

# PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH

pod naczelnym kierunkiem prof. M. POŻARYSKIEGO.

Rok XVI.

15 Sierpnia 1934 r.

Zeszyt 16.

Redaktor inż. WACŁAW PAWŁOWSKI

Warszawa, Czackiego 5, tel. 690-23.

## WIELKOŚCI FIZYCZNE I ICH WYMIARY

Dr. Witold Pogorzelski

Prof. Politechniki Warszawskiej.

(Dokończenie)

501:531.7

### 4. Wielkości elektromagnetyczne.

Wiadomo, iż w nauce o elektryczności rozróżniamy trzy układy wielkości elektromagnetycznych: układ elektrostatyczny (ES), układ elektromagnetyczny (EM) i układ Gaussa.

1) W układzie elektrostatycznym określamy nową wielkość pochodną, podporządkowaną elektryczności przewodnika i zwaną ładunkiem elektrycznym  $q_1$  lub  $q_2$ , wyrażając prawo elektryczne Coulomba o sile przyciągania  $f$  w próżni w postaci wzoru

$$f = \frac{q_1 q_2}{r^2} \dots \dots \dots (17)$$

gdzie  $r$  oznacza odległość przyciągających się cząstek naładowanych; nadto siła  $f$  ma tu definicję dynamiczną, to znaczy jest iloczynem miary pewnej masy przez pewne przyspieszenie. Przyjęcie postaci (17) prawa Coulomba pozwala określić ładunki  $q_1$  i  $q_2$  jako wynik działań matematycznych nad wielkościami podstawowymi, jeśli bowiem  $f_1$  i  $f_2$  są siłami oddziaływania ładunku pomocniczego  $x$  na ładunki  $q_1$  i  $q_2$  w odległościach  $r_1$ ,  $r_2$ , to

$$f_1 = \frac{q_1 x}{r_1^2}; f_2 = \frac{q_2 x}{r_2^2}$$

i wtedy z dwóch równań

$$\frac{q_1}{q_2} = \frac{f_1 r_2^2}{f_2 r_1^2}; q_1 q_2 = f r^2$$

określimy  $q_1$  i  $q_2$  jako wynik działań nad miarami  $r$ ,  $r_1$ ,  $r_2$  i miarami  $f$ ,  $f_1$ ,  $f_2$ , z których każda jest iloczynem pewnej masy przez pewne przyspieszenie.

Następnie określamy masę magnetyczną  $m_1$  lub  $m_2$ , wyrażając magnetyczne prawo Coulomba o sile przyciągania  $f$  w próżni w postaci wzoru:

$$f = c^2 \frac{m_1 m_2}{r^2} \dots \dots \dots (18)$$

gdzie  $c$  jest stałą uniwersalną równą prędkości światła w próżni i wynosząca:

$$c = 3 \cdot 10^{10} \text{ cm sek}^{-1} \dots \dots \dots (19)$$

Jeśli teraz określimy natężenie prądu elektrycznego  $i$  w układzie (ES), jako stosunek przepływającego ładunku elektrycznego w układzie (ES) do odpowiedniej miary czasu, to wtedy prawo Biot-Savarta dla siły  $f$ , wywieranej na biegun magnetyczny, posiadający masę magnetyczną  $m$ , wobec prądu o natężeniu  $i$ , płynącego w elemencie łuku  $dl$ , wyrazi się w postaci

$$f = \frac{m \cdot i \cdot dl \cdot \sin \alpha}{r^2} \dots \dots \dots (20)$$

gdzie  $r$  oznacza długość wektora, łączącego biegun magne-

tyczny z elementem łuku, zaś  $\alpha$  kąt, który tworzy powyższy wektor z kierunkiem prądu.

2) W układzie elektromagnetycznym określamy ładunek elektryczny  $Q_1$  lub  $Q_2$  i masę magnetyczną  $M_1$  lub  $M_2$ , wyrażając prawo elektryczne Coulomba w postaci wzoru

$$f = c^2 \frac{Q_1 Q_2}{r^2} \dots \dots \dots (21)$$

prawo zaś magnetyczne Coulomba w postaci wzoru

$$f = \frac{M_1 M_2}{r^2}$$

Wtedy zachowujemy tę samą postać wzoru dla prawa Biot-Savarta:

$$f = \frac{M I dl \sin \alpha}{r^2} \dots \dots \dots (22)$$

jeśli natężenie prądu  $I$  oznacza teraz stosunek przepływającego ładunku elektrycznego w układzie (EM) do odpowiedniego przeciągu czasu.

3) W układzie Gaussa ładunek elektryczny ma tę samą definicję, co w układzie (ES), masa magnetyczna tę samą definicję, co w układzie (EM) i wobec tego prawo Biot-Savarta wyrazi się wzorem

$$f = \frac{1}{c} \frac{M \cdot i \cdot dl \cdot \sin \alpha}{r^2} \dots \dots \dots (23)$$

Powyższe określenia wielkości elektromagnetycznych, jako pochodnych od długości, masy i czasu, słuszne są przy dowolnym wyborze jednostki długości, masy i czasu.

Z określeń powyższych wynika, że gdy elektryczności, znajdującej się na pewnym przewodniku, podporządkujemy wielkość  $q$ , zwaną ładunkiem elektrycznym w układzie elektrostatycznym i tej samej elektryczności wielkość  $Q$ , zwaną ładunkiem elektrycznym w układzie elektromagnetycznym, to między powyższymi dwiema różnymi wielkościami mamy związek

$$Q = \frac{q}{c} \dots \dots \dots (24)$$

prawdziwy przy dowolnym wyborze jednostek długości, masy i czasu.

Ponieważ dalej natężenie prądu określamy, jako stosunek przepływającego ładunku do czasu, jeśli więc pewnemu prądowi elektrycznemu podporządkujemy natężenie w układzie (ES)

$$i = \frac{q}{t}$$

i temu samemu prądowi natężenie w układzie (EM)

$$I = \frac{Q}{t}$$



to między powyższymi dwiema wielkościami  $i$  oraz  $I$  będziemy mieli związek

$$I = \frac{i}{c} \dots \dots \dots (25)$$

prawdziwy też w dowolnym układzie jednostek podstawowych. Musimy podkreślić, gdyż jest to właśnie zasadnicze, iż przejście we wzorach fizycznych od układu elektrostatycznego do układu elektromagnetycznego, nie jest bynajmniej zmianą jednostek, analogiczną do zmiany jednostek długości, masy i czasu; wielkości układu elektromagnetycznego mają prosto inną definicję, niż wielkości układu elektromagnetycznego, nie należy przeto mówić o wzorach fizycznych w układzie jednostek (ES) lub (EM), lecz o wzorach fizycznych w układzie wielkości (ES) lub (EM). Zgodnie z poprzednimi rozważaniami, natężenie prądu nie jest to bynajmniej coś istniejącego poza liczbą umówioną; istnieje zjawisko prądu elektrycznego i temu samemu zjawisku możemy podporządkować bądź wielkość  $i$ , zwaną natężeniem prądu w układzie (ES), bądź inną wielkość fizyczną  $I$ , zwaną natężeniem prądu w układzie (EM) i związana z poprzednią wzorem (25).

Według uwagi, uczynionej w poprzednim artykule, jednostki wielkości elektromagnetycznych wypływają z definicji tych wielkości. Więc, z uwagi na związek

$$f = \frac{q^2}{r^2},$$

określający ładunek elektryczny  $q$  w układzie (ES) w zależności od siły przyciągania  $f$  i od odległości  $r$ , otrzymamy, że gdy  $q_0$  jest ładunkiem elektrycznym w układzie (ES) gdy miary  $cm$ ,  $g$ ,  $sek$  są równe jednościami, to ogólne wyrażenie ładunku  $q$  w dowolnym układzie jednostek długości, masy i czasu będzie następujące:

$$q = q_0 \text{ cm}^{\frac{3}{2}} \text{ g}^{\frac{1}{2}} \text{ sek}^{-1} \dots \dots \dots (26)$$

gdzie czynniki zmienne  $cm$ ,  $g$ ,  $sek$  oznaczają, jak poprzednio, miary jednostek o tej samej nazwie przy użyciu dowolnych i niezależnych od siebie jednostek długości, masy i czasu. Z wyrażenia (26) wynika, że gdy  $i_0$  jest natężeniem prądu w układzie (EM), przy użyciu  $cm$ ,  $g$ ,  $sek$  jako jednostek podstawowych, to wartość natężenia prądu przy dowolnym wyborze jednostek podstawowych będzie

$$i = i_0 \text{ cm}^{\frac{3}{2}} \text{ g}^{\frac{1}{2}} \text{ sek}^{-2} \dots \dots \dots (27)$$

Jeśli natężenie  $i_0 = 1$ , to otrzymamy wtedy następujące wyrażenie jednostki natężenia prądu w układzie (ES)

$$\text{jedn. nat. prądu (ES)} = \text{cm}^{\frac{3}{2}} \text{ g}^{\frac{1}{2}} \text{ sek}^{-2} \dots \dots \dots (28)$$

Powyższe pojęcie matematyczne jednostki natężenia prądu w układzie (ES) kojarzyć należy z pewnym prądem elektrycznym, którego działanie elektromagnetyczne objawia się zgodnie z prawem Biot-Savarta (20). Według wzorów (25) i (27), prądowi o natężeniu  $i$  w układzie (ES) odpowiada natężenie w układzie (EM) następujące:

$$I = \frac{i_0}{c} \text{ cm}^{\frac{3}{2}} \text{ g}^{\frac{1}{2}} \text{ sek}^{-2}$$

a więc

$$I = \frac{i_0}{3 \cdot 10^{10}} \text{ cm}^{\frac{3}{2}} \text{ g}^{\frac{1}{2}} \text{ sek}^{-1} = I_0 \text{ cm}^{\frac{1}{2}} \text{ g}^{\frac{1}{2}} \text{ sek}^{-1} \dots \dots (29)$$

Stąd wynika, że natężenie prądu  $I_0$  w układzie (EM) (przy użyciu jednostek C. G. S.) będzie równe jednościami, gdy  $i_0 = 3 \cdot 10^{10}$ , a więc wyrażenie ogólne jednostki natężenia prądu w układzie (EM) będzie następujące:

$$\text{jednostka nat. prądu (EM)} = \text{cm}^{\frac{1}{2}} \text{ g}^{\frac{1}{2}} \text{ sek}^{-1} \dots \dots (30)$$

Na tle właśnie wyrażen jednostek natężenia prądu w układzie (ES) i (EM) zachodzą pewne nieporozumienia; mianowicie bardzo jest rozpowszechnione pisanie związku

$$\text{jedn. nat. prądu (EM)} = c \cdot \text{jedn. nat. prądu (ES)} \dots (31)$$

lub też

$$\text{jedn. nat. prądu (EM)} = 3 \cdot 10^{10} \text{ jedn. nat. prądu (ES)}$$

będącego w zupełnej sprzeczności z otrzymanymi przez nas wyrażeniami jednostek (28) i (30). Otóż nieporozumienie wynika właśnie z traktowania natężenia prądu w obu układach, jako tej samej wielkości fizycznej i utożsamiania natężenia prądu z samym prądem, t. j. ruchem elektryczności, który wielkością nie jest, lecz zjawiskiem przyrody. Mianowicie, zamiast pisać niesłuszny związek (31), należy powiedzieć, że ten sam prąd elektryczny, którego natężenie w układzie (EM) wynosi  $I_0 = 1$ , ma natężenie w układzie (ES)  $i_0 = 3 \cdot 10^{10}$ ; przy dowolnym zaś wyborze jednostek podstawowych, wyrazimy, że gdy dla pewnego prądu jego natężenie w układzie (ES) wynosi

$$i = 3 \cdot 10^{10} \text{ cm}^{\frac{3}{2}} \text{ g}^{\frac{1}{2}} \text{ sek}^{-2}$$

to natężenie tego samego prądu w układzie (EM) wyniesie

$$I = 1 \text{ cm}^{\frac{1}{2}} \text{ g}^{\frac{1}{2}} \text{ sek}^{-1}$$

Zaznaczamy, iż z samego porównania wyrażen jednostek (28) i (30) wielkości  $i$  i  $I$  nie można wyprowadzać wniosku co do stosunku samych wielkości, stosunek ten jest dopiero określony umówionym związkiem

$$I = \frac{i}{c}$$

Tablice dla przejścia od układu (ES) wielkości do układu (EM) wielkości powinny więc podawać związki między odpowiadającymi sobie wielkościami w jednym i drugim układzie, a nie między ich jednostkami (np. w rodzaju jedn. (EM) ładunku =  $3 \cdot 10^{10}$  jedn. (ES) ładunku), co się często praktykuje.

W celu poparcia jeszcze powyższego argumentowania, weźmy następujący, dobrze znany w fizyce współczesnej, wzór

$$m = \frac{\varepsilon}{c^2} \dots \dots \dots (32)$$

wyrażający masę  $m$ , którą przypisujemy energii  $\varepsilon$ , według zasady równoważności masy i energii. Otóż, analogicznie do rozumowania poprzedniego, gdy

$$\varepsilon = 9 \cdot 10^{20} \text{ erg},$$

to odpowiednia masa tej energii wynosi

$$m = 1 \text{ gr}$$

nie napiszemy jednak związku matematycznego

$$1 \text{ gr} = 9 \cdot 10^{-20} \text{ erg},$$

mamy bowiem, zgodnie z umową formalną

$$\text{erg} = \text{cm}^2 \text{ g} \text{ sek}^{-2}$$

Co się tyczy innych wielkości, mających tę samą nazwę w układzie (ES) i układzie (EM), nastęrczają się uwagi analogiczne. A więc np. potencjał elektryczny w układzie (ES) i układzie (EM) jest stosunkiem pewnej energii do ładunku elektrycznego, a zatem, na podstawie związku (24), jeśli  $u$  oznacza potencjał przewodnika w układzie (ES), zaś  $U$  potencjał tegoż przewodnika w tych samych warunkach w układzie (EM), to między temi dwiema wielkościami mamy związek

$$U = cu;$$

jednostka zaś w układzie (ES) ma postać  $\text{cm}^{\frac{1}{2}} \text{ g}^{\frac{1}{2}} \text{ sek}^{-1}$  a w układzie (EM) postać  $\text{cm}^{\frac{3}{2}} \text{ g}^{\frac{1}{2}} \text{ sek}^{-2}$ . Wobec tego, iż pojemność elektryczna przewodnika jest w obu ukła-

dach stosunkiem przyrostu ładunku do odpowiedniego przyrostu potencjału, więc związek między pojemnością  $C_{ES}$  przewodnika w układzie (ES) i pojemnością  $C_{EM}$  tegoż przewodnika w układzie (EM) będzie następujący

$$C_{EM} = \frac{1}{c^2} C_{ES};$$

jednostka natomiast ma w układzie (ES) wyrażenie  $cm$ , w układzie zaś (EM) wyrażenie  $cm^{-1} sek^2$ .

Nadmieniamy jeszcze raz, że dwie wielkości, podporządkowane różnym pojęciom fizycznym, mogą mieć jednak ten sam wymiar, a nawet mogą być określone formalnie przez wzory matematyczne o tej samej budowie; niema żadnej sprzeczności logicznej, jeśli napiszemy np. w układzie Gaussa dla ładunku elektrycznego wzór

$$q = q_0 \text{ cm}^{\frac{3}{2}} \text{ g}^{\frac{1}{2}} \text{ sek}^{-1}$$

i w tymże układzie dla masy magnetycznej wzór o tej samej budowie

$$m = m_0 \text{ cm}^{\frac{3}{2}} \text{ g}^{\frac{1}{2}} \text{ sek}^{-1};$$

wielkości pochodne są to bowiem liczby i mogą być przez nas wprowadzone w umówiony sposób jednakowo dla dwóch różnych zjawisk przyrody, które objawiają się formalnie identycznymi prawami. Możemy oczywiście, a nawet jest pożądane, aby dla jednostek wielkości pochodnych, mających ten sam wymiar, ale odpowiadających różnym zjawiskom przyrody, przyjąć różne nazwy, skracające to samo ich wyrażenie o postaci  $cm^\alpha g^\beta \text{ sek}^\gamma$ .

