frac{E_a^k - E}{z_1^k} + \frac{Z_1}{z_1^k} J_1 \\ i_2^k &= \frac{Z_2}{z_2^k} J_2 \\ i_0^k &= \frac{Z_0}{z_0^k} J_0 \end{aligned} \right\} \quad (19)$$

Założmy, że wartości impedancji sieci nie ulegają zmianie po zwarcia (Jest to prawie słuszne dla zwarć uderzeniowych, natomiast dla zwarć stałych, zwłaszcza gdy odbiornikami są silniki asynchroniczne, założenie to da wyniki już mniej przybliżone).

Oznaczmy przez  $i_n, i_n', \dots$  prądy, dostarczane lub pobierane przez rozmaite gałęzie sieci przed zwarcia; widzieliśmy już, że:

$$\begin{aligned} E_a &= U \pm i_n z_1 \\ E_a' &= U \pm i_n' z_1' \text{ i t. d.} \end{aligned}$$

gdzie  $U$  — napięcie fazowe punktu rozważanego przed zwarcia. Wobec tego równanie (18a) możemy napisać w innej formie:

$$E = Z_1 \left[ U \left( \frac{1}{z_1} + \frac{1}{z_1'} + \dots \right) \pm i_n \pm i_n' \pm \dots \right] \quad (20)$$

$Z_1$  oznacza składową dodatnią impedancji wypadkowej wszystkich gałęzi sieci i obejmuje: z jednej strony skł. dod. impedancji wypadkowej wszystkich źródeł prądu i z drugiej — skł. dod. impedancji wypadkowej  $Z_{1od}$  wszystkich odbiorników:

$$\frac{1}{Z_1} = \frac{1}{z_1} + \frac{1}{z_1'} + \dots + \frac{1}{Z_{1od}}$$

Biorąc pod uwagę założenie o zachowaniu impedancji:

$$\pm i_n \pm i_n' + \dots = \frac{U}{Z_{1od}}$$

możemy napisać:

$$E = Z_1 \left[ U \left( \frac{1}{z_1} + \frac{1}{z_1'} + \dots \right) + \frac{U}{Z_{1od}} \right] = U; \quad (21)$$

Równania (18) i (19) przekształcają się więc w sposób następujący:

$$\left. \begin{aligned} V_1 + Z_1 J_1 &= U \\ V_2 + Z_2 J_2 &= 0 \\ V_0 + Z_0 J_0 &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (22)$$

$$\left. \begin{aligned} i_1^k &= \frac{Z_1}{z_1^k} J_1 + i_n^k \\ i_2^k &= \frac{Z_2}{z_2^k} J_2 \\ i_0^k &= \frac{Z_0}{z_0^k} J_0 \end{aligned} \right\} \quad (23)$$

Reasumując, możemy powiedzieć:

całkowity prąd zwarcia w sieci równa się prądowi, jaki dostarczałby jeden alternator, którego SEM równa się napięciu normalnemu sieci w punkcie zwarcia i składowe impedancji którego równe są składowym impedancji wszystkich generatorów i odbiorników, połączonych równolegle.

Prąd zwarcia w każdej gałęzi sieci oblicza się w ten sposób, że do prądu zwarcia, obliczonego przy założeniu sieci w stanie jałowym, dodaje się prąd, płynący w tej gałęzi przed zwarcia.

Jeżeli więc mamy obliczyć prąd zwarcia w sieci o dowolnie złożonej konfiguracji, postępujemy w sposób następujący.

Całą sieć rozważamy, jako szereg gałęzi połączonych równolegle, skupiających się w punkcie zwarcia. Następnie obliczamy kolejno impedancje wypadkową sieci dla składowych: dodatniej, ujemnej i zerowej. Oczywiście schemat sieci dla obliczenia impedancji wypadkowej ujemnej różni się od schematu sieci dla obliczenia impedancji wypadkowej dodatniej tylko wartościami impedancji poszczególnych elementów (alternatory). Natomiast schemat sieci dla obliczenia wypadkowej impedancji zerowej

obejmuje jedynie te elementy sieci, które zawarte są między punktem zwarcia i uziemionymi punktami sieci.

Mając obliczone impedancje wypadkowe  $Z_{11}$ ,  $Z_{21}$ ,  $Z_{01}$ , obliczamy na podstawie wzorów (18) lub (22) w połączeniu z wzorami (11), (12), (14) i (15) stały lub uderzeniowy prąd zwarcia jedno, dwu, i trójfazowego.

Na podstawie wzorów (19) lub (23) obliczamy prądy zwarcia w poszczególnych gałęziach.

Uwzględniając składową stałą prądu zwarcia, amortyzującą się po upływie paru okresów, max. wartość której wynosi 0,73 amplitudy składowej zmiennej, otrzymujemy wartość max. prądu uderzeniowego (w pierwszym pół-okresie), równą:

$$J_{max} = J_{sk} \sqrt{2} + 0,73 J_{sk} \sqrt{2} = 1,73 J_{sk} \sqrt{2}$$

Amerykanie metodę powyższą o tyle jeszcze upraszczają, że pomijają prąd obciążenia, rozpatrując sieć w stanie jałowym; obliczeń dokonywują przytem na t. zw. stołach zwarc (short-circuit table), uwalniających od żmudnych niekiedy przekształceń rachunkowych.

*Uzupełnienie.*

Obliczenie impedancji  $Z_1$ ,  $Z_2$ ,  $Z_0$ , dla maszyn synchronicznych.

Wyznaczamy eksperymentalnie prądy zwarcia jedno, dwu i trójfazowego w funkcji wzbudzenia. Jeżeli przez  $J_1$ ,  $J_2$ ,  $J_3$ , oznaczymy prądy zwarcia, odpowiadające temu samemu wzbudzeniu, to na podstawie równań (11), (13) i (15) możemy napisać:

$$J_1 = \frac{3E}{Z_1 + Z_2 + Z_0}$$

$$J_2 = \frac{E\sqrt{3}}{Z_1 + Z_2}$$

$$J_3 = \frac{E}{Z_1}$$

Niech:

$$J_2 = kJ_3, \text{ oraz } J_1 = k'J_3$$

Wtedy:

$$Z_1 + Z_2 = \frac{Z_1\sqrt{3}}{k}$$

i  $3Z_1 = (Z_1 + Z_0 + Z_2)k'$

Stąd otrzymujemy zależność:

$$Z_2 = Z_1 \left( \frac{\sqrt{3}}{k} - 1 \right)$$

$$Z_0 = Z_1 \left( \frac{3}{k'} - 1 \right) - Z_2$$

Wyniki średnie z szeregu badań podane są w poniższej tablicy:

	$k$	$k'$	$Z_1$	$Z_2$	$Z_0$
Reaktancja dla:					
prądu uderzeniowego . .	1	1,5	1	0,73	0,27
prądu stałego: maszyny z magnesnicą walcową	1,5	2,5	1	0,15	0,05
maszyny z bieg. wystającymi . . . . .	1,28	2	1	0,35	0,15

BIBLIJOGRAFJA.

- Fortescue: Method of of symmetrical coordinates applied to the solution of polyphase networks. Trans. of. AIEE. r. 1918, t. 37.
- Lewis: Calculation of short-circuit currents in alternating current systems. Gen. El. Rev. 1919, str. 140.
- Lewis: A new short circuit calculating table. Gen. El. Rev. r. 1920, str. 669.
- Fallou: Mise en court circuit des machines synchr. asynchr. B. S. F. E. r. 1924.
- Mauduit: Courants de defaut et courants à la terre dans un reseau triphasé, R. G. E. r. 1924.
- Bekku: Calculation of short-circuit ground currents on three phase power networks, using the method of symmetrical coordinates. Gen. El. Rev. r. 1925, july.
- Genkin: Théorie du déséquilibre et son application aux systèmes de protection. R. G. E. r. 1924, str. 907, 951.
- Evans: Finding single phase short-circuit currents on calculatings boards. El. W. r. 1925, avril.
- Franklin: Short-circuit currents of synchronous machines. JAIEE. r. 1925, str. 855.
- Lewis: Single phase short-circuit calculation. Gen. El. Rev. r. 1925, str. 479.
- Mackerass: Calculation of single phase short-circuit by the method of symmetrical components. Gen. El. Rev. r. 1926, str. 223.
- Fallou: Calcul des courants de court-circuits dans les réseaux triphasés. B. S. F. E. r. 1926, str. 969.
- Evans, Wagner: Symmetrical components. El. Jar. 1928, str. 151, r. 1929, str. 369.
- Blondel: Sur l'étude directe des systèmes triphasés déséquilibrés au moyen d'impedances et d'atmittances mutuelles de phases dans les problèmes de chutes de tension et de mise en court-circuit. Conf. Int. des Gr. Rés. r. 1931.

Z DZIEDZINY ELEKTRYFIKACJI.

Z Komitetu Ekonomicznego Ministrów.

Dn. 24.XI. odbyło się pod przewodnictwem premjera J. Jędrzejewicza posiedzenie Komitetu Ekonomicznego Ministrów, na którym zostały m. inn. ustalone wytyczne polityki elektryfikacyjnej i program pracy w zakresie elektryfikacji na okres najbliższych kilku lat. Szczegóły podamy czytelnikom w następnym zeszycie Prz. El-go.

Uprawnienia rządowe.

Do Ministerstwa Przem. i Handlu wpłynęło podanie zarządu miejskiego m. Stanisławowa o zmianę warunków uprawnienia rządowego Nr. 98, nadanego aktem z dnia 14 marca 1929 r.

Zmiany mają dotyczyć sposobu wykonania sieci wysokiego napięcia, obowiązku udzielania odbiorcom opustów

od cen maksymalnych energii elektrycznej i zmienności opłat za energię elektryczną, przewidzianych w §§ 26, 76 i 80 wspomnianego uprawnienia.

#### Fundusz Pracy.

W okresie kwiecień — wrzesień r. b. suma udzielonych przez Fundusz Pracy kredytów, głównie związkom komunalnym, wyniosła 50,3 milj. zł., z czego wypłacono 35,1 milj. zł. Kredyty na roboty elektryfikacyjne i gazyfikacyjne wyniosły 1 457 000 zł., co stanowi 2,9% ogólnej sumy udzielonych kredytów.

— Min. Przem. i Handlu wystąpiło do Funduszu Pracy o przeznaczenie w r. 1934 kredytu w wysokości ok. 10 000 000 zł. na finansowanie robót elektryfikacyjnych w tych częściach państwa, które wykazują największe natężenie bezrobocia. Kredyty z Fund. Pracy byłyby obrócone wyłącznie na pokrycie kosztów robocizny. Z kredytów F. Pr. mogłyby korzystać tylko przedsiębiorstwa, które udowodnią, że rozporządzają dostateczną gotówką na zakup materiałów, niezbędnych przy prowadzeniu robót elektrycznych.

— Fundusz Pracy przygotowuje plan na r. przyszły publicznej akcji inwestycyjno - budowlanej i popierania prywatnej inicjatywy inwestycyjnej. Kredyty w r. 1934 przekazywane będą nie bezpośrednio do odnośnych central, lecz repartycja ich nastąpi za pośrednictwem komitetów wojewódzkich.

Wytyczne przy udzielaniu kredytów są następujące:

- a) program na r. 1934 winien być częścią kilkoletniego, na dłuższy okres obliczonego programu;
- b) program winien objąć kilka zasadniczych o znaczeniu ogólnie - gospodarczym inwestycji; do liczby ich zalicza się i elektryfikację;
- c) udzielanie pomocy finansowej oparte będzie na zasadzie zwrotności; udzielanie dotacji — tylko wyjątkowo; przy równych kwalifikacjach moment zwrotności będzie decydujący;
- d) nacisk główny przy układaniu programu należy kierować na inwestycje bezpośrednio rentujące się.

#### Elektryfikacja kolei Kraków—Zakopane.

W dniu 14 listopada komisja, wyłoniona przez Ministerstwo Komunikacji pod przewodnictwem Dyrektora K. P.

w Krakowie inż. A. Bobkowskiego, dokonała objazdu linii kolejowej z Krakowa do Zakopanego, w celu zbadania zagadnień, związanych z jej projektowaną elektryfikacją.

Na wniosek prof. R. Podolskiego zdecydowano przystąpić do natychmiastowego opracowania szczegółowych projektów elektryfikacji tej linii oraz do pertraktacji z kilku firmami zagranicznymi, które złożyły wiążące propozycje sfinansowania tego przedsięwzięcia na takich zasadach, na jakich przeprowadzona została przez kapitały angielskie elektryfikacja węzła warszawskiego.

Linję obsługiwać będą wagony motorowe, których specjalny typ przeznaczony będzie również do przewożenia wagonów tranzytowych. Czas jazdy z Krakowa do Zakopanego skrócony będzie z obecnych 4,5 godzin do ok. 2,5 godz.

Dla elektryfikacji stosowany ma być prąd stały o napięciu 3000 V.

#### Elektryfikacja okolic Warszawy.

Na elektryfikację szeregu miejscowości na prawym brzegu Wisły wpłynęły trzy podania o uprawnienie rządowe: M. hr. Potockiego z Jabłonny, firmy Briggs w Markach oraz Spółdzielni Elektrycznej gm. Wawer w Rembertowie. Na rozprawie Magistrat m. Warszawy oświadczył się przeciw udzielaniu uprawnień komukolwiek z powyższych petentów, gdyż utrudniłoby to magistratowi wybudowanie dużego okręgowego zakładu elektrycznego, o co Magistrat w swoim czasie wystąpił. O ileby jednak uprawnienie zostało udzielone, Magistrat proponuje, aby termin uprawnienia był możliwie krótki i aby wrazie przyłączenia pewnych miejscowości do Warszawy Magistrat miał prawo wykupu lub wywłaszczenia urządzeń, po wygaśnięciu zaś terminu uprawnienia, aby urządzenia te przeszły bezpłatnie na rzecz m. Warszawy.

#### Tramwaje w Warszawie.

Magistrat przyjął plan dykcji tramwajów i autobusów rozszerzenia komunikacji miejskiej w ciągu 5 lat kosztem 78 700 000 zł. Między innymi plan przewiduje wydatek 855 000 zł na rozszerzenie elektrowni tramwajowej, 10 670 000 zł. na tory i sieć górna i t. p.

## Z ŻYCIA ORGANIZACYJ.

### STOWARZYSZENIE ELEKTRYKÓW POLSKICH.

#### ODDZIAŁ WARSZAWSKI

#### PROGRAM REFERATÓW NA M-C GRUDZIEN 1933 R.

##### Wtorek, dnia 5 grudnia:

Inż. L. Jung: „Przebiegi atmosferyczne w oświetleniu Międzynarodowej Konferencji Wielkich Sieci Elektrycznych w 1933 roku”.