Uwagi powyższe o przejściu z jednego układu wielkości do drugiego, dotyczą również i wektorów, występujących w zjawiskach elektromagnetycznych, a które mają nazwy jednakowe w układzie (ES), (EM) i w układzie Gaussa. Rozważmy mianowicie podstawowe związki elektromagnetyczne między wielkościami w układzie Gaussa, najchętniej używanego przez teoretyków:

$$\frac{1}{c} \frac{\partial \bar{D}}{\partial t} + \frac{4\pi}{c} \bar{i} = \text{rot } \bar{H}; \quad -\frac{1}{c} \frac{\partial \bar{B}}{\partial t} = \text{rot } \bar{K}$$

$$\text{div } \bar{D} = 4\pi\rho; \quad \text{div } \bar{B} = 0 \dots \dots \dots (33)$$

W równaniach tych wektor  $\bar{D}$  jest indukcją elektryczną, wektor  $\bar{K}$  natężeniem pola elektrycznego, wektor  $\bar{B}$  indukcją magnetyczną, wektor  $\bar{H}$  natężeniem pola magnetycznego, wektor  $\bar{i}$  gęstością prądu elektrycznego, skalar  $\rho$  gęstością przestrzenną elektryczności. Otóż, przechodząc od układu Gaussa do układu (ES), zachowujemy bez zmiany wektory  $\bar{K}$ ,  $\bar{D}$ ,  $\bar{i}$  oraz skalar  $\rho$ , natomiast wprowadzamy nowe wektory

$$\bar{H}' = c \bar{H}; \quad \bar{B}' = \frac{1}{c} \bar{B} \dots \dots \dots (34)$$

(zgodnie z definicją iloczynu skalara przez wektor) nazywając je tak samo natężeniem pola magnetycznego i indukcją magnetyczną. Układ równań (33) przybierze wtedy postać następującą:

$$\frac{\partial \bar{D}}{\partial t} + 4\pi \bar{i} = \text{rot } \bar{H}'; \quad -\frac{\partial \bar{B}'}{\partial t} = \text{rot } \bar{K}$$

$$\text{div } \bar{D} = 4\pi\rho; \quad \text{div } \bar{B}' = 0 \dots \dots \dots (33')$$

Przechodząc zaś od układu wielkości Gaussa do układu (EM), zachowujemy wektory  $\bar{H}$  i  $\bar{B}$ , wprowadzamy natomiast nowe wektory

$$\bar{K}' = c \bar{K}; \quad \bar{D}' = \frac{1}{c} \bar{D}; \quad \bar{i}' = \frac{1}{c} \bar{i} \dots \dots \dots (35)$$

oraz nowy skalar  $\rho' = \frac{1}{c} \rho$ , wtedy równania (33) przyjmą postać

$$\frac{\partial \bar{D}'}{\partial t} + 4\pi \bar{i}' = \text{rot } \bar{H}; \quad -\frac{\partial \bar{B}}{\partial t} = \text{rot } \bar{K}'$$

$$\text{div } \bar{D}' = 4\pi\rho'; \quad \text{div } \bar{B} = 0 \dots \dots \dots (33'')$$

Równania (33), (33'), (33'') są prawdziwe przy dowolnym wyborze jednostek długości, masy i czasu.

Gdy ośrodek jest izotropowy, to, w każdym z trzech układów wielkości, nazywamy *przenikalnością elektryczną* ośrodka  $\epsilon$  stosunek miary indukcji elektrycznej do miary natężenia pola elektrycznego, *przenikalnością zaś magnetyczną*  $\mu$  stosunek miary indukcji magnetycznej do miary natężenia pola magnetycznego. Otóż, na podstawie definicji, którą tu pominiemy, miara wektora  $\bar{D}$  i miara wektora  $\bar{K}$  mają w układzie Gaussa oraz układzie (ES) ten sam wymiar jako ilorazy pewnej siły przez ładunek elektryczny, podobna uwaga dotyczy wektorów  $\bar{B}$  i  $\bar{H}$  w układzie Gaussa oraz w układzie (EM). A więc przenikalność elektryczna  $\epsilon$  w układzie Gaussa oraz (ES) jest liczbą „oderwaną” (równą 1 dla próżni), to znaczy niezależną od wyboru jednostek podstawowych, w układzie (EM) natomiast, na mocy związków (35), przenikalność elektryczna  $\epsilon_{EM}$  jest nową wielkością, związaną z przenikalnością w układzie (ES) równością

$$\epsilon_{EM} = \frac{1}{c^2} \epsilon_{ES}$$

Przenikalność zaś magnetyczna  $\mu$  jest liczbą oderwaną w układzie Gaussa oraz w układzie (EM), w układzie natomiast (ES) jest inną wielkością  $\mu_{ES}$ , związaną z powyższą  $\mu_{EM}$  na mocy związków (34), równością

$$\mu_{ES} = \frac{1}{c^2} \mu_{EM}$$

### 5. Uwaga, dotycząca układu praktycznego.

Układ praktyczny wynika z układu elektromagnetycznego wielkości prosto wskutek wyrażenia tych wielkości przez pewne wielokrotności lub części jednostek, dogodnie w praktyce. Otóż, na podstawie naszych poprzednich rozważań nad wielkościami, wykażemy, iż są możliwe dwie interpretacje formalne przejścia od układu (EM) do układu praktycznego, będące właśnie przyczyną pewnych nieporozumień.

W pierwszej interpretacji bierzemy pod uwagę pewne określone natężenie prądu równe  $\frac{1}{10}$  jedn. nat. (EM) i nazywamy tę wielkość *amperem*, pisząc w skróceniu

$$\text{amp} = \frac{1}{10} \text{ cm}^{\frac{1}{2}} \text{ g}^{\frac{1}{2}} \text{ sek}^{-1} \dots \dots \dots (36)$$

A więc natężenie prądu w układzie (EM)

$$I = I_0 \text{ cm}^{\frac{1}{2}} \text{ g}^{\frac{1}{2}} \text{ sek}^{-1}$$

$$\text{I} = 10 I_0 \text{ amp} \dots \dots \dots (37)$$

Podobnie umawiając się, iż symbol *wolt* oznacza potencjał równy  $10^8$  jedn. pot. (EM), to znaczy

$$\text{wolt} = 10^8 \text{ cm}^{\frac{3}{2}} \text{ g}^{\frac{1}{2}} \text{ sek}^{-2}, \dots \dots \dots (38)$$

napiszemy wyrażenie potencjału  $U$  w układzie (EM) w postaci

$$U = U_0 \text{ cm}^{\frac{3}{2}} \text{ g}^{\frac{1}{2}} \text{ sek}^{-2} = U_0 10^{-8} \text{ wolt} \dots \dots (39)$$

Ładunek elektryczny, przeniesiony przez prąd o natężeniu *ampera*, zwiemy *coulombem* i napiszemy

$$\text{coulomb} = \text{amp} \cdot \text{sek} = \frac{1}{10} \text{ cm}^{\frac{1}{2}} \text{ g}^{\frac{1}{2}}$$

Jednostka pojemności w układzie praktycznym, zwana *faradem*, jako związana z *coulombem* i *woltem*, wyrazi się w zależności od jednostki (EM) w ten sposób:

$$\text{farad} = \frac{\text{coulomb}}{\text{wolt}} = \frac{1}{10} \frac{\text{cm}^{\frac{1}{2}} \text{g}^{\frac{1}{2}}}{10^8 \text{cm}^{\frac{3}{2}} \text{g}^{\frac{1}{2}} \text{sek}^{-2}} = 10^{-9} \text{cm}^{-1} \text{sek}^2$$

przewodnik o pojemności *farada* będzie więc miał pojemność w układzie elektrostatycznym następującą:

$$C_{ES} = \text{farad} \cdot c^2 = 9 \cdot 10^{11} \text{cm}$$

Otóż w takim ujęciu formalnym, wielkości elektromagnetyczne są identyczne z wielkościami w układzie (*EM*) i związki fizyczne między symbolami ogólnymi wielkości będą takie same, jak w układzie (*EM*); należy tylko pamiętać, aby, w razie podstawienia do wzorów na miejsce symbolów ogólnych wielkości ich wartości liczbowe w układzie praktycznym, nie opuszczać mianowań *amp.*, *wolt* i t. p., lecz traktować je jako skróty pewnych wyrażeń (36) i (38). Druga interpretacja układu praktycznego polega na tem, iż dla tego samego prądu o natężeniu *I* wprowadzamy nową wielkość fizyczną

$$I' = 10 I = 10 I_0 \text{cm}^{\frac{1}{2}} \text{g}^{\frac{1}{2}} \text{sek}^{-1} \dots \dots \dots (40)$$

i powiemy, iż miara nowego natężenia  $I_0' = 10 I_0$  będzie równa jedności, gdy miara natężenia tego samego prądu w układzie (*EM*) wynosi  $I_0 = 1/10$ . Ponieważ wielkość *I'* ma ten sam wymiar, co i wielkość *I*, więc jednostka wielkości *I'* wyrazi się tak samo jak i wielkość *I*; dla odróżnienia jednostkę wielkości *I'* nazwiemy *amperem* i napiszemy teraz

$$\text{amp} = \text{cm}^{\frac{1}{2}} \text{g}^{\frac{1}{2}} \text{sek}^{-1} \dots \dots \dots (41)$$

jednostka ta odpowiada jednak  $1/10$  jednostki wielkości *I* o tem samym wyrażeniu  $\text{cm}^{\frac{1}{2}} \text{g}^{\frac{1}{2}} \text{sek}^{-1}$ .

Otóż w drugiej interpretacji układu praktycznego, wzory, zawierające nową wielkość *I'*, będą odmienne niż w układzie (*EM*). Weźmy jako przykład wzór

$$f = \frac{2 I_1 I_2 l}{r} \dots \dots \dots (42)$$

który wyraża siłę *f* z jaką się przyciągają odcinki *l* drutów równoległych nieskończenie długich w odległości *r*, w których płyną prądy zgodnie zwrócone o natężeniach *I*<sub>1</sub> i *I*<sub>2</sub> w układzie (*EM*). Przypuśćmy, iż

$$I_1 = 2 \text{ amp.}; I_2 = 3 \text{ amp.}; l = 7 \text{ cm}; r = 2 \text{ cm};$$

w pierwszej interpretacji wielkości praktycznych, wzór (42) stosuje się bez zmiany, pod warunkiem aby traktować symbol *amp.*, jako skrót wyrażenia

$$\frac{1}{10} \text{cm}^{\frac{1}{2}} \text{g}^{\frac{1}{2}} \text{sek}^{-1}$$

mamy wtedy

$$f = \frac{2 \cdot 2 \text{ amp} \cdot 3 \text{ amp} \cdot 7 \text{ cm}}{2 \text{ cm}} = 42 (\text{amp})^2 = 42 \left( \frac{1}{10} \text{cm}^{\frac{1}{2}} \text{g}^{\frac{1}{2}} \text{sek}^{-1} \right)^2 = 0,42 \text{ cm g sek}^{-2} = 0,42 \text{ dyn}$$

W drugiej interpretacji wprowadzamy nowe wielkości

$$I_1' = 10 I; I_2' = 10 I_2$$

i mamy wzór

$$f = \frac{2 I_1' I_2' l}{100 r}$$

w którym symbol *amp*, jako symbol jednostki nowej wielkości *I'*, traktować należy jako skrót wyrażenia  $\text{cm}^{\frac{1}{2}} \text{g}^{\frac{1}{2}} \text{sek}^{-1}$  takiego samego jak dla jednostki (*EM*) nat. prądu. Otrzymamy wtedy

$$f = \frac{2 \cdot 2 \text{ amp} \cdot 3 \text{ amp} \cdot 7 \text{ cm}}{100 \cdot 2 \text{ cm}} = 0,42 (\text{amp})^2 = 0,42 (\text{cm}^{\frac{1}{2}} \text{g}^{\frac{1}{2}} \text{sek}^{-1})^2 = 0,42 \text{ dyn}$$

Powyższe uwagi wyjaśniają pewne nieporozumienia w rachunkach liczbowych nad wielkościami w układzie praktycznym.

### 6. Uwagi, dotyczące artykułów prof. S. Fryze i inż. Cz. Rajskiego.

W artykule p. t. „Jednostki fizyczne i techniczne” (Przeгляд Elektrot. r. 1933) prof. Fryze wskazuje na pewne sprzeczności, jakie, zdaniem jego, powstają na gruncie układów wielkości elektromagnetycznych. A mianowicie prof. Fryze twierdzi, w szczególności, iż stosowanie dla jednostek wielkości symbolów o postaci  $\text{cm}^\alpha \text{g}^\beta \text{sek}^\gamma$  prowadzi do sprzeczności, bo skoro jednostka ładunku w układzie (*EM*) jest  $3 \cdot 10^{10}$  razy większa od jednostki ładunku (*ES*), to możemy napisać

$$1 \text{ jedn. ładunku (EM)} = 3 \cdot 10^{10} \text{ jedn. ład. (ES)} \dots (43)$$

to znaczy

$$1 \text{ cm}^{\frac{1}{2}} \text{g}^{\frac{1}{2}} = 3 \cdot 10^{10} \text{ cm}^{\frac{3}{2}} \text{g}^{\frac{1}{2}} \text{sek}^{-1} \dots \dots \dots (43')$$

a stąd wynikłaby równość sprzeczna

$$1 = 3 \cdot 10^{10} \text{ cm} \cdot \text{sek}^{-1} \dots \dots \dots (44)$$

Otóż, według naszych poprzednich rozważań, sprzeczność ta nie oznacza bynajmniej, iż do jednostek nie można stosować symboli o postaci  $\text{cm}^\alpha \text{g}^\beta \text{sek}^\gamma$ , lecz wynika z traktowania ładunku elektrycznego w układzie (*ES*) i (*EM*) jako tę samą wielkość fizyczną, gdy tymczasem, jak wykazywaliśmy, są to wielkości różne. Jeśli bowiem elektryczności pewnego ciała podporządkujemy ładunek w układzie (*EM*)

$$Q = 1 \text{ jedn. ład. (EM)} = 1 \text{ cm}^{\frac{1}{2}} \text{g}^{\frac{1}{2}}$$

i tej samej elektryczności inną wielkość, zwaną ładunkiem w układzie (*ES*)

$$q = 3 \cdot 10^{10} \text{ cm}^{\frac{3}{2}} \text{g}^{\frac{1}{2}} \text{sek}^{-1}$$

to bynajmniej *nie mamy prawa*, z racji tożsamości pewnego czynnika fizycznego, pisać równości matematycznej następującej między wielkościami *Q* i *q*:

$$1 \text{ cm}^{\frac{1}{2}} \text{g}^{\frac{1}{2}} = 3 \cdot 10^{10} \text{ cm}^{\frac{3}{2}} \text{g}^{\frac{1}{2}} \text{sek}^{-1}$$

związek bowiem istotny, jak wiemy, ma postać  $q = Qc$ .