Treść: Teoria Simpsona. Lokalizacja wyładowań atmosferycznych. Sprawa przepięć atmosferycznych w sieciach belgijskich, niemieckich i amerykańskich. Ochrona instalacji wysokiego napięcia od przepięć atmosferycznych. Nowa konstrukcja generatora fal uskokowych. Polska Komisja dla badania przepięć atmosferycznych.

##### Wtorek, dnia 12 grudnia:

Uroczyste otwarcie biblioteki Oddziału Warszawskiego SEP, połączone z referatem p. inż. B. Jabłońskiego o pierwszej oryginalnej książce elektrotechnicznej w języku polskim.

#### Sekcja Radjotechniczna.

##### Środa, dnia 6 grudnia:

S. Kamiński: (Inst. Tele-kom.)  
„Badanie cewek ferro-cartem”.

##### Środa, dnia 20 grudnia:

Prof. D. Sokolcow, dr. W. Majewski i S. Ryżko:  
(Inst. Tele-Kom.)  
„Badanie nad falami decymetrowymi”.

**ODDZIAŁ WARSZAWSKI.**

**Zgłoszenia członków zwyczajnych:**

- Berezik Mikołaj, Warszawa, ul. Żabia 4.
- Chenkus Jakób, Warszawa, ul. Nowolipie 50, m. 7.
- Gryff-Chamski Jan, Warszawa, Polskie Zakłady Skoda, Okęcie.
- Karasiński Zbigniew, Warszawa, ul. Górnośląska 37.
- Kelimbet Bohdan, Warszawa, ul. Śniadeckich 20, m. 9.
- Okoń Konstanty, Warszawa, ul. Piusa XI Nr. 15.
- Sikorski Jan, Grodzisk Mazowiecki, ul. Sienkiewicza 6, m. 8.
- Sprusiński Anastazy, Warszawa, ul. Szucha 4.
- Szubski Tadeusz, Warszawa, ul. Krucza 7, m. 53.
- Szymankiewicz Zygmunt, Warszawa, ul. Filtrów 75 m. 11.
- Urbanowicz Heljodor, Warszawa, ul. Hoża 23 m. 11.

**Przyjęci na członków zwyczajnych:**

- Celichowski Zygmunt, Warszawa, ul. Krucza 29, m. 21.
- Cetner Władysław, Warszawa, ul. Tucholska 12.
- Chodakowski Mieczysław, Warszawa, ul. Kopernika 14, m. 5.
- Heinrich Stefan, Warszawa, ul. Miedziana 1, m. 11.
- Hordyński Leon Ryszard, Zaleszczyki.
- Kiesewetter Stefan, Włochy p.-Warszawa, ul. Inżynierska róg Składowej.
- Kosiński Roman Feliks, Warszawa, ul. Wolaska 74 m. 4.

- Kowalski Henryk, Radość pod Warszawą, ul. Wesoła 13.
- Kozłowski Władysław, Warszawa, ul. Wspólna 6, m. 28.
- Mejro Czesław, Warszawa, ul. Piusa XI, Nr. 3, m. 12.
- Mossakowski Stanisław, Warszawa, Aleje 3-go Maja 16, m. 10.
- Moszczyński Stanisław, Włochy p.-Warszawa, ul. Literacka 3 m. 8.
- Mrozowska Irena, Warszawa, ul. Koszykowa 46, m. 8.
- Pawłow Mikołaj, Warszawa, ul. Akademicka 5, pok. 56.
- Prószyński Kazimierz, Warszawa, ul. Nowy Świat 26, m. 26.
- Rejment Jerzy, Warszawa, ul. Przybyszewskiego 40 m. 16.
- Roliński Józef, Warszawa, ul. Śniadeckich 9, m. 14.
- Schwartz Tadeusz, Warszawa, ul. Ceglana 1, Dom Akademicki.
- Statkiewicz Jerzy, Warszawa, ul. Piusa XI Nr. 64, m. 10.
- Szumilin Mikołaj, Warszawa, ul. Moniuszki 3, m. 11.
- Uzdański Samson Maksymiljan, Warszawa, ul. Leszno 15, m. 25.
- Wakar Romuald, Warszawa, ul. Hoża 74, m. 14.
- Wesołowski Jerzy Tadeusz, Warszawa, ul. Wiktorska 6, m. 8.

PNE

33 — 1933

**PRZEPISY OCENY I BADANIA TRANSFORMATORÓW.**

**§ 19. Grupy układów połączeń.**

Tablica I.

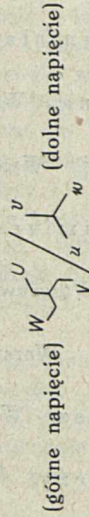
Grupa układu połączeń	Kąt przesunięcia wektorów	Układ wektorowy		Układ połączeń		Oznaczenia w k. RET 1933 r. VDE
		Górne napięcie	Dolne napięcie	Górne napięcie	Dolne napięcie	
1	0°			A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>
				B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>
				11 Dd0	12 Yy0	13 Dz0
2	+180°			A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>
B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>			B <sub>3</sub>		
21 Dd6	22 Yy6			23 Dz6		

ciąg dalszy tablicy patrz następna strona

Układy połączeń są podane przy jednokierunkowym nawinięciu uzwojeń górnego i dolnego napięcia.

U w a g a. Jeżeli do transformatora trójfazowego zastosowano wyjątkowo odmienny od wyszczególnionych w powyższej tablicy układ połączeń dla górnego i dolnego napięcia, to należy układ ten nazwać symbolem takiej grupy, aby wszelkie transformatory tej grupy, przy zachowaniu warunków wyszczególnionych w §§ 64 i 65, mogły pracować równoległe z danym transformatorem.

Przykład. Układ połączeń



należy oznaczyć symbolem 3Zy5.

§ 20. Wybór układu połączeń.

Dla transformatora trójfazowego wybór układu połączeń zależy od przeznaczenia transformatora.

Najprostszym układem połączeń transformatora jest układ gwiazda/gwiazda. Układ ten nadaje się jednak tylko do tych transformatorów, w których przewód zerowy jest mało obciążony, względnie służy tylko do uziemienia, sprawdzania, pomiarów i t. p. Przy tym układzie dla transformatorów rdzeniowych obciążenie punktu zerowego nie może przekraczać 10% prądu znamionowego, a w transformatorach płaszczowych zupełnie nie wolno obciążać punktu zerowego. Wobec tego powyższy układ połączeń przeważnie nie nadaje się do transformatorów, które miałyby zasilać sieć rozsyłową z przewodem zerowym. Do tego celu nadaje się najlepiej układ połączeń gwiazda/zygzak dla transformatorów mniejszych, lub trójkąt/gwiazda dla transformatorów większych. Oba te układy prawie są równowarte i ich przewody zerowe mogą być obciążane pełnym prądem znamionowym. Do wyboru jednego z powyższych układów połączeń skłaniają tylko względy konstrukcyjne.

Dla dużych transformatorów wybierany jest często układ połączeń trójkąt/gwiazda lub gwiazda/trójkąt, aby zapobiec powstawaniu w sieciach trzeciej harmonicznej oraz występowaniu strumienia magnetycznego z rdzenia nazewnątrz i uniknąć strat dodatkowych, powstających z tego powodu.

Przeważnie stosuje się następujące grupy połączeń:

- 12Yy0 i 22Yy6 — do małych transformatorów rdzeniowych, których obciążenie przewodu zerowego nie przekracza 10% prądu znamionowego,
- 31Dy5 i 41Dy11 — do dużych transformatorów rozsyłowych, których przewód zerowy może być obciążony pełnym prądem znamionowym.\*

31 Dy5			C <sub>1</sub>
32 Yd5			C <sub>2</sub>
33 Yz5			C <sub>3</sub>
41 Dy11			D <sub>1</sub>
42 Yd11			D <sub>2</sub>
43 Yz11			D <sub>3</sub>
Transformatory jednofazowe			
I.			E

\* Podane układy połączeń są słuszne przy jednokierunkowym nawinięciu uzwojeń górnego i dolnego napięcia.

wprowadzonym w ruch przez wentylator, sztuczny ciąg i t. p. (sztuczne przewietrzanie).

5. *Transformatory olejowe ze sztucznym chłodzeniem powietrznym i sztucznym obiegiem oleju*: skrzynia transformatorowa chłodzi się przez sztuczne przewietrzanie, a olej jest wprowadzony sztucznie w obieg.

6. *Transformatory olejowe ze sztucznym obiegiem oleju i z zewnętrznym chłodzeniem wodnym*: olej jest wprowadzony sztucznie w obieg i chłodzi się wodą w chłodnicy, umieszczonej nazewnątrz skrzyni transformatorowej.

7. *Transformatory olejowe ze sztucznym obiegiem oleju i z wewnętrznym chłodzeniem naturalnym*: olej jest wprowadzony sztucznie w obieg i chłodzi się przez naturalne przewietrzanie chłodnicy, umieszczonej nazewnątrz skrzyni transformatorowej.

8. *Transformatory olejowe ze sztucznym obiegiem oleju i z zewnętrznym sztucznym chłodzeniem powietrznym*: olej jest wprowadzony sztucznie w obieg i chłodzi się przez sztuczne przewietrzanie chłodnicy, umieszczonej nazewnątrz skrzyni transformatorowej.

U w a g a. Przy określeń sposobu chłodzenia transformatorów, nie objętego jednym z powyższych punktów, należy zawsze wyszczególnić wszystkie czynniki chłodzące.

IV. SPRAWY OGÓLNE.

§ 24. Gwarancja.

Wszelka gwarancja tyczy się pracy, zgodnej ze znamionami transformatora, czyli pracy znamionowej oraz przeciążeń, wynikających z określenia rodzaju ruchu praktycznego.

§ 25. Ograniczenia co do miejsca ustawienia.

Postanowienia niniejsze są ważne w założeniu, że miejsce ustawienia transformatora leży co najwyżej 1000 m nad poziomem morza. Jeżeli transformator ma być ustawiony na terenie położonym wyżej, należy to wyraźnie zaznaczyć w odpowiedniej umowie.

U w a g a. Na poziomach wyższych zmniejsza się wytrzymałość izolacji i zdolność oddawania ciepła, na co należy zwrócić uwagę przy próbach.

§ 26. Ogólne warunki prób.

a) Transformator należy próbować według niniejszych przepisów o ile można w wytwórni, gdzie był budowany. Transformator powinien być gotów do użytku i suchy.

32Yd5 i 42Yd11 — do dużych transformatorów głównych w elektrowniach i podstacjach, które nie pracują na sieci rozsyłowe,

33Yz5 i 43Yz11 — do małych transformatorów rozsyłowych, których przewód zerowy może być obciążony pełnym prądem znamionowym.

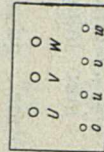
§ 21. Znakowanie.

Układy połączeń prądu zmiennego oznacza się następującymi znakami:

- układ jednofazowy
- " trójfazowy gwiazda
- " " z wyprowadzonym p. zerowym
- " trójkąt
- " zygzak
- " otwarty
- " sześciofazowy gwiazda
- " trójkąt podwójny
- " " sześciokąt
- " n-fazowy

§ 22. Rozmieszczenie zacisków.

Rozmieszczenie zacisków w transformatorach trójfazowych powinno być w zasadzie wykonane według następującego szkicu:



U w a g a. Szkic powyższy dotyczy transformatora o trzech zaciskach po stronie napięcia górnego i czterech zaciskach po stronie napięcia dolnego.

Rys. 4.

§ 23. Sposoby chłodzenia.

Według sposobu chłodzenia różni się:

1. *Transformatory suche z chłodzeniem naturalnym*: transformator chłodzi się przez promieniowanie i przewietrzanie naturalne.
2. *Transformatory suche ze sztucznym chłodzeniem powietrznym*: transformator chłodzi się powietrzem wprowadzonym w ruch przez wentylator, sztuczny ciąg i t. p. (sztuczne przewietrzanie).
3. *Transformatory olejowe z chłodzeniem naturalnym*: skrzynia transformatorowa chłodzi się przez promieniowanie i przewietrzanie naturalne.
4. *Transformatory olejowe ze sztucznym chłodzeniem powietrznym*: skrzynia transformatorowa chłodzi się powietrzem,

Wszelkie rodzaje pracy praktycznej dają się ująć w następujące grupy:

1. Praca ciągła.
2. Praca dorywcza.
3. Praca przerywana.
4. Praca okresowo wzmożona (np. w rolnictwie).

Każda z powyższych grup może być w celu jednoznacznego znamionowania transformatorów zastąpiona przez odpowiednią pracę znamionową, a więc:

1. Pracę znamionową ciągłą — symbol C.
2. " " dorywczą — symbol D.
3. " " przerywaną — symbol P.
4. " " okres. wzmożoną — symbol W.

#### § 31. Praca ciągła.

*Pracą ciągłą praktyczną* nazywa się praca nieprzerwana, zbliżona do pracy z obciążeniem stałym, przy którym transformator osiąga temperaturę ustaloną. Obciążenie przy pracy ciągłej praktycznej może być przytem stałe lub zmienne.

Równoważną pracą znamionową (C) jest praca o obciążeniu stałym. *Moc dla pracy ciągłej* transformator winien oddawać przy biegu próbnym dowolnie długotrwałym, przytem temperatury i przyrosty temperatur nie powinny przekroczyć granic dopuszczalnych (patrz § 44).

Wszelkie pozostałe przepisy winny być przytem zachowane.

#### § 32. Praca dorywcza.

*Pracą dorywczą praktyczną* nazywa się praca, trwająca przez czas z góry określony i tak krótki, że nie może być osiągnięte nagrzanie ustalone.

Przerwa w pracy winna trwać tak długo, aż transformator ostygnie do temperatury stanu jałowego, względnie czynnika chłodzącego.

Rozróżniamy tu dwa rodzaje pracy dorywczej:

- a) w przerwach pracy transformator pozostaje pod napięciem i w nim ustala się temperatura stanu jałowego,
- b) w przerwach pracy transformator odłącza się od przewodów zasilających i w nim ustala się temperatura czynnika chłodzącego.

Równoważną pracą znamionową (D) jest praca o obciążeniu stałym, trwającym czas zgóry określony.

*Moc dla pracy dorywczej* transformator winien oddawać przy pracy próbnej, trwającej czas zgóry określony, przytem temperatury i przyrosty temperatur nie powinny przekroczyć granic dopuszczalnych (patrz § 44).

Wszelkie pozostałe przepisy winny być przytem zachowane.

(C. d. n.).

O ile jakiegokolwiek próby mają być dokonane na miejscu przeznaczenia, zaleca się ustalić to w umowie.