W artykule cytowanym prof. Fryze twierdzi na str. 5, iż „pojęcie każdej wielkości fizycznej jest tylko jedno; jedno jest pojęcie siły, jedno pojęcie naboju (ładunku) elektrycznego i t. d.”. Jak wynika z naszych poprzednich rozważań, stanowisko takie jest niepoprawne pod względem teorjopoznawczym, wielkości fizyczne bowiem nie są dane *a priori*, lecz, na podstawie obserwacji zjawisk przyrody, są *umówionymi tworem naszego umysłu* z dużym stopniem dowolności. Można by np. utworzyć nieskończenie wieloma sposobami różne układy wielkości fizycznych, występujących w umówiony sposób w równaniach, opisujących zjawiska elektromagnetyczne.

Opierając się na swej zasadzie „jednego pojęcia danej wielkości fizycznej”, prof. Fryze twierdzi, że jednostki fizyczne w układzie (*ES*) i (*EM*) muszą być jednorodne między sobą, to znaczy, iż pewna wielokrotność jednostki w jednym układzie jest równa pewnej wielokrotności jednostki tejże wielkości w drugim.

Prof. Fryze uważa zatem, iż przejście od układu (*ES*) do układu (*EM*) jest poprostu zmianą jednostek, wskutek wyrażenia jednej jako wielokrotności drugiej, podobnie, jak przejście od układu (*EM*) do układu praktycznego. Otóż, przez zmianę dotychczasowych definicji wielkości, można by utworzyć układy, w których powyższa jednorodność jednostek miałyby miejsce, układy jednak (*ES*) i (*EM*) tej właściwości nie mają, jak wiemy z poprzednich rozważań.

Prof. Fryze jednak uważa, iż wymiaru wielkości nie należy mieszać z samą wielkością i sądzi, że unikniemy sprzeczności wyżej omawianych, wprowadzając dla jednostek pewne nazwy np. *elektro-coulomb* (skrót  $E C$ ) dla ładunku w układzie ( $ES$ ) i *magneto-coulomb* (skrót  $M C$ ) dla ładunku w układzie ( $EM$ ), pisząc wtedy, zamiast równości (43) równość

$$1_{M C} = 3 \cdot 10^{10} E C \dots \dots \dots (45)$$

Prof. Fryze uznaje jednocześnie, iż wymiary jednostek  $M C$  i  $E C$  są różne, bo pisze

$$\dim E C = \text{cm}^{\frac{3}{2}} \cdot \text{g}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{sek}^{-1}$$

$$\dim M C = \text{cm}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{g}^{\frac{1}{2}}$$

Powyższe stanowisko oddzielania wielkości od jej wymiaru uważam za niesłuszne, bo *wymiar wielkości pochodnej, to cecha zasadnicza zawarta w definicji samej wielkości i od niej nieodłączna*; w razie zmiany wymiaru, mamy do czynienia z odmienną wielkością. Inny zarzut prof. Fryzego, iż w razie przyjęcia symbolu  $\text{cm}^{\alpha} \cdot \text{g}^{\beta} \cdot \text{sek}^{\gamma}$ , jednostki różnych wielkości mogą mieć to samo wyrażenie, nie jest istotny, bo jak już mówiliśmy poprzednio, w fakcie tym niema żadnych sprzeczności, ani logicznych, ani teorjopoznawczych. Oczywiście wprowadzone przez prof. Fryzego skróty symbolów jednostek są pożądane, bo wskazują wyraźnie jakich wielkości dotyczą i ułatwiają pisanie, nie należy jednak pisać zależności (45), gdyż trzeba pamiętać, iż np.  $E C$  jako jednostka ładunku ( $ES$ ) to samo znaczy co  $\text{cm}^{\frac{3}{2}} \text{g}^{\frac{1}{2}} \text{sek}^{-1}$  i  $M C$  to samo co  $\text{cm}^{\frac{1}{2}} \text{g}^{\frac{1}{2}}$ , w razie zaś przejścia od układu ( $ES$ ) do ( $EM$ ) należy oprzeć się na zależności

$$Q = \frac{q}{c}$$

jeśli więc ładunek w układzie ( $ES$ ) wynosi

$$q = q_0 \text{cm}^{\frac{3}{2}} \text{g}^{\frac{1}{2}} \text{sek}^{-1} = q_0 E C$$

to wtedy ładunek w układzie ( $EM$ ) wynosi

$$Q = \frac{q_0 E C}{c} = \frac{q_0}{3 \cdot 10^{10} \text{cm}^{\frac{1}{2}} \text{g}^{\frac{1}{2}}} = \frac{q_0}{3 \cdot 10^{10} M C}$$

W artykule p. t. „O wymiarach wielkości fizycznych” (Przegląd Elektrot., maj 1934) inż. Cz. R a j s k i wskazuje na inną sprzeczność, która zdaniem jego wynika z porównania układów ( $ES$ ) i ( $EM$ ); oto, z uwagi na wymiary ładunku elektrycznego

$$L^{\frac{3}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1} \text{ i } L^{\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}}$$

w układach ( $ES$ ) i ( $EM$ ), twierdzi, że gdyby jednostkę długości 100-krotnie powiększyć, to „ta sama” jednostka ładunku w układzie ( $ES$ ) wzrosłaby 1000-krotnie, w układzie ( $EM$ ) zaś w innym stosunku, bo 10-krotnie. Otóż niema tu żadnej sprzeczności, bo jednostka ładunku w układzie ( $ES$ ) i jednostka ładunku w układzie ( $EM$ ), to jednostki dwóch pojęciowo odmiennych wielkości.

Co się tyczy pozbawionego dotychczas treści związku (44), to inż. R a j s k i próbuje go uczynić „zrozumiałym” przy pomocy *teorii szczególnej względności*. Inż. R a j s k i twierdzi, że skoro szczególna teoria względności bada zjawiska przyrody w przestrzeni czterowymiarowej, w której czas jest czwartą współrzędną, to wobec tego jednostka czasu jest uzależniona od jednostki długości i taką zależność upatruje właśnie w równości (44), pisząc

$$1 \text{ sek} = 3 \cdot 10^{10} \text{ cm} \dots \dots \dots (46)$$

Otóż takie wnioskowanie jest pewnym nieporozumieniem. Przy dotychczasowych bowiem umowach, dotyczących wielkości fizycznych i znaczenia czynników niez-

ależnych *cm, g, sek*, równość (46) jest pozbawionym treści wynikiem błędnego rozumowania i żadna teoria fizyczna nie może go „tłumaczyć”. Można naturalnie, jak wykażemy, wprowadzić inne umowy, które nadadzą treść równości (46), ale dla dokonania tego nie trzeba było czekać na negatywny wynik doświadczenia Michelsona i można to było zrobić również dobrze 40 lat temu, bez pomocy pojęć teorii względności, ale opierając się tylko na pewnych rozważaniach natury teorjopoznawczej.

Dla fizyka mianowicie czas (jako odpowiednik „formy” naszego poznania o tej samej nazwie) jest wielkością, której zmianę obserwujemy w pewnym zjawisku przyrody, przyjętem jako zegar. Badanie przebiegu w czasie każdego innego zjawiska polega na koordynacji przebiegu tego zjawiska z przebiegiem zjawiska, przyjętego jako zegar. Jako zegar służy powszechnie zjawisko obrotu wskazówki na tarczy, ujednostajnione drganiem wahadła i skoordynowane z zegarem podstawowym, którym jest zjawisko ruchu ziemi dokoła osi względem gwiazd; w tym przypadku jako miarę czasu można przyjąć odpowiedni kąt obrotu ziemi dokoła osi, można jednak również przyjąć długość łuku opisanego w ruchu ziemi przez punkt na równiku. Jako zegar służyć może trwały prąd wody w rurce, wtedy miarą czasu będzie przepływająca masa wody, od pewnej chwili początkowej. Jako zegar bardziej trwały, może służyć zjawisko rozchodzącej się perturbacji elektromagnetycznej w próżni, miarą czasu będzie wtedy droga przebyta przez perturbację.

Otóż jest rzeczą zasadniczą, iż niezależnie od natury zegara, a więc od tego, czy miarą czasu jest miara kąta, długości, lub masy, w razie definicji wielkości fizycznej, jako pochodnej od *długości, masy i czasu*, traktujemy *jednostkę czasu jako wielkość niezależną od jednostek długości i masy*, które użyto przy wyrażaniu miar długości  $l', l'', \dots$  i mas  $m', m'', \dots$  występujących w wyrażeniu wielkości pochodnej. Dlatego też symbol *sek* był w naszej umowie *zmienną niezależną* od zmiennej *cm* i *g*; umowa taka jest wygodna, bo pozwala zmieniać jednostkę czasu niezależnie od jednostek długości i masy. Nic nie stoi jednak na przeszkodzie, aby wprowadzić inną umowę; możemy się np. umówić, w przypadku gdy czasem, wskazywanym przez zegar, jest długość, aby jednostką czasu była jednostka długości obrana przy wyrażeniu odległości, występujących w równaniach fizycznych, więc np. można czas wyrażać w centymetrach; przy takiej umowie jednak czynnik zmienny *sek* we wzorach fizycznych przestaje być zmienną niezależną, a wyrazi się w zależności od czynnika *cm*.

Jeśli np. jako czas obierzemy odpowiednią drogę, przebytą przez sygnał świetlny, i czas ten będziemy mierzyli w tej samej jednostce *cm* co i długości inne we wzorach, to oznacza wtedy, iż między jednostką *sek* i *cm* *przyjmujemy* we wzorach fizycznych związek

$$\text{sek} = 3 \cdot 10^{10} \text{ cm} \dots \dots \dots (47)$$

Przy takiej dopiero *umowie* równość poprzednia (44) nabiera sensu. Nadmienimy jeszcze, iż podstawienie do wzorów fizycznych w wyrażeniu o postaci  $\text{cm}^{\alpha} \text{g}^{\beta} \text{sek}^{\gamma}$  wartości  $3 \cdot 10^{10} \text{ cm}$  na miejsce *sek* jest równoważne podstawieniu wszędzie iloczynu  $t' = ct$  na miejsce czasu  $t$ .

Podobnie, gdybyśmy np. jako czas przyjęli masę przepływającej wody w rurce to, przy odpowiedniej umowie, moglibyśmy uzależnić czynnik *sek* od czynnika *g* i wyrażać czas w gramach. Jak widzimy, rozważania powyższe wcale nie odwołują się do teorii względności i ta ostatnia, jak zobaczymy, wcale nas *nie zmusza* do uzależnienia jednostki czasu od jednostki długości.

Cóż bowiem czyni teoria względności? Oto dołącza do trzech współrzędnych przestrzennych ( $x, y, z$ ) czwartą współrzędną czas  $t$  i rozważa przestrzeń czterowymiarową pseudoeuklidesową, zbudowaną na podstawie następującego wyrażenia elementu linjowego

$$ds^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2 - c^2 dt^2.$$

Element powyższy jest niezmiennikiem w razie przejścia od współrzędnych ( $x, y, z, t$ ) do innych współrzędnych ( $x', y', z', t'$ ) na podstawie przekształceń linjowych Lorentza, to znaczy mamy

$$dx^2 + dy^2 + dz^2 - c^2 dt^2 = dx'^2 + dy'^2 + dz'^2 - c^2 dt'^2.$$

Otóż stąd wcale nie wynika, iż jednostka czasu *musi* być zależna od jednostki długości, bo jakkolwiek obierzemy układ ( $x', y', z', t'$ ) to wybór jednostki czasu jest zupełnie dowolny i niezależny od jednostki długości. Wskutek umowy  $sek = 3 \cdot 10^{10} \text{ cm}$ , uzależniającej jednostkę czasu od jednostki długości, prędkość będzie liczbą „oderwaną”, w szczególności prędkość światła będzie jednością i jak słusznie twierdzi inż. Rajs ki, oba układy ( $ES$ ) i ( $EM$ ) sprowadzą się do jednego, w którym wielkości będą pochodne tylko od długości i masy. Otóż można się *umówić*, aby taki układ wielkości przyjęć (choć byłby on niepraktyczny, spowodu braku niezależności jednostki czasu), ale teoria względności nas do tego bynajmniej nie zmusza; zaznaczymy następnie, iż dotychczasowe układy ( $ES$ ) i ( $EM$ ), w których trzy czynniki  $cm, g, sek$  są od siebie niezależne, są poprawne i przy racjonalnem ich traktowaniu do sprzeczności nie prowadzą.

Inż. Rajs ki, zachęcony „wykryciem” związku między  $cm$  i  $sek$ , wyraża nawet ogólną zasadę następującą: „jeśli, wychodząc z pewnych jednostek, przyjętych za podstawę, dochodzimy do różnych wyrażeń na jednostki pochodne, oznacza to, że jednostki podstawowe nie są niezależne od siebie”. Otóż, jeśli ktoś, wychodząc z pewnych jednostek podstawowych, otrzymał dwa różne wyrażenia  $cm^\alpha g^\beta sek^\gamma$  tej samej jednostki pochodnej, to oznacza tylko, że w rozumowaniu popełnił błąd i fakt taki nie może wskazywać, „że jeszcze czegoś nie wiemy” w dziedzinie fizyki. Wymiary i niezależność jednostek są to bowiem rzeczy *umówione* dość dowolnie i przyrównanie błędne dwóch różnych umówionych wymiarów nie może nas niczego nauczyć. W dalszym ciągu, jako przykład stosowania swej zasady, inż. Rajs ki porównywa wyrażenie, określające siłę przez prawo dynamiczne Newtona w postaci

$$f = m a \dots \dots \dots (48)$$

i wyrażenie siły przez prawo grawitacji Newtona

$$f = k \frac{m m'}{r^2} \dots \dots \dots (49)$$

Otóż, gdybyśmy siłę przyciągania dwóch mas  $m$  i  $m'$  wyrazili w postaci

$$f = k \frac{m m'}{r^2} \dots \dots \dots (50)$$

i uważali długość, czas i masę za wielkości podstawowe o jednostkach  $cm, g, sek$  od siebie niezależnych, to poję-

cie siły we wzorze (48) byłoby *odmienne* od pojęcia siły we wzorze (50), a więc przyrównanie wyrażeń

$$\frac{m m'}{r^2} = m' a \dots \dots \dots (51)$$

byłoby wtedy błędne i wynik stąd otrzymany o zależności czynnika  $g$  od  $cm$  i  $sek$  byłby sprzeczny z założeniem. Możemy jednak sprawę postawić inaczej, oto możemy uważać równanie (51) za określające masę, jako *nową wielkość* fizyczną  $\bar{m}$ , wielkość taka byłaby pochodna tylko od długości i czasu i miałaby wymiar  $L^3 T^{-2}$ , jej zaś jednostka wyrażenie  $cm^3 sek^{-2}$  (byłaby to masa ciała, które drugiemu ciału w odległości 1 cm nadaje, wskutek grawitacji, przyspieszenie 1  $cm \text{ sek}^{-2}$ ). Między dawną masą  $m$  i nową masą  $\bar{m}$  tego samego ciała istnieje związek

$$\bar{m} = km$$

gdzie  $k = 6.67 \cdot 10^{-8} \text{ cm}^3 \text{ g}^{-1} \text{ sek}^{-2}$ , jeśli więc masa zwykła pewnego ciała  $m$  równa się 1 gr, to masa nowa  $\bar{m}$  tego samego ciała wyniesie  $\bar{m} = 6.67 \cdot 10^{-8} \text{ cm}^3 \text{ sek}^{-2}$ , można tę masę nazwać gramem i napisać

$$g = 6.67 \cdot 10^{-8} \text{ cm}^3 \text{ sek}^{-2} \dots \dots (52)$$

ale  $g$  nie będzie tu miało tego znaczenia co poprzednio, jako czynnika niezależnego, lecz będzie miarą masy jako wielkości pochodnej od długości i czasu. W razie podstawienia nowej masy  $\bar{m}$  na miejsce  $m$  do wzorów fizycznych, uzyskamy nowe definicje wielkości fizycznych (np. siły  $f = \bar{m} a$ ), jako pochodnych tylko od długości i od czasu; formalnie zmiana ta będzie równoważna założeniu, iż w wyrażeniu  $cm^\alpha g^\beta sek^\gamma$  czynnik  $g$  zostaje zastąpiony przez wyrażenie  $6.67 \cdot 10^{-8} \text{ cm}^3 \text{ sek}^{-2}$ .