Uwaga. Dla transformatorów naprawianych, względnie przewijanych, próby należy uprzednio określić i ustalić za zgodą obu stron.

b) Transformatory z chłodzeniem sztucznym mają być próbowane wraz z przyborami, przeznaczonymi do danego rodzaju chłodzenia. Wszelkie pokrywy, siatki, żaluzje i t. p. części, należące do transformatora i utrudniające chłodzenie, nie mogą być zdejmowane na czas prób; nie mogą być również zmieniane warunki pracy znamionowej.

c) W braku bliższych wskazówek w umowie przepisy i postanowienia niniejsze należy stosować do transformatora *w stanie nagrzanym*, t. j. transformatora, który osiągnął w końcu pracy próbnej właściwy sobie przyrost temperatury; jako przeciętną temperaturę otoczenia przyjmując należy wtedy 20°.

Jeżeli temperatura ostateczna transformatora nie została zmierzona, to dla wszelkich przerechowań należy jako taką przyjmując 75°.

d) Prob izolacji nie należy powtarzać wielokrotnie, gdyż przez to może być ona uszkodzona. Wobec tego zasadniczo nie należy żądać powtórnych prób izolacji (patrz §§ 49—51) po ustawieniu transformatora na miejscu przeznaczenia.

e) Dla transformatorów z zaczepami próby i pomiary należy wykonywać na stopniu znamionowym albo też wyniki przeliczyć na ten stopień.

#### § 27. Uziemienie.

Skrzynie transformatorów olejowych, względnie konstrukcje żelazne transformatorów suchych, powinny posiadać specjalnie oznaczony zacisk, przeznaczony dla uziemienia, łatwo dostępny i odpowiedniej wielkości. Najmniejszy wymiar śruby uziemiającej ma odpowiadać normie M12.

Rdzenie transformatorów powinny mieć dobre połączenie elektryczne z konstrukcją żelazną dla transformatorów suchych, względnie ze skrzynią dla transformatorów olejowych.

#### § 28. Obowiązujący kształt fali.

Przepisy i postanowienia niniejsze są ważne w założeniu, że fala napięcia pierwotnego ma kształt praktycznie sinusoidalny (patrz § 12).

#### § 29. Układy wielofazowe.

Przepisy i postanowienia niniejsze są ważne w założeniu, że układy wielofazowe są symetryczne (patrz § 13).

### V. RODZAJE PRACY I ODPOWIEDNIE ZNAMIONA TRANSFORMATORÓW.

#### § 30. Objasnienie.

Należy odróżniać pracę praktyczną transformatora na miejscu ustawienia od pracy próbnej, czyli pracy znamionowej.



## BIBLIOGRAFJA.

**Polski przemysł elektrotechniczny. Przewodnik.** Rok 1933. Opracowali inż. Piort Januszewski, Dyrektor Polskiego Związku Przed. Elektrotechnicznych i inż. Władysław Barthel. Wydawnictwo Polskiego Związku Przedsiębiorstw Elektrotechnicznych. Warszawa, 1933 r. Stron 195 z licznymi rysunkami. Form. 22,5 × 15 cm.

Wydawnictwo Związku zawiera na wstępie zarys historyczny powstania i rozwoju Polskiego Związku Przedsiębiorstw Elektrotechnicznych, dalej dane statystyczne, dotyczące przemysłu elektrotechnicznego oraz taryfę celną przywózową (Dział XIV gr. 67 i 70).

Potem następuje właściwy przewodnik, podzielony na dwie grupy: I Elektrotechnika, II Wyroby pomocnicze. Na końcu umieszczony jest skorowidz alfabetyczny firm i skrótów telegraficznych oraz skorowidz alfabetyczny nazw wyrobów, wymienionych w tekstach opisowych.

Spis rzeczy został umieszczony na początku w trzech językach: polskim, francuskim i niemieckim.

W dziale I i II firmy ułożono w porządku alfabetycznym wytwarzanych artykułów, a więc: akumulatory, dzwigi, przyrządy elektryczne i t. d.

Oprócz nazwy firmy znajdujemy dokładny adres jej zarządu, wytwórni i oddziałów oraz inne wiadomości handlowe. Przeważnie podane są również ważniejsze dane o roku i warunkach powstania firmy oraz o jej rozwoju dotychczasowym i stanie obecnym, jak również możliwościach na przyszłość. wreszcie najwięcej miejsca przeznaczono na wyczerpujący spis wyrobów wytwórni i czynności, wykonywanych przez zakład.

W wielu razach podano ilustracje, pozwalające w pewnej mierze zdać sobie sprawę z wyglądu przedmiotów wyrabianych.

W ten sposób opisano 327 zakładów przemysłowych.

Układ opisów zastosowano przejrzysty i treściwy, druk dobry, jednak przez oszczędność, wyraźnie nie oddzielono od siebie poszczególnych działów, a to utrudnia nieco korzystanie z książki przy szukaniu tego lub innego artykułu. Naogół jednak książka zawiera bardzo cenne informacje, pożyteczne dla przemysłowca i handlowca.

Wydanie tak wyczerpującego zestawienia wytwórni elektrotechnicznych w Polsce jest niewątpliwą zasługą autorów i wydawców, gdyż w ten sposób ułatwiono w znacznym stopniu zetknięcie się odbiorcy z dostawcą, umożliwiając zarazem zastąpienie w wielu razach wyrobów zagranicznych przez krajowe, bynajmniej, jak wiadomo, nie gorsze od zagranicznych. Brak takiego zestawienia naszej wytwórczości dawał się bardzo odczuwać. O wielu artykułach, wyrabianych w Polsce, bodaj że nawet nie wiedziano, a dotarcie od źródła ich wyrobu było nieraz bardzo uciążliwe. Obecnie mamy przed sobą możliwie pełny obraz polskiej wytwórczości elektrotechnicznej, z którego korzystać będzie zarówno stały odbiorca, jak i przygodny czytelnik, z tych czy innych względów interesujący się wytwórczością naszą w dziedzinie elektrotechniki.

Wydawnictwo przewodnika z biegiem czasu niewątpliwie będzie w wydaniach następnych uzupełniane i rozszerzane. Miejmy bowiem nadzieję, że rozwój przemysłu naszego będzie wymagać rozszerzania i pogłębiania informacji, zawartych w pierwszym wydaniu tej pożytecznej książki.

M. P.

## PRZEMYSŁ I HANDEL.

**Możliwości eksportowe maszyn elektrycznych.**

Możliwość wyrobu pewnych przedmiotów zależy nie tylko od naszej umiejętności lub też inteligencji przemysłowej, lecz od wielu jeszcze innych czynników. Poza pewnymi ustalonymi warunkami życiowymi bardzo ważna jest cena surowców. Znaczenie tego czynnika widoczne jest choćby z udogodnień, otrzymanych przez przemysł elektrotechniczny niemiecki od swych syndykatów stalowych. „The Electrician” z dn. 15.9.33 r. na str. 308-ej, w notatce „German Exports of Dynamos” podaje, że od początku września r. b. przemysł niemiecki elektrotechniczny otrzymuje przy eksporcie następujące rabaty:

RM. 1935 — na tonnie stali transformatorowej I gatunku	
RM. 65 — na tonnie stali transformatorowej II gatunku	
RM. 40 — na tonnie stali I gatunku dla wyrobu maszyn elektr.	

Niestety, brak danych ściślejszych co do gatunku materiałów. Blacha transformatorowa o grubości 0,35 mm i 1,3 Wata strat na kg przy B = 10000 oferowana jest po RM. 400.— za tonnę. W Niemczech więc cena blachy wynosić będzie: RM. 400.— mniej RM. 135.— czyli RM. 265.—, co stanowi 24% zniżki. Przy zniżce 25 lub 20% przemysł ten może już mieć poważną przewagę nad innymi.

Cena maszyn elektrycznych zależy od ceny żelaza, miedzi i materiałów izolacyjnych. Cena miedzi w ciągu ostatnich dwóch lat spadła ze zł. 4,5 do zł. 5.— na zł. 1,5 do zł. 1,7 za 1 kg, a żelazo trzymało się silnie dzięki syndykatowi. Zniżka więc cen żelaza silnie wpływa na cenę wyrobów.

Jakże mocno odmienne warunki panują u nas! Kwestja eksportu nie jest paląca, walczymy raczej o zachowanie i zdobycie własnego rynku. Silne poparcie przemysł krajowy otrzymuje przez ochronę celną, lecz cła na surowce podnoszą znacznie cenę wyrobów krajowych gotowych. Niektóre surowce są wyrabiane w kraju, lecz cena ich równa się cenie zagranicznej, powiększonej o cło oraz koszty przewozu, podczas gdy cena maszyn elektrycznych jest znacznie niższa od cen w ten sposób kalkulowanych. Np. cena drzewnika (przespanu) 0,5 mm grubości, t. j. materiału izolacyjnego, stosowanego do maszyn i transformatorów, wynosi:

cena zagraniczna dobrego gatunku	zł. 1.80 za kg
cło plus 10% manip. (poz. 804 Taryfy C)	zł. 1,65 za kg
koszty przewozu ekspedytora i t. d. ok.	zł. 0,70 za kg
razem	zł. 4,15 za kg

cena zaś sprzedażna wynosi u nas ok. zł. 4,35 za kg, a więc o 142% drożej, niż zagranicą. Cena przespanu krajowego wynosi zł. 4.— za kg, lecz jest znaczna różnica w jakości.

*Rury i cylindry z papieru bakelizowanego:*

cena zagraniczna	zł. 5,30 za kg
cło plus 10% manipul. (poz. 808 Tar. C)	zł. 4,30 za kg
koszty przewozu i ekspedytora	zł. 0,70 za kg
razem	zł. 10,30 za kg

czyli o 94% drożej, niż zagranicą.

Materiał ten nie jest wyrabiany w kraju i fabrykacja tegoż nie ma widoków wobec małego zapotrzebowania, różnorodności używanych materiałów i wielkich inwestycji, niezbędnych do urządzenia fabryki takich materiałów.

le materiałów izolacyjnych, będą u nas znacznie droższe, niż zagranicą.

Dla przykładu poniżej podaję ceny surowców, wchodzących do transformatora o mocy 3000 kVA na 60/15,5/6,4 kV, wykonanego dla Pomorskiej Elektrowni Krajowej „Gródek” w Toruniu w r. b. W tablicy I podane są jedynie te surowce, na które łatwo określić i sprawdzić można cło, a więc i różnicę cen u nas i w Niemczech. Dla porównania wzięto warunki niemieckie, jako kraju, z którym wiążą nas najsilniejsze węzły ekonomiczne, pomimo wojny celnej.

W transformatorach innych stosunek wypaść może nie-

Tablica I.

Koszty materiałów transformatora 3000 kVA na 60 000 V.

Ilość kg	Przedmioty	Cena za gr. Zł.	Cło i dodatki	Cena u nas	Drożej, niż zagran. o %
5 500	Blacha transform. 1,3 W/kg, str. 0,35 mm. gr. . . . .	3 470.—	4 330.—	7 880.—	125%
1 250	Miedź o przekroju prostokątnym . . . . .	2 850.—	900.—	3 750.—	31%
380	Cylindry z papieru bakelizowanego . . . . .	2 020.—	1 900.—	3 920.—	95%
95	Płyty z papieru bakelizowanego . . . . .	355.—	195.—	550.—	54%
90	Prespanu 0,25 mm. . . . .	200.—	280.—	480.—	140%
240	Izolatory porcelanowe . . . . .	820.—	340.—	1 160.—	42%
5 000	Rury z blachy żelaznej walcówki i lanego żelaza	4 500.—	1 500.—	6 000.—	32%
12 555	Ogółem Zł . . . . .	14 215.—		23 660.—	68%

*Płyty z papieru bakelizowanego:*

cena zagraniczna	zł. 3,75 za kg
cło plus 10% manipulacji (poz. 807 z Taryfy C)	zł. 1,32 za kg
koszty przewozu i ekspedytora	zł. 0,70 za kg
razem	zł. 5,77 za kg

Materiał ten też nie jest wyrabiany w Polsce, a jest o 54% droższy, niż zagranicą.

*Blacha transformatorowa 1,3 W/kg strat, gr. 0,35 mm, oklejona bibułką:*

cena zagraniczna, loco Niemcy	zł. 0,955 za kg
cło plus 10% plus 30% wynosi	zł. 0,243 za kg
transport do granicy wraz z kosztami ekspedytora	zł. 0,220 za kg
razem	zł. 1,418 za kg

czyli o 48% drożej, niż normalnie w Niemczech i o 125% drożej od ceny przy eksporcie z Niemiec. Gdyby rabaty dla przemysłu elektrotechnicznego zamiast 34% wynosiły 25%, to cena blach transformatorowych będzie jeszcze o 98% droższa u nas, niż w Niemczech.

*Jest to wysoce znamienne, gdyż huty nasze eksportują do Niemiec i sprzedają blachę tam po cenach tamże ustalonych.*

Powyższych kilka przykładów wskazuje wyraźnie, że w tych warunkach nie może być mowy o eksporcie naszym, choć przemysł nasz wytwarza maszyny i transformatory taniej, niż w Niemczech, t. j. choć moglibyśmy z powodzeniem eksportować. Cena transformatora większego wynosi w Niemczech ok. zł. 3 za kg, a u nas rzadko dochodzi do zł. 4,5 za kg, gdy tymczasem surowce średnio są o 60 do 80% droższe. Pomimo tak wspaniałych możliwości nie jesteśmy w stanie pokrywać nawet zapotrzebowania własnego w dziedzinie transformatorów większych na wyższe napięcia.

Ceny transformatorów kształtują się w zależności od mocy i napięcia, t. j. od ilości i rodzaju surowców, wchodzących w skład ich budowy. Transformatory na większą moc czy też napięcie, zawierające wiele żelaza w rdzeniach i wie-

co odmiennie. Silny wpływ na różnicę kosztów materiałów surowych wywiera blacha i materiały izolacyjne. Dziwnym zjawiskiem u nas są wysokie cła na materiały izolacyjne, w kraju niewyrabiane, jak np. cylindry z papieru bakelizowanego oraz płyty z tegoż papieru. Wysokie cło jest też na prespan, wyrabiany przez jedną tylko fabrykę w kraju.

Wytwórnice krajowe mają wiele zapytań z krajów wschodnich i południowo-wschodnich. Przemysł elektrotechniczny mógłby eksportować, gdyby otrzymywał materiały surowe po cenach takich samych, jak zakłady zagraniczne, t. j. przy zupełnym zwolnieniu z cła na wypadek eksportu oraz przy cenach żelaza równych dumpingowym cenom niemieckim. Nie byłoby to żadną trudnością dla hut, gdyż po takich cenach dostarczały blachę do Niemiec. Zwolnienie od cła nie przyniosłoby też żadnego uszczerbku Skarbowi Państwa, gdyż dane materiały i tak nie weszłyby do Polski.