Otóż powyższy fakt, iż można określić masę, jako pochodną od długości i czasu jest dość dawno znany\*) i nie trzeba się uciekać, jak inż. Rajs ki, aż do teorii ogólnej względności, aby związek (52), po połączeniu ze związkiem (47), uczynić zrozumiałym. Teoria ogólna względności, wiążąc krzywiznę przestrzeni z gęstością masy, wykazuje, iż promień krzywizny wszechświata, wypełnionego materją jednorodną o gęstości  $\rho$ , jest związany z tą gęstością wzorem

$$R = c \sqrt{\frac{3}{4\pi k \rho}}$$

gdzie  $k$  jest stałą grawitacji,  $c$  prędkością światła; wzór ten jest jednak prawdziwy przy dowolnym wyborze jednostek długości, masy i czasu i nie wskazuje bynajmniej na istnienie zależności między czynnikami  $cm, g, sek$ , co może być tylko rzeczą umówioną.

\*) Patrz artykuł prof. W. Broniewskiego: O zredukowaniu liczby jednostek zasadniczych („Wiadomości Matematyczne”, tom XV rok 1911, lub „Journal de Chimie Physique” t. 10 (1912) p. 193).

# WYKREŚLNY SPOSÓB OTRZYMANIA CHARAKTERYSTYKI PRĄDU SILNIKÓW SZEREGOWYCH DLA DOWOLNEGO NAPIĘCIA NA ZACISKACH

Inż. Czesław Jaworski

621.317.6 : 621.333

Dla silników elektrycznych prądu stałego tak bocznikowych, jak i szeregowych, można napisać, nie uwzględniając wpływu siły elektromotorycznej, wywołanej reakcją twornika, następującą zależność:

$$n = \frac{U - RI}{N \cdot \Phi} \quad (1)$$

gdzie  $n$  — ilość obrotów,  $U$  — napięcie przyłożone do zacisków,  $R$  — oporność twornika,  $I$  — prąd,  $N$  — ilość zwojów i  $\Phi$  — strumień magnetyczny.

W silnikach bocznikowych strumień magnetyczny nie zależy od obciążenia, w szeregowych zaś zmienia się wprawdzie w dużych granicach, ale tylko do czasu nasycenia żelaza, poczem — praktycznie biorąc — pozostaje bez zmiany. Tak więc dla silników bocznikowych, zaś po rozruchu także i dla szeregowych, o które tu przedewszystkiem chodzi, można napisać:

$$n = K(U - RI) \quad (2)$$

gdzie  $K$  — stała proporcjonalności.

Jeśli napięcie przyłożone nie będzie  $U$ , lecz jakieś inne, np.  $U_1$ , wtedy odpowiednio obroty wyniosą:

$$n_1 = K(U_1 - RI); \quad (3)$$

stąd

$$\frac{n_1}{n} = \frac{U_1 - RI}{U - RI} \quad (4)$$

Zależność ta jest ogólnie znana i stosowana powszechnie, gdy chodzi o przeliczenie podanej przez fabrykę charakterystyki obrotów silnika w zależności od prądu na taką charakterystykę przy innym, niż normalne, napięciu na zaciskach. Wykreślenie nowej krzywej konieczne jest przy projektowaniu urządzeń napędowych, w których dwa silniki szeregowo mają pracować przy połączeniu i równoległym i szeregowym. Jest to szczególnie częsty wypadek w trakcji elektrycznej, gdy nie są stosowane zawory sterowane. Poza tem ta nowa krzywa może być potrzebna w każdym takim wypadku, w którym napięcie, doprowadzone do zacisków silnika, różni się od napięcia nominalnego. Ponieważ otrzymanie tej krzywej sposobem analitycznym jest dość niewygodne z powodu konieczności:

1) odczytania pewnej ilości punktów z danej charakterystyki silnika,

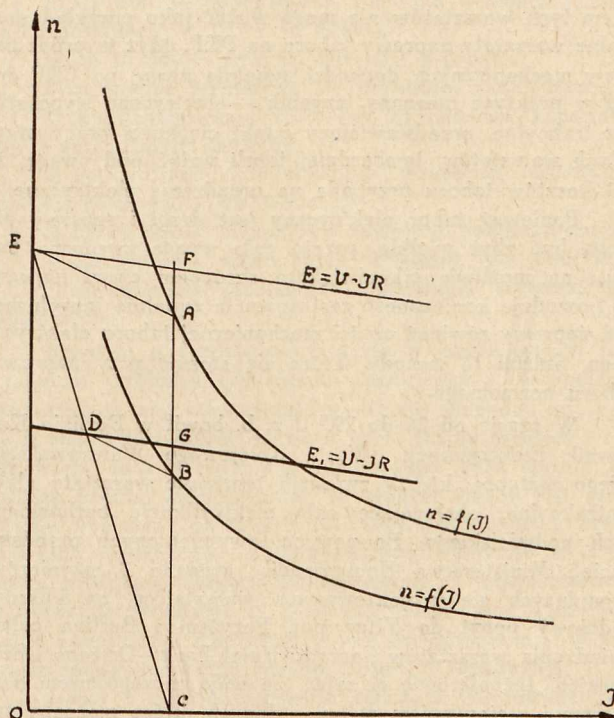
2) wykonania kilkudziesięciu lub więcej działań matematycznych i zestawienia wyników w tabelę i

3) sporządzenia na podstawie tych obliczeń nowego wykresu,

podaję niżej wykreślną metodę otrzymania poszukiwanej krzywej wprost z charakterystyki silnika, bez uciekania się do jakichkolwiek obliczeń i zestawień.

Niech będzie dana charakterystyka obrotów silnika  $n = f(I)$  przy napięciu nominalnym  $U$  i na niej punkt  $A$ , odpowiadający jakiemś prądowi  $I$ . Trzeba znaleźć punkt  $B$  nowej charakterystyki obrotów silnika odpowiadający punktowi  $A$  i prądowi  $I$ . Obierając na osi pionowej tegoż wykresu dowolną skalę dla siły elektromotorycznej  $E$ , kreślimy prostą  $E_1 = U_1 - IR$ , gdzie  $U_1$  — napięcie przyłożone do zacisków, zaś na osi pionowej odkładamy w tejże skali napięcie nominalne  $U$ . Niech to będzie odcinek  $OE$ . Połączmy punkt  $E$  z rzutem  $C$  punktu  $A$  na oś poziomą; jeśli teraz przez punkt  $D$  przecięcia tej prostej  $EC$  z prostą

$E_1 = U_1 - IR$  poprowadzimy prostą  $DB$ , równoległą do  $EA$ , otrzymamy na przecięciu jej z rzędną punktu  $A$  szukany punkt  $B$ . Postępując analogicznie z innymi punktami danej charakterystyki obrotów silnika, otrzymamy dowolną ilość punktów nowej charakterystyki.



Rys. 1.

Dla udowodnienia poprowadzmy jeszcze prostą  $E = U - IR$ ; będzie ona oczywiście równoległa do prostej  $E_1 = U_1 - IR$ ; niech  $F$  będzie punktem przecięcia rzędnej punktu  $A$  z prostą  $E = U - IR$ , zaś  $G$  — z prostą  $E_1 = U_1 - IR$ ; z trójkątów podobnych wynika:

$$\frac{BC}{AC} = \frac{DC}{EC} = \frac{GC}{FC}; \quad (5)$$

porzucając w równaniach tych człon środkowy, otrzymamy:

$$\frac{BC}{n} = \frac{U_1 - IR}{U - IR}; \quad (6)$$

Porównując równanie 6-e z równaniem 4-em, otrzymujemy

$$BC = n_1 \quad (7)$$

Podany wyżej sposób kreślenia krzywej może pozornie wydawać się dość złożony; jednakże na papierze milimetrowym, którego się zwykle do tych celów używa, dla wykreślenia nowej charakterystyki potrzeba tylko jednej prostej pomocniczej  $E_1 = U_1 - IR$ . W praktyce sposób ten okazuje się bardzo łatwy i wygodny; należy tylko po wykreśleniu tej prostej pomocniczej wyznaczyć na niej najpierw wszystkie pomocnicze punkty ( $D$ ), poczem dopiero, przy pomocy dwu trójkątów w ręku, znajdziemy cały szereg punktów poszukiwanej charakterystyki.

\*) W oznaczeniu dolnej prostej omyłkowo podano  $U$  zamiast  $U_1$ .

## Z DZIEDZINY ELEKTRYFIKACJI

### Elektryfikacja Węzła Kolejowego Warszawskiego.

W Kierownictwie Elektryfikacji Węzła Kolejowego Warszawskiego studjowana jest obecnie ważna sprawa, związana z przyszłą eksploatacją ruchu elektryfikowanego, a mianowicie sprawa projektowania Warsztatów Elektrotrakcyjnych, przeznaczonych do utrzymania i naprawy lokomotyw elektrycznych i jednostek motorowych.

W tym celu Kierownictwo Elektryfikacji zbiera dane z elektrycznych kolei zagranicznych. Dla projektowania bowiem tych warsztatów nie mogą służyć jako przykład normalne warsztaty naprawy taboru na PKP, gdyż tu prócz napraw mechanicznych dochodzi zupełnie nowy, na PKP dotąd w praktyce nieznan, czynnik, — elektryczne wyposażenie trakcyjne, przedstawiający punkt ciężkości pracy przyszłych warsztatów, tembardziej jeżeli wziąć pod uwagę, że 2/3 kosztów taboru przypada na urządzenia elektryczne.

Ponieważ tabor elektryczny jest drogi i rezerwy nie mogą być zbyt wielkie, przeto cała uwaga zwrócona być musi na możliwie jaknajwiększe skrócenie czasu napraw, co powoduje konieczność zastosowania zupełnie innych metod naprawy również części mechanicznej taboru elektrycznego, aniżeli te metody, które się stosuje przy naprawie taboru normalnego.

W czasie od 26 do 29.VII r. b. bawił w Berlinie Kierownik Elektryfikacji Węzła Kolejowego Warszawskiego i jego zastępca, którzy zwiedzili tamtejsze warsztaty elektrotrakcyjne, obsługujące całą elektryfikację berlińskiego ruchu podmiejskiego. Po powrocie wymienionych przedstawicieli Ministerstwa Komunikacji wysłano 3 inżynierów, zajmujących się projektowaniem warsztatów, na kilkutygodniowy pobyt do Vitry pod Paryżem i Berlina celem zwiedzenia warsztatów Zarządu Kolei Paris—Orléans i berlińskich. Inżynierowie ci zająć się mają szczegółowem zbadaniem i zestawieniem metod i danych, które możnaby zastosować w naszych warunkach.

Prócz tego Ministerstwo Komunikacji wysłało na dłuższy pobyt zagranicę dwóch innych inżynierów dla zaznajomienia się w eksploatacji z podstacjami trakcyjnymi i siecią roboczą. Inżynierowie ci zwiedzą następujące kraje: Danję, Holandję, Belgię i Italię. W szczególności będą odbywać praktykę eksploatacyjną na linii Florencja - Bolonja.

Powracając do sprawy warsztatów elektrotrakcyjnych, przytoczymy tu ze sprawozdania Kierownika Elektryfikacji Węzła Kolejowego Warszawskiego niektóre szczegóły, dotyczące warsztatów trakcyjnych Berlin - Schöneweide.

Warsztaty te przeznaczone są dla naprawy taboru elektrycznego całego zelektryfikowanego ruchu podmiejskiego.

Projektowanie warsztatów rozpoczęto w jesieni 1925 r., budowę w jesieni 1926 r., uruchomienie zaś nastąpiło już 15 października 1927.

Warsztaty pierwotnie zbudowane były dla naprawy około 1 000 wagonów (motorowych i doczepnych), w związku jednak z wprowadzeniem elektryfikacji na dalszych liniach, tabor wzrósł do 1 500 wagonów, wskutek czego warsztaty zostały w r. 1931 odpowiednio rozszerzone, tak że wystarczą obecnie dla 2 000 wagonów.

Teren warsztatowy posiada około 225 000 m<sup>2</sup> powierzchni, z czego budowlę dla I okresu (1 000 wagonów) zajęły 30 000 m<sup>2</sup>, obecnie zaś (2 000 wagonów) 49 000 m<sup>2</sup>.

Koszty budowy włącznie z terenem wynosiły dla I okresu 7 milj. RM dla części budowlanej, 3,6 milj. RM dla urządzeń.

Koszty rozszerzenia w r. 1931 wynosiły razem dla części budowlanej i maszynowej ok. 5 mllj. RM, tak że ogółem kosztu urządzenia tych warsztatów, wystarczających dla 2 000 wagonów wynosi 7+3,6+5=15,6 milj. RM.

Wysokość budowlana hal wynosi od 11,8 do 13,2 m. Wartość całego taboru elektrycznego, który przydzielony dla 2 000 wagonów, wynosi 7+3,6+5=15,6 milj. RM.

Organizacja warsztatów, na czele których stoi Dyrektor Warsztatowy, składa się z Działów:

- a) administracyjnego,
- b) ogólnie - technicznego,
- c) wagonowego,
- d) elektrycznego,
- e) magazynowego.

Ogólna ilość personelu wynosi obecnie 1 024, w czem 88 urzędników i 936 rzemieślników i robotników.

W I okresie (1 000 wagonów) ilość robotników wynosiła 650, urzędników 75.

Prócz obszernych rozmieszczeń i urządzeń technicznych, warsztaty posiadają doskonałe urządzenia zdrowotne, — umywalnie, łaźnie, ubieralnie, ambulatorjum, jadłodajnię, urządzenia ogrzewcze dla potraw, kantinę i t. d.

#### Wyniki eksploatacyjne.

Pierwotnie ustalono, że każdy wagon motorowy jak i doczepny oddany zostanie do warsztatów po przebiegu 90 000 km, według obliczeń — co 9 miesięcy. Po uruchomieniu elektryfikacji okazało się, że przebiegi 90 000 km osiągać były już po 6 miesiącach, a to wskutek olbrzymiego wzrostu ruchu.

Normę 90 000 km pomiędzy 2 naprawami podwyższono obecnie wskutek usprawnienia eksploatacji do 110 000 km.

Zasadą jest, że nie wykonywa się żadnych jednolitych napraw, charakteryzowanych np. jako naprawa główna, średnia i t. p. Taki system, stosowany naogół przez normalne warsztaty kolejowe, został uznany za nieodpowiedni, niecelowy i bardzo kosztowny.

Wagon, który po osiągnięciu normy 110 000 km oddany zostaje do warsztatów, badany jest tam przez specjalnych rutynowanych urzędników (inspektorów), którzy określają zabiegi, jakim podlegać ma w naprawie. Ta ekspertyza zarazem jest podstawą dla premjowania sprawności naprawy. Nie wykonywa się przytem żadnych niepotrzebnych rozbiórek i t. d.

Malowanie następuje również tylko w razie potrzeby w okresach od 2 do 5 lat, zależnie od wyglądu, na który wielki wpływ wywierają okolice, przez które tabor przebiega. (Zadymione przez przemysł okolice północne i pasażerowie - robotnicy wywołują konieczność malowania wagonu już po 2 latach, w innych okolicach, na liniach południowych — po 4÷5 latach).