Cła na surowce u nas są ułożone w sposób korzystny dla zagranicznego przemysłu elektrotechnicznego, a uniemożliwiający nam niemal wyrób transformatorów większych na wyższe napięcia. Gdyby zaś wskutek jakichś warunków zaszła potrzeba niższenia stawek celnych, ochraniających wyrób transformatorów na większe moce, to wyrób ich byłby możliwy jedynie przy zwolnieniu z cła surowców, jak dla eksportu maszyn elektrycznych.

Sprawa jest nadzwyczaj pilna. Wyrób transformatorów na większe moce i napięcia ma doniosłe znaczenie i nie możemy z tego rezygnować. Jeśli już nasze przepisy elektrotechniczne mają być wzorowane na niemieckich, to daleko racjonalniej będzie wprowadzić takie same warunki dla fabrykacji maszyn i transformatorów, jakie są w Niemczech.

Muszę się zastrzec, że artykuł niniejszy nie ma tendencji zwalczania istniejących ceł na te lub inne surowce, używane do produkcji dużych i wysokonapięciowych transformatorów. Obecne stawki celne na te surowce są może słuszne, jednak przy równoczesnej dostatecznej ochronie celnej gotowych transformatorów. Skoro jednak ochronę celną na gotowe transformatory zmniejsza się, staje się koniecznym równoczesne zmniejszenie ochrony celnej surowców, potrzebnych do tej produkcji.

W. Koczyński.

### Zatrudnienie i stan zamówień w przemyśle elektrotechnicznym we wrześniu 1933 r.

Czynnych zakładów przemysłowych, zatrudniających 20 i więcej robotników było 50, t. j. o 1 więcej, niż w sierpniu r. b. i o 6 więcej, niż we wrześniu ub. roku z ilością robotników 4243, a więc o 0,3% więcej, niż w sierpniu b. r. i o 10% więcej, niż we wrześniu ub. roku. Przepracowano ogółem przy produkcji 159.497 godz., t. j. 2,3% więcej, niż w sierpniu i o 10% ponad normę wrześniową 1932 r.

Na 1 robotnika przypadało 42,1 godz. pracy tygodniowo, co stanowi pewną poprawę, związaną zresztą ze znacznym polepszeniem się stanu zamówień. Pod względem wyzyskania sił roboczych przemysł elektrotechniczny stał na 5 miejscu od końca w szeregu 16 przemysłów, narówni z garbarniami i tartakami.

Stan zamówień doznał lekkiej poprawy i wyrażał się następującymi cyframi względnymi: wrzesień 1932 — 149,3; sierpień 1933 — 160,6; wrzesień 1933 — 167,9.

### Produkcja i zbyt niektórych artykułów elektrotechnicznych w lipcu 1933 r.

Produkcja 25 artykułów elektrotechnicznych, uwzględnionych w zastosowaniu Główn. Urzędu Statystycznego, oceniona została w lipcu b. r. ogółem na sumę 2977 tys. zł., stanowiąc 108% produkcji czerwcowej i 70,5% przeciętnej produkcji miesięcznej roku zeszłego. W poniżej zamieszczonym zestawieniu pierwsza kolumna zawiera wartość produkcji lipcowej w tys. zł., druga — wartość wytwórczości lipcowej w procentach w stosunku do produkcji czerwcowej, i ostatnia — to samo w stosunku do wartości przeciętnej produkcji miesięcznej ubiegłego roku.

Nazwa towaru	1000 zł	%	%
Maszyny elektryczne . . . . .	253	166	121
Przetwornice . . . . .	—	—	—
Transformatory . . . . .	110	131	153
Akumulatory i ich części . . . . .	396	113	89
Ogniwa i części . . . . .	163	129	54
Urządzenia rozdzielcze . . . . .	9	35	15,5
Skrzynki przyłączowe . . . . .	29	122	83
Wyłączniki olejowe . . . . .	35	73	71,5
Bezpieczn., drobna armatura rozdziel. i instalacyjna . . . . .	171	107	81
Liczniki energii elektrycznej . . . . .	50	59	43,5
Rury izolacyjne i części . . . . .	118	102	91
Świeczniki, żyrandole i t. p. . . . .	113	172	94
Urząd. i przyrządy domow. użytku . . . . .	65	135	54
Przyrządy elektromedyczne . . . . .	2	84	25
Aparaty telefonicz. i centralki . . . . .	52	16	19
Sprzęt pomocn. i części zapasowe . . . . .	60	77	90
Żarówki elektryczne . . . . .	270	58	29
Przewodniki gołe . . . . .	79	63	41
Przewodniki izolow. nieobolowione . . . . .	391	114	81
" obołowione . . . . .	436	137	67
Porcelana elektrotechniczna . . . . .	75	131	78
Radjosprzęt:			
Aparaty detektorowe . . . . .	—	—	—
" lampowe . . . . .	74	246	42
Kondensatory . . . . .	8	35	21
Transformatoriki . . . . .	18	120	120
Razem . . . . .	2967		

Z zestawienia widać, że tylko maszyny elektr., transformatory i transformatoriki radjowe wytworzone zostały w ilościach, przewyższających przeciętną normę miesięczną roku ubiegłego. Dotkliwe zmniejszenie produkcji wykazały urządzenia rozdzielcze, aparaty i centralki telefoniczne, kon-

densatoriki radjowe i przyrządy elektromedyczne. Są to prawdopodobnie wahania czysto konjunkturne, mogące się zdarzać z miesiąca na miesiąc.

Zbyt artykułów elektrotechnicznych w lipcu polepszył się nieco, przewyższając produkcję o 7,2%.

### Przywóz do Polski artykułów elektrotechnicznych we wrześniu 1933 r.

W miesiącu sprawozdawczym przywieziono do Polski ogółem 244 t artykułów elektrotech. o wartości 2819 tys. zł., a więc 124% przywozu sierpniowego co do wagi, a 197% co do wartości.

Przywóz poszczególnych towarów przedstawiał się jak niżej (w 3-ciej rubryce pomieszczone są wartości w procentach przywozu wrześniowego w stosunku do sierpnia b. r.).

Nazwa towaru	q	1000 zł.	%
Prądnic i silniki o wadze do 500 kg	51	59	79
Prądnic i silniki o wadze powyżej 500 kg	137	138	575
Inne maszyny elektryczne i ich części	202	150	139
Akumulatory i płyty	18	11	138
Transformatory i przetwornice	439	217	540
Oporniki, rozruszniki, regulatory i kontrolery	18	38	317
Wyłączniki, kondens., piorunochr., odgromn., przyrządy i tablice rozdzielcze, bezpieczniki	22	38	112
Wskaźniki prądu i mierniki, prócz liczników	16	73	95
Liczniki energii elektrycznej	17	49	111
Przyrządy elektromedyczne	16	72	212
Lampy łukowe i prożektory	0,4	1	33
Żarówki	36	171	174
Lampy katodowe	4	48	53
Materiały instalac. do sieci elektr.	25	29	91
Przewodniki izolow. bez oprzędu, nieolowione	47	25	278
Przewodniki w oprzędzie	22	11	157
Sznur podwójny i wielożyłowy	7	3	25
Drut i sznur dzwinkowy	1	0,4	—
Kable elektryczne	305	60	65
Ogniwa i baterje	0,2	0,1	—
Aparaty teletechniczne i centralki	228	1299	383
" sygnalizacyjne i zegary	9	34	69
" telegraficzne i ich części	0,3	0,4	—
Radjoaparaty	11	48	88
Dzwonki i transformatory do nich	6	7	117
Przyrządy el. do gotowania, prasow. i ogrzewania	7	15	79
Przyrządy oddzielnie niewymienione	46	106	152
Wyroby z porcelany elektrotechn.	81	24	185
" z węgla	669	93	118
	2440	2819	

Prawie podwójna wartość sprowadzonych we wrześniu towarów w stosunku do sierpnia tłumaczy się tem, że wrzesień i październik, a właściwie ten ostatni, odznaczają się wzmocnionym importem w branży elektrotechnicznej. W tym roku sezon ten rozpoczął się wcześniej. Najwięcej wzrosły pozycje: prądnic i silników powyżej 500 kg, transformatorów i przetwornic, aparatów i centralek telefonicznych, oporników, rozruszników, regulatorów, nastawników i przyrządów elektromedycznych. Natomiast najwięcej spadł przywóz lamp katodowych, kabli elektr., aparatów sygnalizacyjnych i zegarów elektrycznych.