Naprawa w pierwszym okresie trwała 9 dni, obecnie — 6 dni. Lakierowanie trwa 6 dni. Do powyższego efektywnego czasu dolicza się 2 do 3 dni na dostarczenie i odstawienie taboru do ruchu.

Z ogólnych napraw 80% przypada na naprawy normalne, 20% — na wypadkowe.

Przeciętny koszt jednej naprawy wynosił w I-szym okresie 4 500 RM na wagon, obecnie 3 500 RM, czyli na 1 000 wagonokm około 60 RM.



Ponieważ obieg kilometrowy pomiędzy 2 naprawami ponad 70 000 km zależny jest już od stanu obręczy kół wagonowych, przeto Koleje Niemieckie, po długich i obszernych studjach, zdecydowały się stosować twarde bandaże (do 90 kg), co umożliwi osiągnięcie przebiegu do 110 000 km. Pozatem pochyłość bandaży wynosi nie, jak normalnie, 1:20, lecz 1:40, co według szczegółowych studjów powoduje znacznie spokojniejszy bieg taboru oraz zmniejsza zużycie wieńców.

#### Ogólne uwagi.

Warsztaty uznać należy pod względem wyekwipowania i zorganizowania za pierwszorzędne.

Wszelkie metody pracy i wszelkie stosowane środki są głęboko przemyślane. Każdy, chociażby najmniejszy szczegół urządzeń, przechodził dokładny tok badania. W szczególności transport wewnątrz warsztatów jest zorganizowany znakomicie. Wskutek tego warsztaty są bardzo pouczające nie tylko dla organizacji warsztatów elektrotrakcyjnych, lecz wogóle dla warsztatów kolejowych.

Zaprowadzony jest system premjowania według zaoszczędzonego czasu. Czas zasadniczy jest dokładnie stwierdzany przez kolumny wzorowe pod kierownictwem inżyniera - specjalisty, tak że ta metoda premjowania robocizny rzeczywiście ma należyte podstawy.

Z analizy kosztów budowy i eksploatacji warsztatów wypada:

#### 1. Koszt inwestycji:

a) na 1 wagon, przyjąwszy, że urządzenia obecne wystarczają na 2 000 wagonów i całkowity kapitał inwestycyjny wynosi 15,6 milj. RM:

$$\frac{15\,600\,000}{2\,000} = \underline{7\,800\text{ RM czyli }16\,300\text{ zł.}}$$

b) na 1 wagon kosztów inwest. urządzeń maszynowych i t. p. (ogółem 5,6 milj. RM):

$$\frac{5\,600\,000}{2\,000} = \underline{2\,800\text{ RM czyli }5\,880\text{ zł.}}$$

c) na 1 m<sup>2</sup> kosztów budowlanych (bez urządzeń maszynowych, ogółem 10 milj. RM):

$$\frac{10\,000\,000}{49\,000} = \underline{2\,050\text{ RM czyli }6\,150\text{ zł.}}$$

#### 2. Personel na 1 wagon:

a) stan obecny (1 500 wagonów):

$$\frac{1\,024}{1\,500} = \underline{0,682\text{ człowieka}}$$

b) Stan poprzedni (1 000 wagonów):

$$\frac{725}{1\,000} = \underline{0,725\text{ człowieka.}}$$

Widzimy z tego, że norma kosztów urządzeń maszynowych jest b. wysoka, natomiast norma personelu — b. niska. W naszych warunkach należałoby iść w kierunku odwrotnym, albowiem, mając taniego robotnika, należałoby normę personelu powiększyć, a koszt inwestycji maszynowych zmniejszyć. Oczywiście może to nastąpić tylko w pewnym stosunku, gdyż pewna norma dla zasadniczego wyekwipowania musi być zachowana.

Pamiętać jednak również należy, że im większe są warsztaty, tem znów korzystniejszy będzie stosunek na jednostkę naprawczą.

Dla obsługi berlińskiego ruchu podmiejskiego przeznaczonych jest 11 remiz, w tem 9 starych przebudowanych

i 2 nowe. Stosowana jest zasada, aby remizy zawsze się znajdowały w punktach ciężkości ruchu, t. j. tam, skąd rano wyprawia się pociągi. Dzięki temu zredukowano do możliwego minimum przebiegi jałowe.

Początkowo projektowano remizy nie tylko dla dokonania przeglądu taboru, lecz również dla nocowania, wychodząc z założenia, że oszczędzi się przez to tabor (malowanie). Lecz w trakcie rozszerzania elektryfikacji odstąpiono od tej zasady, gdyż koszt budowy tak obszernych remiz byłyby bardzo wielkie i nie dałyby się zamortyzować z odnośnych oszczędności na utrzymaniu taboru. Wobec tego obecnie remizy służą tylko do przeglądu taboru.

Przeгляд taboru zorganizowany jest w następujący sposób:

a) **co noc** — sprawdzanie rozrządu i hamulca (czas na to potrzebny = 10 ÷ 13 minut),

b) **co 10 dni** — rewizja, trwająca 8 godzin.

Przy rewizji wykonywa się czynności następujące:

1) przedmuchiwanie motorów, czyszczenie komutatorów i sprawdzanie szczotek,

2) sprawdzenie i regulowanie wszelkich kontaktów obwodu głównego i sterowniczego,

3) sprawdzanie szczelności zaworów pneumatycznych,

4) sprawdzanie zawieszenia urządzeń pod pułdem,

5) sprawdzanie szczelności i działania urządzeń hamulcowych.

Pozatem w remizie odbywa się w czasie rewizji jednocześnie dokładne czyszczenie zewnętrzne i wewnętrzne wagonów. Ściany zewnętrzne czyści się specjalną mieszanką z oleju i terpentyny (dawniej myto ściany mydłem i ciepłą wodą, lecz obecnie zaniechano tego, gdyż sposób ten niszczy prędko lakierowanie). Wewnątrz wagon jest gruntownie wycierany na mokro, siedzenia odkurzane, a części mosiężne czyszczone. 4 rzemieślników dokonuje w 3 godziny przeglądu części elektrycznych i mechanicznych 4 jednostek (jednostka = 1 wagon motor. + 1 doczepny), zaś 4 robotników potrzebnych jest do czyszczenia w tym czasie jednej jednostki (wagon motor. + doczepny).

Jedna z nowobudowanych remiz, a mianowicie „Papestrasse“, posiada halę rewizyjną długości 155 m z 5 torami (rozstęp między torami 5 m) oraz warsztaty podręczne i mały magazyn, pozatem umywalnię, łaźnię, ambulatorjum, pomieszczenie noclegowe, kantinę i t. d.

Ponieważ konstrukcje dachowe hali remizy nie są obciążone żadnymi dźwigami i t. p., przeto budowa hal jest lekka. Każda remiza ma ogrzewanie zapomocą wentylatorów grzejników, zasilanych ciepłem powietrzem.

Na czele remizy stoi naczelnik, który ma do pomocy 3 inspektorów (starszych werkmistrzów). Każda remiza jest, podobnie jak każda parowozownia, samodzielną jednostką gospodarczą.

Do remizy przydzielony jest prócz personelu technicznego również całkowity personel jazdy, więc nie tylko motorowi, lecz również konduktorzy, którzy są szkoleni jako motorowi - zastępcy i posiadają również prawo jazdy, tak aby móc pociąg prowadzić w razie potrzeby.

Każda remiza ma zorganizowane i periodycznie ćwiczone pogotowie dla sieci i na wypadek wykolejenia.

Sprawozdanie zawiera również niektóre szczegóły o podstacjach berlińskiej elektryfikacji ruchu podmiejskiego. O podstacjach tak zw. „komenderujących“ pisze Kierownik Elektryfikacji:

„Takich podstacyj, które prócz prostowników posiadają urządzenia dla sterowania z odległości ruchu przydzielonej grupy zwykłych podstacyj, berlińska elektryfikacja po-

siada 2, a mianowicie Markgrafendamm i Halensee. Podstacje te są również głównymi punktami rozdzielczymi energii wysokiego napięcia dla zasilania poszczególnych podstacji oraz punktami odbiorczy energii doprowadzonej z elektrowni.

Węzeł berliński bowiem jest zasilany z 2 elektrowni: na zachodnie z Zakładów Tschornewitz via Podstacja kom. Halensee, na wschodzie — przez Bewag (Klingenberg) via Podstacja kom. Markgrafendamm.

Jednak regulacja obciążenia i wszelkie dyspozycje na sieci zasilczej dawane są przez osobnego „dispatchera” na podstacji Markgrafendamm, która wobec tego jest punktem centralnym całego systemu zasilania.

Należy podkreślić, że urządzenia sygnalizacyjne są bardzo obszernie rozbudowane, co umożliwia bardzo sprawne i szybkie dyspozycje i manewry”.

Przy zapoczątkowaniu elektryfikacji elektrownie złożyły oferty na dostawę energii dosyć wysokie. Następnie jednak ceny zostały obniżone do poziomu odpowiedniego do kalkulacji własnej elektrowni trakcyjnej. Koszt otrzymywanej energii o napięciu 30 kV wynosi obecnie 2,7 fenigów za 1 kWh. Zapotrzebowanie energii wynosi przeszło 300 milj. kWh rocznie.

Podstacje dzielą się na dwie grupy: sterowane z odległości oraz z obsługą.

W obrębie linii obwodowej i na średnicy wszystkie podstacje są sterowane z odległości, natomiast na odcinkach dojazdowych podstacje mają obsługę.

Zwiedzono jedną podstację sterowaną, a mianowicie „Friedrichstrasse”, gdzie zademonstrowane zostały rozmaite manewry, uskutecznione z podstacji komenderującej „Markgrafendamm”.

Stan wszelkich ważniejszych urządzeń, jak temperatura transformatorów i prostowników oraz próżnia tych ostatnich jest zawsze widzialna na podstacji komenderującej.

Podstacje zwykle spełniają zarazem rolę punktów sekcyjnych dla sieci roboczej.

### Uprawnienia rządowe.

Pan Minister Przemysłu i Handlu nadał uprawnienie:

**woj. lwowskie:** Miastu Krosno na wytwarzanie, przetwarzanie i rozdzielanie energii w ciągu lat 30 na obszarze m. Krosna. (Uprawnienie Nr. 224).

Do Ministerstwa Przemysłu i Handlu wpłynęły podania:

**woj. poznańskie:** Tow. Przemysłowo - Handlowego „Polkwarc”, Sp. z ogr. odp. w Katowicach, Rynek 11, o udzielenie uprawnienia na przeciąg 25 lat na wytwarzanie, przetwarzanie i rozdzielanie energii elektrycznej na obszarze m. Ostrzeszowa pow. kępińskiego; napęd elektrowni, mieszczącej się na terenie fabryki i kopalni „Polkwarc”, ma być ciepły i prąd zmienny o nap. 220/350 V;

**woj. kieleckie:** Macieja Radziwiła, zamieszkałego w Słupi koło Pacanowa pow. stopnickiego, o udzielenie uprawnienia na zakład elektryczny do przesyłania i rozdzie-

lania energii na obszarze, objętym obecnymi granicami gm. wiejskiej Pacanów pow. stopnickiego; napęd — ciepły, prąd — zmienny, sieć — napowietrzna, czas trwania uprawnień — 25 lat;

— Sp. Akcyjnej „Towarzystwo Górnico - Przemysłowe „Saturn” o udzielenie uprawnienia na zakład elektryczny do wytwarzania, przetwarzania, przesyłania i rozdzielanie energii na następującym obszarze: a) w pow. *będzińskim*: 1) m. Będzin, 2) gm. Bobrowniki, 3) gm. Grodziec, 4) gm. Łagisza, 5) gm. Łosień, 6) gm. Olkusko - Siewierska z wyjątkiem m. Ząbkowic, 7) gm. Ożarówce, 8) gm. Zagórze; b) w pow. *zawierciańskim*: 1) gm. Siewierz oraz 2) część gm. Mierzewice i 3) część gm. Rudnik - Wielki, nieobjęte uprawnieniem Nr. 3, napęd — ciepły, prąd — zmienny, czas trwania uprawnienia — 40 lat;

**woj. poleskie:** Elego Arona Kirszenbauma o udzielenie uprawnienia na rozdzielanie energii elektrycznej na obszarze osady Tomaszówki, północnej części wsi Orchowa, leżącej po prawej stronie rzeki Bugu i sanatorium Tadeuszówki, leżących na terenie gm. Domaczewo pow. brzeskiego; energia — z własnego tartaku w Tomaszówce, obok stacji kolejowej Włodawa; prąd zmienny 380/220 V; czas trwania uprawnienia — 25 lat;

**woj. pomorskie:** Zarządu miejskiego m. Gdyni o zmianę warunków uprawnienia rządowego Nr. 156 co do obowiązku udzielania odbiorcom opustów od cen maksymalnych, stosowania innych sposobów taryfikacji, niż wskazane w uprawnieniu, oraz zmienności opłat, przewidzianych w §§ 76, 77 i 78 wspomnianego uprawnienia, jak również przyznania prawa pobierania opłat od abonentów przy zmianie miejsca zamieszkania.

### Różne.

— Związek Elektrowni Polskich wystąpił do władz o zwolnienie od podatku od elektryczności II i III bloku elektrycznych taryf blokowych. Dotyczyłoby to energii elektrycznej, zużywanej przez odbiorców nie do celów oświetlenia, lecz do innych zastosowań (kuchnie, łazienki, odkurzacze i t. p.).

Ministerstwo Przemysłu i Handlu zajęło w tej sprawie stanowisko przychylne. Ostateczna decyzja zależy od Ministerstwa Skarbu.

— Według obliczeń „Gazety Polskiej” (12.VIII) Warszawa znajduje się pod względem zużycia prądu na szarym końcu większych miast Polski. W Warszawie bowiem zużycie prądu na głowę nie przekracza 70 kWh rocznie, podczas gdy np. w Krakowie wynosi ono 110, we Lwowie — 116, w Poznaniu — 106, w Grudziądzu — 140; w Łodzi elektrownia sprzedaje 180 kWh na głowę rocznie.

— Nr. 138 z d. 20.VI Codziennej Gazety Handlowej podaje krótkie sprawozdanie z działalności i bilans za r. 1933 „Łódzkiego Tow. Elektrycznego, Sp. Akc.”. Bilans zamknięto sumą 112 331 tys. zł., w tem place i nieruchomości wynoszą 24 625 rys., urządzenia maszynowe i elektryczne 42 040 tys., sieć kablowa 38 188 tys., liczniki i aparaty 5 447 zł. Na dywidendę wyznaczono 3 milj. zł.

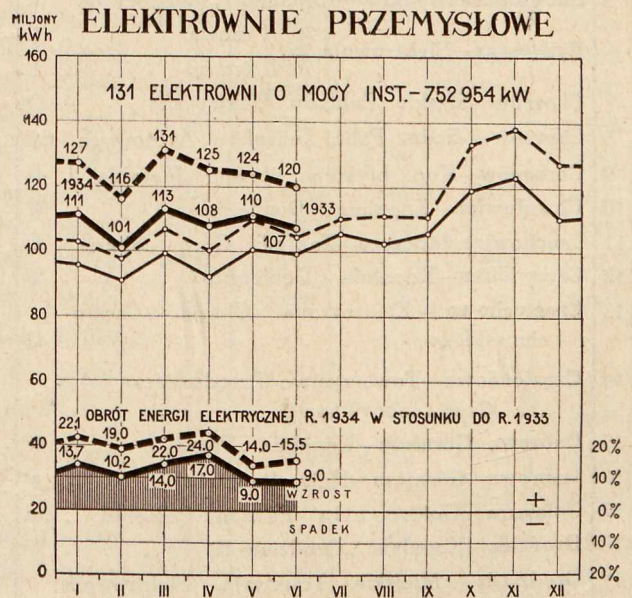
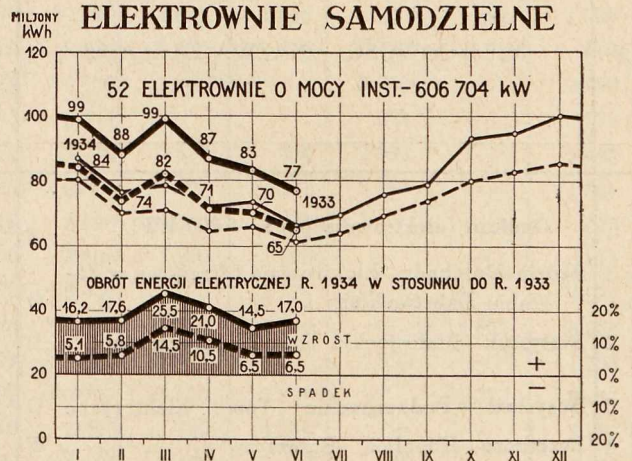
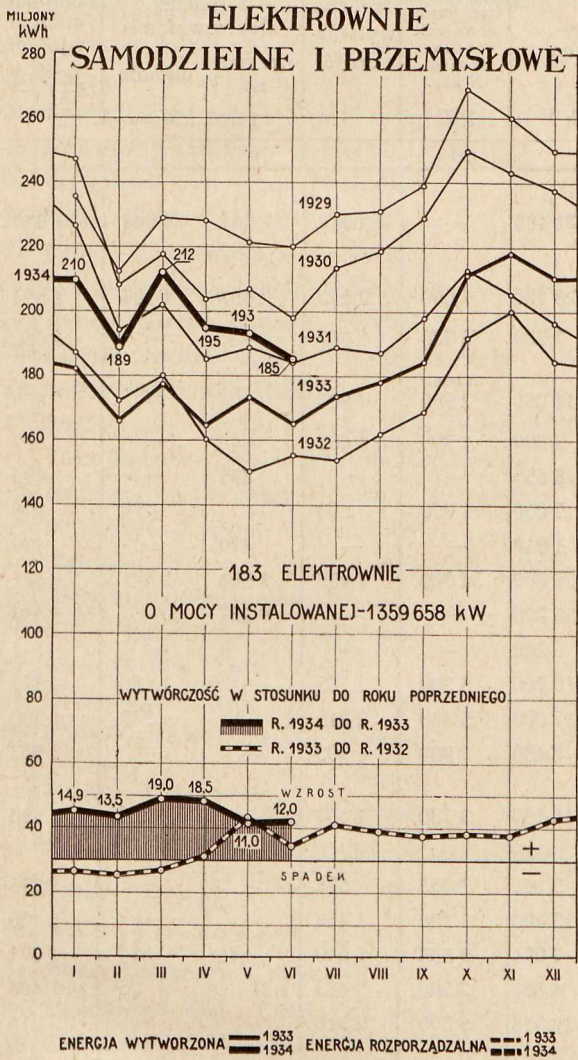
MINISTERSTWO PRZEMYSŁU I HANDLU  
BIURO ELEKTRYFIKACJI  
STATYSTYKA ELEKTRYCZNA

Rok V

MIESIĘCZNY OBRÓT ENERGJI ELEKTRYCZNEJ

Czerwiec 1934

Elektrownie (183) o mocy instalowanej ponad 1 000 kW (ok. 92% wytwórczości)



ELEKTROWNIE o mocy instalowanej ponad 1 000 kW	Liczba zakładów	Moc instalowana kW	Własna wytwórczość	Wymiana energii z innymi elektrowniami		Rozporządzalna energia ogółem rb. (4+5-6)
				otrzymano	oddano	
1	2	3	4	5	6	7
<b>I + II</b>	<b>183</b>	<b>1 359 658</b>	<b>184 532</b>	<b>46 139</b>	<b>44 979</b>	<b>185 692</b>
<b>I Samodzielne</b>	<b>52</b>	<b>606 704</b>	<b>77 033</b>	<b>13 884</b>	<b>25 506</b>	<b>65 411</b>
1) Okręgowe	O 22	350 594	49 594	10 044	23 696	35 942
2) Lokalne	L 28	242 530	25 174	3 004	1 810	26 368
3) Trakcyjne	T 2	13 580	2 265	836	—	3 101
<b>II W zakładach przemysłowych</b>	<b>131</b>	<b>752 954</b>	<b>107 499</b>	<b>32 255</b>	<b>19 473</b>	<b>120 281</b>
1) Kopalnie węgla	W 41	370 796	57 197	11 927	18 569	50 555
2) Huty	H 14	97 585	15 081	10 332	829	24 584
3) Fabryki włókiennicze	Wł 15	40 374	6 241	479	—	6 720
4) Fabryki chemiczne	Ch 14	110 773	9 504	9 400	—	18 904
5) Cukrownie	Ck 19	45 168	75	8	—	83
6) Papiernie	P 6	28 929	10 386	32	—	10 418
7) Cementownie	Cm 8	33 411	7 177	—	75	7 102
8) Pozostałe zakłady przemysłowe	R 14	25 918	1 838	77	—	1 915

# MIESIĘCZNY OBRÓT ENERGJI ELEKTRYCZNEJ

ELEKTROWNIE (70) O MOCY INSTALOWANEJ POŃAD 5 000 kW

(Ok. 80% wytwórczości)

Czerwiec 1934

Nr.	MIEJSCOWOŚĆ — NAZWA ZAKŁADU	Moc instalowana		Największe (szczytowe) obciążenie (czas trwania 15 min.) kW	Własna wytwórczość	Wymiana energii z innymi elektrowniami		Rozporządzalna energją ogółem rb. (5+6-7)
		kVA	kW			otrzymano	oddano	
1	2	3		4	5	6	7	8
						1 000 kWh		
	Ogółem (elektrownie ponad 5 000 kW) . . .	1 466 713	1 131 435	—	164 096	31 044	44 094	151 046
1	Będzin—Małobądz—Elektrownia Okręgowa w Zagłębiu Dąbrowskiem . . . . . O	31 800	23 500	7 600	2 142	657	1 105	1 694
2	Białystok—Białostockie Tow. Elektryczności . . . . . L	9 780	7 500	3 300	1 052	—	—	1 052
3	Borysław—Podkarpackie Tow. Elektryczne . . . . . O	14 000	11 200	2 950	803	—	—	803
4	Brzeszcze—Kopalnia „Brzeszcze” . . . . . W	6 275	5 000	1 300	682	—	—	682
5	Buchacz—Radzionków—Kopalnia „Radzionków” . . . . . W	10 780	8 655	—	—	495	—	495
6	Bydgoszcz—Elektrownie { I (nowa) . . . . . L	8 750	7 050	1 900	698	—	479	219
		II (stara) . . . . . L	2 230	1 910	—	—	479	—
7	Chorzów—Śląskie Zakłady Elektryczne . . . . . O	94 000	76 000	34 000	7 458	7 564	5 541	9 481
8	Chorzów—Zjedn. Fabr. Związków Azotowych . . . . . Ch	81 300	55 200	—	—	9 137	—	9 137
9	Chrzanów—Kop. blyszczu ołowiu „Matylda” . . . . . R	6 500	5 200	—	—	1	—	1
10	Chwałowice—Kopalnia „Donnersmarck” . . . . . W	13 450	10 760	5 300	2 183	—	1 680	503
11	Czechowice—Żebracze—Zakłady Górn. „Silesia” . . . . . O	27 847	17 900	5 800	2 219	—	829	1 390
12	Czerwionka—Kopalnia „Dębieńsko” . . . . . W	10 500	8 400	2 900	1 503	—	—	1 503
13	Częstochowa—Elektrownia Okręgu Częstochowskiego . . . . . O	16 735	10 700	3 700	1 602	—	22	1 580
14	Częstochowa—Towarzystwo Przędzalnicze „La Czenstochovienne” . . . . . Wł	6 350	5 100	2 065	586	—	—	586
15	Dąbrowa Górnicza—Kopalnia „Paryż” . . . . . W	16 850	13 600	3 200	1 450	—	—	1 450
16	Dąbrowa Górnicza—Huta Bankowa . . . . . H	8 696	7 096	3 500	1 640	45	614	1 071
17	Goeszów—Goesz. Fabr. Portland-Cementu . . . . . Cm	7 580	6 056	3 300	1 483	—	75	1 408
18	Grodziec—Kopalnia „Grodziec II” . . . . . W	13 700	10 975	5 300	2 516	—	—	2 516
19	Grudziądz—Miejskie Tramwaje, Elektrownia i Wodociągi . . . . . O	8 380	6 800	2 200	453	160	164	449
20	Janów—Kopalnia „Giesche”, szyb „Carmer” . . . . . W	34 780	27 100	16 600	10 127	—	7 529	2 598
21	Jaworzno—Kopalnia „Piłsudski” . . . . . W	23 925	19 120	9 900	4 220	—	2 290	1 930
22	Jaworzno—Fabryka elektrochemiczna „Azot” . . . . . Ch	12 500	6 250	—	—	258	—	258
23	Jeziorna—Mirkowska Fabryka Papieru . . . . . P	7 250	6 000	2 600	1 106	20	—	1 126
24	Kalety—Fabryka celulozy i papieru „Natronag” . . . . . P	6 695	5 075	1 510	1 083	—	—	1 083
25	Kalisz—Elektrownie { I (nowa) . . . . . O	5 250	4 200	750	304	—	—	304
		II (stara) . . . . . O	1 520					
26	Kamień—Kopalnia „Andaluzja” . . . . . W	9 320	8 320	2 000	1 229	168	3	1 394
27	Katowice—Boğucice—Kopalnia „Ferdynand” . . . . . W	15 265	12 325	2 400	1 003	—	—	1 003

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

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

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

Nr.	MIEJSCOWOŚĆ — NAZWA ZAKŁADU	Moc instalowana		Największe (szczytowe) obciążenie (czas trwania 15 min.) kW	Własna wytwórczość	Wymiana energii z innymi elektrowniami		Rozporządzalna energia ogółem rb. (5+6-7)
		kVA	kW			otrzymano	oddano	
1	2	3		4	5	6 7		8
						1 000 kWh		
28	Katowice-Brynów—Kopalnia „Wujek” . . . . . W	15 500	12 000	3 800	1 556	—	457	1 099
29	Katowice-Załęże—Kopalnia „Kleofas” . . . . . W	10 815	8 940	1 500	670	2	—	672
30	Knurów—Kopalnia „Knurów” . . . . . W	9 375	7 500	—	—	2 090	—	2 090
31	Kostuchna—Kopalnia „Boer” . . . . . W	9 043	7 243	—	—	572	—	572
32	Kraków—Elektrownia w Krakowie . . . . . L	19 880	15 700	630	408	2 032	—	2 440
33	Królewska Huta—Huta Królewska . . . . . H	9 380	5 200	2 250	1 143	243	—	1 386
34	Libiąż Mały—Kopalnia „Janina” . . . . . W	8 115	6 620	1 000	472	—	—	472
35	Lublin—Elektrownia w Lublinie . . . . . L	7 250	5 800	1 300	473	—	—	473
36	Lwów—Miejskie Zakłady Elektr. we Lwowie . O	31 380	25 900	7 200	2 574	—	—	2 574
37	Łaziska Górne—Zakłady „Elektro” . . . . . O	110 125	87 100	42 200	23 246	—	14 978	8 268
38	Łaziska Średnie—Kopalnia „Szczeńć Boże” . W	6 625	5 300	—	—	1 553	—	1 553
39	Łódź—Elektrownia Łódzka . . . . . L	93 890	70 750	23 600	9 519	—	1 228	8 291
40	Łódź—Fabr. Wyrob. Bawełn. „J. K. Poznański” Wł	7 500	6 000	4 700	1 264	18	—	1 282
41	Łódź—Widzew—„Widzewska Manufaktura” . Wł	7 730	6 180	5 480	1 348	245	—	1 593
42	Mościce—Zjedn. Fabr. Związków Azotowych Ch	31 125	24 900	6 150	3 670	—	—	3 670
43	Mysłowice—Kopalnia „Mysłowice” . . . . . W	16 222	12 992	3 600	1 662	—	—	1 662
44	Myszków—Fabr. papieru „Steinhagen i Saenger” P	11 190	8 950	6 800	4 647	—	—	4 647
45	Niemce—Kopalnia „Juljusz” . . . . . W	11 875	9 500	4 700	1 968	—	—	1 968
46	Nowa Wieś—Kopalnia „Hillebrand” . . . . . W	10 880	8 800	—	—	1 291	—	1 291
47	Nowy Bytom—Huta „Pokój” . . . . . H	18 380	12 910	5 000	2 609	1 649	215	4 043
48	Ostrowiec—Zakłady Ostrowieckie . . . . . H	7 590	5 070	2 900	487	15	—	502
49	Piaski-Czeladź—Kopalnia „Czeladź” . . . . . W	17 435	13 960	4 800	2 178	—	656	1 522
50	Poznań—Elektrownie { I (nowa) . . . . . L	25 000	20 000	5 200	2 000	22	78	1 944
	{ II (stara) . . . . . L	13 005	10 000	—	—	—	—	—
51	Pruszków—Elektrownia Okręgu Warszawskiego O	43 450	31 500	8 700	2 726	—	54	2 672
52	Pszów—Kopalnia „Anna” . . . . . W	31 000	24 800	8 700	3 366	48	1 403	2 011
53	Radlin—Kopalnia „Emma” . . . . . W	17 880	14 300	2 500	834	1 369	51	2 152
54	Ruda—Elektrownia „Mikołaj” . . . . . W	21 000	16 800	9 300	3 421	—	1 369	2 052
55	Rydułtowy—Kop. „Charlotte”, szyb „Leo” . W	14 200	11 360	6 000	2 376	34	1 718	692
56	Siemianowice—Kopalnia „Richter” . . . . . W	25 900	19 760	8 500	4 002	—	703	3 299
57	Siersza-Wodna—Elektrownia Okręgowa w Za- głębiu Krakowskiem . . . . . O	32 140	22 500	5 800	2 644	—	1	2 643
58	Sosnowiec-Sielce—Elektr. Gwar. „Hr. Renard” W	11 000	9 200	4 200	487	614	45	1 056
59	Szczakowa—Fabr. Portland-Cem. „Szczakowa” Cm	8 750	7 000	3 550	1 659	—	—	1 659
60	Świętochłowice—Kopalnia „Niemcy” . . . . . W	10 445	8 750	5 300	1 653	—	—	1 653
61	Świętochłowice—Huta „Falwa” . . . . . H	64 660	51 000	17 000	7 586	—	—	7 586
62	Tomaszów-Wilanów—Tom. Fabr. Sztucz. Jedw. Ch	8 270	6 615	3 535	2 134	—	—	2 134
63	Warszawa—Elektrownia Warszawska . . . . . L	79 000	57 900	20 300	6 801	—	24	6 777
64	Warszawa—Elektrownia Tramwajów Miejskich T	12 900	12 900	6 360	2 265	24	—	2 289
65	Wilno—Elektrownia w Wilnie . . . . . L	6 725	5 350	1 730	5 081	—	—	5 081
66	Włocławek—Kujawska Elektrownia Okręgowa O	7 250	5 800	1 100	414	—	12	402
67	Wojkowice Komorne—Kopalnia „Jowisz” . . W	21 380	17 100	8 400	3 462	—	665	2 797
68	Wysoka—Fabr. Portland-Cementu „Wysoka” . Cm	9 800	7 840	3 600	2 126	—	—	2 126
69	Zgierz—Elektrownia Zgierska . . . . . L	10 845	7 179	2 450	779	—	—	779
70	Żur—Zakład wodno-elektryczny w Żurze . . O	8 800	8 200	4 300	844	239	106	977

# Z ŻYCIA ORGANIZACYJ

## STOWARZYSZENIE ELEKTRYKÓW POLSKICH

### DO KOLEGÓW ELEKTRYKÓW!

Katastrofalna w swych rozmiarach i skutkach klęska powodzi, która dotknęła nasz kraj, wymaga od całego społeczeństwa zorganizowanej i planowej akcji pomocy, pomocy zarówno doraźnej, polegającej na ofiarach pieniężnych i ofiarach w naturze (odzież, meble, materiały budowlane, żywność), jak też i pomocy, obliczonej na dłuższą metę.