1 t towarów, która w sierpniu b. r. przedstawiała wartość 725 zł., kosztowała we wrześniu 1150 zł., a więc o 58,5% więcej, niż w poprzednim miesiącu.

## R Ó Ż N E.

## Listy do Redakcji.

Redakcja otrzymała następujące dwa listy, zawierające odpowiedź na recenzję o „Elektryku”, umieszczoną w zeszycie 18-ym b. r.

Pan inż. J. Surmacki pisze: „Zgadzam się, że należałoby rozszerzyć dział „Przewodów elektrycznych”, lecz warunki finansowe wydawnictwa stały temu na przeszkodzie. „Lepsze jest wrogiem dobrego” mówi francuskie przysłowie. Gdybyśmy chcieli umieścić wszystko, co jest pożądane, to „Elektryk” nie ujrzałby nigdy półek księgarskich.

Prócz najniezbędniejszych wzorów starałem się umieścić w dziale „Przewodów elektrycznych” wszelkie nowości w tej dziedzinie, niezbędne przy projektowaniu. Dążyłem przytem do wypełnienia tych luk, jakie okazały się w cennych podręcznikach ś. p. prof. Wysockiego i takie dobiebrałem przykłady liczbowe, jakich tam brakowało. Brak metody Thomälena... Czy można ją streścić? Streszczenie nicby prawie nie dało, zajmując tylko miejsce; podałem więc w pierwszym wierszu str. 319 „Elektryka” książkę, gdzie można znaleźć opis tej metody. Opisy i rysunki materiałów montażowych należą dziś do działu „Materiałoznawstwa elektrycznego”, który miał opracować inny specjalista, lecz z powodu i tak dość znacznej objętości „Elektryka” w stosunku do możliwości finansowych dział ten został pominięty.

W „Przewodach elektrycznych” można stosować albo wiele oznaczeń, albo wiele wskaźników. Pierwsza metoda prowadzi do obciążenia pamięci czytelnika, druga — do wielkich wskaźników, jeżeli przyjąć, że punkty na schematach oznaczamy literami wielkimi. Wolałem przyjąć tę drugą metodę, którą wypróbowałem z powodzeniem podczas kilkunastoletniej praktyki.

Co do rozwlekłości w stylu, to stosowałem takie zwroty, jakie podano w tekście krytyki, w przykładach liczbowych, przeznaczonych dla początkujących.

Czy w wydawnictwie o poziomie dla inżynierów i techników potrzebne są schematy „typowych pionów i tabliczek rozdzielczych”? Jeżeli instalatorzy (zapewne z głębokiej prowincji) nie umieją ich „porządnie narysować”, to niech ukończą szkoły dokształcające lub nabędą którykolwiek z dotąd wydanych podręczników dla monterów. Niektóre oznaczenia na schematach instalacyjnych domowych należy znormalizować jako uzupełnienie P. N. E. 2 z r. 1927. W tym celu projekt P. N. E. 20 ukazał się w numerze 9-ym Prz. El. z r. 1933, a więc już po wydrukowaniu „Elektryka”. Nawet obszerne „Przepisy bud. i ruchu” P. N. E. 10 z r. 1932 oznaczeń tych nie podały, —zapewne wskutek spodziewanej normalizacji.

A teraz co do strony językowej. — Pod tym względem zbyt surowo potraktował Sz. Krytyk takie autorytety, jak „Słownik elektrotechniczny” ś. p. prof. Wysockiego z r. 1929

i urzędowe wydawnictwo przepisów M. R. P. z dn. 19 listopada 1930 r., nazywając ogólnie przyjęty termin „przyłącze” — „poprostu okropnym”. Na zapytanie „dlaczego nie złącze?” chętnie wyjaśnię: w tym samym słowniku znajdzie Sz. Krytyk, że złącze i złączka oznaczają zupełnie inne przedmioty, a wprowadzanie jeszcze nazwy „złącze” byłoby ryzykowne i prowadziłoby do nieporozumień. Ponieważ słownictwo przeznaczone jest dla szerokiego ogółu pracowników w przemyśle i handlu elektrycznym, więc w celu łatwiejszego zrozumienia wolałbym nazwę wyłącznik „rozprężny” obok nazwy „ekspansyjny”.

P. inż. Z. Grabowski pisze: „Zarzut Sz. Krytyka, że rozdział „Elektrownie i Podstacje” zawiera zbyt mało schematów jest słuszny, lecz niestety szczupłe ramy wydawnictwa zmusiły mnie do umieszczenia tylko schematów najważniejszych.

Stosownie do celów wydawnictwa starałem się dać czytelnikowi jak najwięcej wiadomości i liczb praktycznych i pod tym względem uwagi Sz. Krytyka wydają się być niesłuszne. I tak niemal cała I część „Główne podstawy projektowania elektrowni” oraz XII część „Gospodarka elektryczna” składają się z wiadomości i danych praktycznych; w pozostałych częściach również ich nie skąpiłem. Szkoda, że Sz. Krytyk ograniczył się tylko do ogólnikowej wzmianki i nie wskazał na miejsca, w których braki te zauważył.

Następnie Sz. Krytyk uczynił zarzut, że w schematach rys. 16 na str. 384 i rys. 18 na str. 387 uziemienia ochronne są opuszczone wzgl. nieprawidłowo zaznaczone. Uwagę tę uważam o tyle za niesłuszną, że właściwie schematy **podstawowe** (a więc nie **montażowe**), które podałem w „Elektryku” dla przejrzystości, nie powinny zawierać żadnych uziemień ochronnych, lecz tylko uziemienia, niezbędne dla ruchu, trudno bowiem umieścić w schemacie tak małego formatu (5 × 6 cm) całą dodatkową sieć ochronnych uziemień. Słuszną jest uwaga Sz. Krytyka o tyle, że uziemienia ochronne powinny być podane przy samych przyrządach, lecz w takim przypadku należałoby podać również wszystkie inne uziemienia ochronne, jako to oznaczonych na schemacie maszyn, części wyłączników olejowych i t. p., co schemat zbyt skomplikowałoby i uczyniłoby go nieczytelnym. Zastosowane przezemnie uproszczone wskazania uziemień uważam za dopuszczalne, wobec tego, że praktyczny sposób wykonania uziemienia podany został na str. 401 i 402. Zaznaczam, że jedynie obszerne schematy montażowe mogą zawierać wszystkie szczegóły uziemień.

Sz. Krytyk zarzuca mi następnie, że przy urządzeniach przeciwprzepięciowych zupełnie pominąłem odgromniki różkowe. Zarzut ten jest bezprzedmiotowy, gdyż „Elektryk” zawiera wzmiankę o przyrządach tych na str. 399.”

Umieszczając powyższe repliki, Redakcja zamyka dyskusję w sprawie „Elektryka”.