W doraźnej akcji pomocy, prowadzonej w całym kraju i zagranicą, elektrycy niewątpliwie znaleźli się w pierwszych szeregach. Należy oczekiwać, że i w dalszej akcji zechcą oni nieść swą pomoc, zarówno w postaci dalszych ofiar, jak też i ofiary swej pracy. Zwłaszcza pomoc organizacyjna w odnośnych komitetach oraz na terenach, objętych klęską powodzi, będzie niewątpliwie cenna i pożądana.

Szereg instytucyj przemysłowych i gospodarczych oraz stowarzyszeń społecznych wezwał swych członków do opodatkowania się na rzecz powodzi. Między innymi Centralna Rada Pracowników Umysłowych uchwaliła wezwać swych członków do opodatkowania się w wysokości 1% od miesięcznych zarobków w przeciagu 3 miesięcy.

Zebranie przedstawicieli wolnych zawodów, odbyte w dn. 31 lipca r. b. w Warszawie, postanowiło przeprowadzić uchwały w reprezentowanych przez siebie organizacjach o opodatkowaniu swych członków na rzecz powodzi w wysokości 5% od sumy podatku dochodowego, zadeklarowanego za rok 1933, lub ½% od obrotu, zadeklarowanego do podatku za rok ubiegły. Sumy te mogą być wpłacane jednorazowo lub ratami, zależnie od uznania wpłacających.

Dążąc do okazania jaknajszybszej pomocy w akcji, jaką prowadzi obecnie całe społeczeństwo, usilnie prosimy Szanownych Kolegów, aby, o ile tego dotychczas nie zrobili, zechcieli solidarnie zgłosić swą pomoc na rzecz ofiar powodzi, kierując się wskazaniami wyżej wytyczniami, a to bądź za pośrednictwem miejscowych Oddziałów S.E.P., zakładów, w których są zatrudnieni, specjalnych komitetów lub t. p. instytucyj, występujących w tych sprawach w miarę możliwości z inicjatywą i czynną pomocą organizacyjną.

Sekretarz generalny.  
Józef Podoski.

Prezes S.E.P.  
Jan Obrąpalski.

### FUNDUSZ POMOCY KOLEŻEŃSKIEJ S.E.P.

**Sprawozdanie finansowe za czas od 1.I.34 r. do 31.VII.34 r.**

	Zł.
Saldo gotówki w kasie na 1.I.1934 r. wynosiło	8 844.15
Ogólna suma wpływów ze składek na rzecz Funduszu Pomocy Koleżeńskiej za czas od dnia 1.I.1934 r. do dnia 31.VII.1934 r. wynosiła	11 771.—
Razem	20 615.15
Ogólna suma wydatków za czas od dn. 1.I.1934 r. do dn. 31.VII.1934 r. wynosiła	12 000.09
Saldo gotówki na 31 lipca wynosi	8 615.06

**Zestawienie Wpływów i Wydatków na rzecz Funduszu Pomocy Koleżeńskiej od chwili powstania Funduszu Pomocy Koleżeńskiej, t. j. od dn. 23 sierpnia 1932 r.**

#### W p ł y w y.

Ogólna suma wpływów za czas:	zł.	zł.
od 23.VIII.1932 r. do 31.XII.1932 r.	6 906.50	
od 1.I.1933 r. do 31.XII.1933 r.	22 686.50	
od 1.I.1934 r. do 31.VII.1934 r.	11 771.—	41 364.—

#### W y d a t k i.

Ogólna suma wydatków za czas:	zł.	zł.
od 23.VIII.1932 r. do 31.XII.1932 r.	3 164.45	
od 1.I.1933 r. do 31.XII.1933 r.	17 584.40	
od 1.I.1934 r. do 31.VII.1934 r.	12 000.—	32 748.94
Saldo gotówki na 31.VII.1934 r.		8 615.06

Specyfikacja wydatków ogólnych za czas od 23.VIII.1932 r. do 31.VII.1934 r.

Zatrudnienie bezrobotnych elektryków w SEP	25 096.39
Biblioteka SEP (dyżury bezrobotnych elektr.)	500.—
Pożyczki zwrotne	1 650.—
Muzeum Przemysłu i Techniki (Seksja Elektrotechniczna)	5 000.—
Druki	215.40
Porto	125.07
Świadczenia socjalne	162.08

Razem jak wyżej: 32 748.94

### Zestawienie deklaracji za 1932—1933 i 1934 r. do dnia 31.VII.1934 r.

Zgłoszono w 1932 r. 143 deklaracje mies. na	zł. 1 885.50
„ w 1933 r. 13 „ „ „ „	177.50
„ w 1934 r. 23 „ „ „ „	172.80

Razem: 179 deklaracji mies. na zł. 2 235.80

Wykreślono w 1933 r. 36 deklaracji mies. na	zł. 496.—
„ w 1934 r. 12 „ „ „ „	120.—
Umarł 1 „ „ „	5.—

49 deklaracji mies. na zł. 621.—

Pozostaje: 130 deklaracji mies. na zł. 1 614.80

Zmniejszyło składki członkowskie w 1933-34 r.	
24 członków na ogólną sumę	zł. 203.70
Ogólna suma miesięcznych składek wynosi na 31 lipca 1934 r.	zł. 1 411.10

### ODDZIAŁ ZAGŁĘBIA WĘGLOWEGO.

#### Zgłoszenia na członków zwyczajnych.

Panek Stanisław, Sosnowiec, Elektrownia Gwa-  
rectwa Hr. Renard.

Mikulski Jan, Janów, pow. Katowicki, Elektrow-  
nia Szyb Carmer.

Schiebel Herman, Cieszyn, ul. Frysztańska 240.

## Z P R A K T Y K I

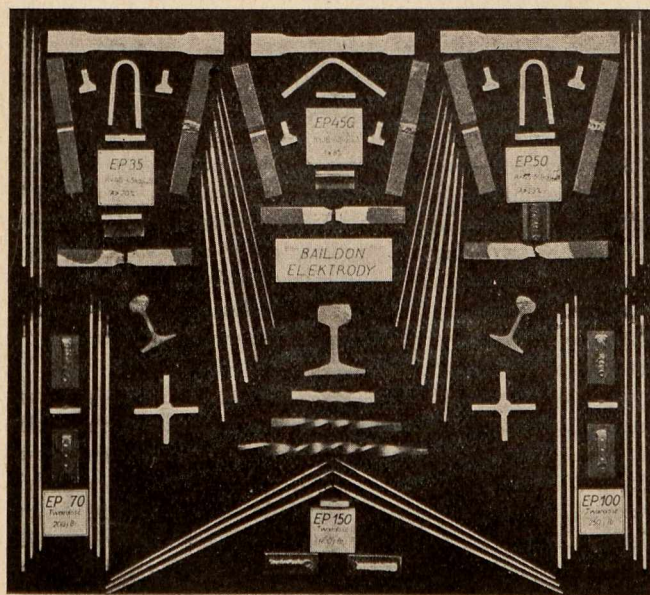
### Elektrody i druty do spawania produkcji Huty Baildon i próba racjonalnej klasyfikacji tworzyw na elektrody do spawania.

Huta Baildon wyrabia następujące gatunki elektrod do spawania elektrycznego:

Elektrody niepowlkane	Elektrody powlkanne	U w a g i
E 35	EP 35	liczby oznaczają wartości wytrzymałości szwu spawania
	EP 45	
	EP 50	
	EP 70	
E 100	EP 100	do nadlewania
	EP 150	
K N S 12	K N R	tworzywo nierdzewiejące tworzywo ognioodporne

Wyniki prób technologicznych ze szwem spawania w środku przedstawione na rysunku 1, zaś rys. Nr. 2 przedstawia wyniki prób gięcia.

W procesie spawania odgrywają dużą rolę trzy następujące czynniki: 1) rodzaj elektrod do spawania; 2) skład chemiczny materiału spawanego i 3) umiejętność i dobra wola spawacza. W poniższym rozważamy tylko czynnik pierwszy.



Rys. 1

Jest rzeczą znaną, że elektrody do spawania elektrycznego bywają lepsze i gorsze i że analiza chemiczna bynajmniej nie wystarcza do oceny rzeczywistej wartości drutu jako elektrody do spawania. Każda elektroda w czasie spawania bryzga, a pod „stopniem bryzganía” rozumiemy rozsiew tworzywa drutu do spawania, wyrażony w % pierwotnej wagi elektrody. Staranne poszukiwania w literaturze w celu wyjaśnienia istoty przyczyn zwiększonego bryzganía nie dały wyniku; zresztą tak zwane „porównawcze” poszukiwania też do celu nie doprowadziły; analiza chemiczna często była jednakową w tworzyw elektrod dobrych (słabo bryzgających) i złych (mocno bryzgających).

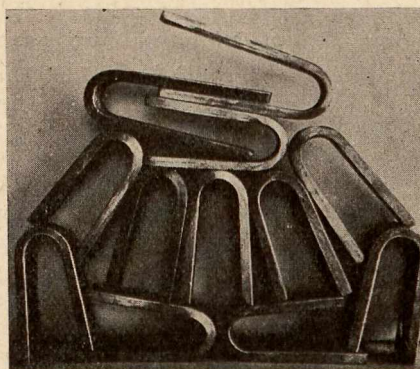
Wiemy, że na wielkość bryzganía wpływają:

- 1) sposób nakładania spoiny,
- 2) skład chemiczny tworzywa, a przede wszystkim

stan „normalności”, wzgl. „anormalności” tworzywa, t. z. stopień odtleniania, czyli obecność lub nieobecność tlenu w tworzywie drutu elektrody,

3) obróbka cieplna,

4) pozostałości naprężeń wewnętrznych od poprzedniego zgniotu.



Rys. 2.

Z naszych dalszych rozważań wyeliminujemy całkowicie wpływy natury fizycznej, które jednak w wysokim stopniu wpływają na stopień bryzganía, a w tej liczbie i wpływy sposobu spawania. Wyeliminujemy również detalizację wpływów obróbki mechanicznej, chociaż należy na tem miejscu wspomnieć, że nasz współpracownik inż. met. W. Czyrski udowodnił, że każdy zgniot wnosi w przebieg spawania elementy niepewności, a zgniot nadmierny (ponad 50%) zwiększa stopień bryzganía, ponieważ ukryte naprężenia wyładowują się w czasie upłyniania się tworzywa elektrody i potęguje zjawisko bryzganía. Również wyeliminujemy wpływy obróbki cieplnej. Za zasadę należy przyjąć, że drut, używany na elektrody do spawania, musi być w czasie obróbki cieplnej tak chroniony, ażeby w czasie stygnięcia nie pozostały żadne dodatkowe naprężenia wewnętrzne. Inż. W. Czyrski udowodnił, że przez odpowiednią obróbkę cieplną da się obniżyć stopień bryzganía o 15 — 25%.

Następnie zostało przez nas udowodnione, że każda strukturalna niejednorodność, powstała czy to wskutek odwęglania, czy to odwrotnie — wskutek miejscowego nawęglania — zawsze przyczynia się do zwiększenia stopnia bryzganía, w przybliżeniu o 10 — 20%. Obecność niemetalicznych wtrąceń typu krzemianów jest raczej obojętną, chociaż w każdym razie nie uszlachetniającą tworzywo elektrody w stosunku do przebiegu spawania. Natomiast tlenki żelaza, tlenki pewnych odtleniaczy ( $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$ ,  $MnO$ ) a zwłaszcza tlen, znajdujący się w roztworze stałym przyjmują aktywny udział w tworzeniu się szwa spawania. Ten tlen (a nie tlen z powietrza, otaczającego przestrzeń spawania) decyduje o stopniu wypalania się poszczególnych domieszek, a kolejność wypalania się domieszek została wprowadzona przez naszego inż. met. Pilarczyka jako funkcja prężności dysocjacji tlenków rozważanych pierwiastków, a rzeczywista kolejność wypalania się tychże w warunkach elektrycznego spawania będzie: węgiel, krzem, mangan.

Praktyka zna wiele faktów, gdzie t. zw. „anormalność” tworzywa odgrywa decydującą rolę, a jednak ścisłej definicji tego pojęcia dotychczas nie posiadamy.

Dzięki M. W. Mc. Quaid'owi i E. W. Ehn'owi, korzystając z wyników skrzynkowej cementacji, mamy obec-

nie dobrą metodę pomocniczą, która pozwala na klasyfikację stali miękkich na t. zw. normalne i anormalne.

Dla stali twardych czysto węglistych (narzędziowych) dla określenia stopnia anormalności stali mamy prostszą i ściślejszą metodę, a mianowicie stosunek tworzywo do hartowalności w zakresie temperatur 800—880°, jak określa E. C. Bain, do głębokości zahartowania się. Normalna budowa powoduje dobrą i głęboką hartowalność, natomiast anormalna — złą hartowalność t. zn. obecność miękkich plam. W próbkach powoli chłodzonych stali zupełnie anormalnej, cementyt może być całkowicie anormalny, t. zn. skoagulowany tak dalece, że każde ziarenko będzie posiadało grubą otoczkę ferrytową. Odwrotnie, w stali zupełnie normalnej po zwykłym chłodzeniu cementyt w perlicie będzie występował w postaci lameli.

Anormalna budowa wytwarza się w tych wypadkach, gdy tworzywo posiada dużą szybkość reakcji rozkładu austenitu, szczególnie wielką szybkość reakcji rozkładu austenitu i szczególnie wielką szybkość dyfuzji węgla, a zwłaszcza poniżej temperatury  $A_1$ .

Wysoka zawartość tlenu sprzyja wzmoczeniu się dyfuzji węgla (to znaczy — wytwarzaniu się anormalności czyli obecności obrzeża ferrytowego w okolo cementytu).

Wiele czynników wpływa decydująco na ostateczny wynik procesu krzepnięcia. Dzisiaj nadajemy wielką wagę obecności w fazie płynnej obcych faz, czyli „zmieniaczy”. Zmieniają one odpowiednio przewodność cieplną i liczby ośrodków krystalizacji a temsamem uwypuklają różnicę temperatur i koncentracji w przestrzeniach sąsiadujących. Do takich zmieniaczy zaliczamy przedewszystkiem obecne w tworzywach stalowych tlenki, zwłaszcza tlenki odtleniaczy (Al, Si, Ti, V i t. p.). Skutkiem ich obecności będzie różny stopień ziarnistości, a jednocześnie różny stopień hartowania się.

Ilość i jakość substancji międzydendrytycznych zmienia się zależnie od szeregu okoliczności lokalnych. Niewątpliwie jednak obecność takiej substancji międzydendrytycznej, czyli „zmieniacza”, wpływa nietylko w sposób zasadniczy na przebieg krzepnięcia bloku, lecz jednocześnie na skutki przeróbki mechanicznej oraz na przebieg i wynik spawania.

P. inż. met. W. Czyrski podaje określenie stopnia bryzgania elektrod do spawania elektrycznego jako uniwersalną metodę do ustalenia stopnia anormalności, wzgl. normalności tworzywa. Na podstawie licznych obserwacji dla tworzyw miękkich, półmiękkich, półtwardych i twardych dało się ustalić, że tworzywo wysoce anormalne, t. z. zawierające tlen, wykazuje stopień bryzgania w granicach 11 — 12,5%, natomiast dobrze odtlenione, t. zw. normalne tworzywo, wykazuje stopień bryzgania zaledwo 6—5%.

Otóż dorobkiem Huty Baildon jest to, że, podchodząc do istoty rzeczy z punktu widzenia metalurgicznego, metaloznawczego i technologicznego, odtworzyliśmy rzeczywistą naturę zjawiska bryzgania, a jednocześnie z tem daliśmy odpowiedź, jakie musi być tworzywo elektrod do elektrycznego spawania.

Nasze badania pozwalają na wprowadzenie naturalnej i jedynej z punktu widzenia logiki rzeczy, klasyfikacji tworzyw, stosowanych na elektrody do spawania elektrycznego, a mianowicie: na tworzywo anormalne i normalne, a kryterjum stopnia „normalności” możemy otrzymać za pomocą określenia „stopnia bryzgania”.

P. inż. Pilarczyk znalazł zależność między składem chemicznym spoiny, a składem chemicznym elektrody i charakterem otuliny, a zwłaszcza zależność między stopniem wypalania się poszczególnych pierwiastków w elektrodzie w zależności od składu mineralogicznego wzgl. chemicznego otuliny.

Otulina o charakterze utleniającym sprzyja wypalaniu się poszczególnych pierwiastków. Otulina, zawierająca zwiększony procent manganu (wzgl. niklu) sprzyja przejściu tego ostatniego do szwu spawania.

Otulina łatwopłynna jest cechą charakterystyczną elektrod do spawania w pozycji poziomej, a gęstopłynna — do spawania nad głową. Cienka otulina daje małą ilość żużla i jest uniwersalna; gruba otulina stosowana jest na szwy poziome, stykowe i pachwinowe oraz do spawania nad głową.

Gęstopłynna otulina powoduje przy spawaniu głębokie wyzeranie na szwach poziomych i ich nierówną powierzchnię. Cienka powłoka nie sprzyja utrzymaniu spoiny o dobrej wydłużalności i tworzy przeważnie szew porowaty; gruba powłoka daje natomiast szew ściślejszy, bez por i oznaczający się wysoką ciągliwością.

ZBD. Huty Baildon, Czerwiec 1934.

Dr. Inż. I. Feszczenko-Czopiński.

### Uziemienie punktu zerowego transformatorów w sieciach publicznych.

W ubiegłym roku poruszono w polskiej prasie technicznej zagadnienie, czy należy uziemiać punkt zerowy transformatorów po stronie niskiego napięcia. Najbardziej wyczerpującym był artykuł p. inż. K. Mauberga w Nr. 4 Technika (Katowice). W artykule tym autor analizuje kolejno, w jakim stopniu uziemienie punktu zerowego spełnia następujące trzy przypisywane mu zadania:

1. Natychmiastowe odłączenie części sieci, w której nastąpiło zwarcie z ziemią.
2. Niedopuszczanie do powstawania na maszynach i t. d. niebezpiecznych napięć dotyku.
3. Niedopuszczenie do podskoku napięcia na pozostałych fazach w razie uziemienia jednej fazy.

Autor na podstawie analizy rachunkowej każdego z pow. zagadnień dochodzi do wniosku że żadne z zadań uziemienia nie jest w sposób zadowalający osiągnięte.

Powyższy artykuł, jak i szereg drukowanych w Przegl. El. wzmianek, miały raczej na widoku uziemienia punktu zerowego w ruchu zakładów przemysłowych, a w szczególności kopalń.

Chciałbym zwrócić uwagę, że zagadnienie należy rozszerzyć i że posiada ono pierwszorzędne znaczenie dla zakładów, eksploatujących sieci publiczne. Ilość urządzeń o napięciu 220/380 V jest już w Polsce b. duża i stale będzie wzrastać, ponieważ nowe sieci buduje się z reguły na to napięcie, chyba że istniejąca w teje miejscowości stara sieć o innym napięciu stoi temu na przeszkodzie. Na zasadzie istniejących przepisów sieci nasze 220/380 V posiadają uziemione punkty zerowe transformatorów. Otóż sprawa tego uziemienia jest to sprawa bezpieczeństwa nie ograniczonej ilości górników, pracujących na t. zw. „przodkach”, lecz bezpieczeństwa całej ludności elektryfikowanych obszarów. Jest to nietylko zagadnienie teoretyczne, lecz, jak sądzę, jedno z najważniejszych praktycznych zagadnień, przed którymi stoją kierownicy sieci, zmuszeni obecnie przez przepisy do stosowania zabiegów, bynajmniej nieoczywistych, i co do których nasuwają się poważne zastrzeżenia.

Przystępuję do rozważenia samowystarczalności uszkodzonego obwodu przy uziemieniu punktu zerowego. Cytowany artykuł w Techniku zawiera obrachunek koniecznego oporu uziemień dla dwóch następujących konkretnych przykładów oporu, którego przekroczenie uniemożliwia samowystarczalność obwodu.

1. Przy 380/220 V i mocy silnika 10 kVA suma oporów uziemień punktu zerowego i korpusu silnika nie może przekroczyć 5,8 omów, jeżeli prąd zwarcia z ziemią ma być co-



najmniej 2½ razy większy od prądu nominalnego bezpieczników; to ostatnie stanowi warunek szybkiego i pewnego spalania się bezpieczników, zaczerpnięty tutaj z przepisów niemieckich VDE.

2. W tych samych warunkach i dla mocy 50 kVA suma oporów winna być najwyżej 1,16 omów.

Liczyby te nie wymagają wielu komentarzy. Należy zwrócić uwagę, że są to sumy dwóch oporów, z których jeden tylko — opór uziemienia zera transformatora — jest pod fachową kontrolą; drugi zaś — opór uziemienia kadłuba silnika — jest z reguły pozbawiony należytej kontroli. Wiemy zaś, że nawet dla fachowca jest rzeczą b. trudną, a czasem niemożliwą, utrzymać opory uziemień na poziomie rzędu od 0,5 do 2 omów. Przepisy niemieckie, dotyczące wykonania uziemień, przytaczają jako praktycznie osiągalną dolną granicę 3 omy, lecz nie mniej! Liczyby, podane w instrukcjach montażowych firmy Siemens, przytaczają, jako praktycznie osiągalne — znacznie większe wartości, niż przytoczone powyżej. Jeżeli uwzględnić jako opór uziem. zera 2 omy, to otrzymamy następującą sytuację w przytoczonych dwóch przykładach:

1. Przy silniku 10 kVA wyłączenie nastąpiłoby tylko wtedy, gdy opór uziemiający jego kadłuba, t. j. opór, będący pod niedostateczną kontrolą, byłby równy lub mniejszy, niż  $5,85 - 2 = 3,85$  omy!

2. Przy silniku 50 kVA samowylączenie nie nastąpiłoby wogóle.

Widzimy więc znikome prawdopodobieństwo samowylączenia w razie uziemienia jednej fazy w instalacji silnikowej, gdzie istnieją uziemienia ochronne kadłuba silnika. Jeszcze mniejszem jest to prawdopodobieństwo w instalacjach bez uziemień ochronnych np. oświetleniowych w mieszkaniach prywatnych; tych instalacji jest liczba większość; tam napięcie, które się zjawiało np. na oprawie lampy, na rurce bergmanowskiej lub na wyłączniku będzie miało — chyba nikt nie wątpi — znacznie większy opór do pokonania do ziemi, niż opór rzędu kilku omów! Jak wówczas będzie z samowylęczeniem? Przykładów możnaby przytaczać b. wiele, nie czyniąc jednak tego, natomiast zwracam się z kolei do zacytowania zwolenników uziemień punktu zerowego. Na stronie 105 Przeglądu Elektrotechnicznego z r. 1933 p. B. Szapiro w następującym zdaniu rozstrzyga powyżej przytoczoną kwestję:

„Natomiast przy należytej i konsekwentnie przeprowadzonych uziemieniach zarówno punktu zerowego, jak i każdego mogącego stać się niebezpiecznym odbiornika — prąd (— uziemienia — *przypisem mój B. W.*) powinien spowodować w możliwie najkrótszym czasie stopienie się bezpieczników...”

Dalej znajdujemy w artykule p. B. Szapiro opis wykonania uziemienia, zapewniającego mały opór 0,1 do 1 oma. Nie kwestjonując tych liczb, pozwolę sobie zaznaczyć tylko, że mało prawdopodobnym jest zmuszenie właścicieli drobnych instalacji silnikowych, aby wykonywali swe uziemienia ochronne za pomocą kilku grup rur, wkopanych przy wierzchołkach wieloboku o wymiarach ponad 20 m. Tego rodzaju instalacja jest, praktycznie rzecz biorąc, możliwa tylko w elektrowni lub na podstacji lub wreszcie w dużym zakładzie przemysłowym, posiadającym fachowy dozór instalacji elektrycznej. Zatrzymując się na podanej przez p. B. Szapiro liczbie oporu 1 om, widzimy zresztą, że nawet taki opór nie spowoduje jeszcze samowystarczalności w przytoczonym wypadku silnika o mocy 50 kVA. Zaś w instalacji, gdzie niema uziemień ochronnych, nawet opór uziemienia zera 0,1 oma nie spowoduje wyłączenia!

Reasumując powyższe, dochodzimy do wniosku, że należy poddać przestudowaniu i dyskusji następujące pytania:

1. Czy celem jest żądać od odbiorców prądu instalowania uziemień ochronnych o oporze rzędu 0,1 — 1 om?

2. Czy celowe jest rozszerzanie przymusu uziemień ochronnych przy odbiornikach (obejmującego teraz tylko pomieszczenia wilgotne) — np. przez włączenie do tego przymusu wszystkich odbiorników przemysłowych, lamp przenośnych i t. p.

3. Komu należy powierzyć przymusową kontrolę stanu uziemień u odbiorców prądu? NB. Dostawca prądu ma prawo, lecz nie obowiązek kontroli.

4. Komu należy powierzyć przymusową kontrolę nad stanem bezpieczników u odbiorców? NB. Naprawiane bezpieczniki usuwają nawet resztki prawdopodobieństwa samowylęcności instalacji przez uziemienie zera.

Tylko w razie twierdzącej odpowiedzi na pierwsze dwa pytania oraz konkretnego ustalenia obowiązku kontroli, poruszonego w trzecim i czwartym pytaniu, celowym jest przepis, żądający uziemienia punktu zerowego transformatora; tylko wówczas bowiem jest prawdopodobnym samowylęczenie odcinka sieci, ogarniętego zwarciami fazy z ziemią.

Sądzę, że właśnie w płaszczyźnie powyższych czterech pytań powinna obracać się dyskusja, która winna być podjęta w komisji przepisów budowy i ruchu w sprawie uziemienia zera.

Na pytanie pierwsze jestem skłonny odpowiedzieć negatywnie. Uważam za nierealne żądanie od ogółu odbiorców prądu tak niskich oporów uziemień ochronnych. Zresztą gdybyśmy nawet takie żądanie wprowadzili do przepisów, to niema możliwości w ramach istniejących ustaw i rozporządzeń ustalenia przymusowego nadzoru nad uziemieniami i bezpiecznikami. Natomiast brak nadzoru spowoduje iluzoryczność samowylęcności, i obok tego wystąpi związane z uziemieniem zera pogorszenie się sytuacji z punktu widzenia niebezpiecznych napięć dotyku. Wyjaśniam bliżej tę kwestję.

Jeżeli uważać, że samowystarczalność uszkodzonego odcinka jest zapewniona, wówczas sprawa niebezpiecznych napięć dotyku nie gra tak dużej roli. Rzeczywiście, w razie zwarcia fazy z korpusem silnika nastąpi zaraz (wprawdzie p.g. przepisów na bezpieczniki — najdalej w ciągu 1 godziny) odłączenie. Niebezpieczeństwo zatem ogranicza się raczej do wypadku dotknięcia się samego przewodu. Jak widzieliśmy jednak, samowystarczalność jest b. problematyczna; należy więc teraz założyć, że wyłączenie nie nastąpiło, i rozważyć, jaki układ jest bezpieczniejszy z punktu widzenia *napięć dotyku*: z uziemionem, czy też z izolowanym zerem transformatora. P. B. Szapiro w cytowanym artykule na str. 104 Przegl. El. z 1933 r. pisze:

„Widzimy zatem, że izolowanie przewodu zerowego nie zapobiega bynajmniej niebezpiecznym napięciom dotyku. Może w wielu wypadkach niebezpieczeństwo wywołać lub powiększyć. Gdy przy uziemionym punkcie zerowym można przy dotknięciu fazy otrzymać uderzenie o napięciu naogół najwyżej fazowym, to przy izolowanym punkcie zerowym napięcie dotyku może wypaść 3 razy większe”.

Z powyższem zdaniem Sz. Autora trudno się zgodzić. Że izolowanie przewodu zerowego nie zapobiega niebezpieczeństwu dotyku, to nie ulega kwestji; należy sądzić jednak, że izolowanie zwiększa znacznie ogólne bezpieczeństwo instalacji. Bezwątpienia możliwy jest teoretycznie wypadek, przytoczony powyżej, a oznaczający zbieg dwóch niepomyślnych okoliczności. Przy instalacji z zerem izolowanym:

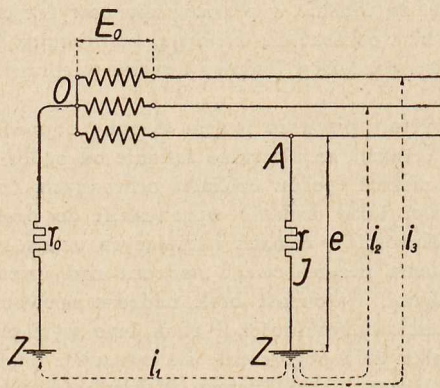
a) jedna z faz jest gdzieś na sieci przypadkowo uziemiona przez znikomo mały opór;

b) człowiek, dotykający się do drugiej fazy, jest jednocześnie uziemiony przez b. mały opór.

Wówczas istotnie człowiek, dotykający się przewodu, znajdzie się pod pełnym napięciem przewodowem.

Wiemy jednak, że i przy zaleconym przez p. B. Szapiro uziemieniu punktu zerowego potencjał jednej z faz względem ziemi może być też w pewnych warunkach prawie równy napięciu przewodowemu — i to miał zapewne Sz. Autor cytowanego artykułu na myśli pisząc, że w tym wypadku jest możliwe uderzenie o napięciu „naogół” najwyższej fazy. Naogół! — a zatem może być i inaczej! Otóż przy uziemieniu punktu zerowego w jednym tylko teoretycznym wypadku napięcie dotyku jest napięciem fazowym, — a to, gdy opór uziemienia tego jest równy zeru! Praktycznie napięcie dotyku może być większe, zbliżając się do napięcia przewodowego w miarę wzrostu oporu uziemienia i przy uwzględnieniu złej izolacji innej fazy.

Widzimy więc, że w obu wypadkach, t. j. jak w instalacji z uziemionem zerem, tak i przy izolowanym zerze, możliwy jest zbieg krańcowych i niepomysłnych okoliczności, kiedy napięcie dotyku zrówna się prawie z napięciem przewodowym; pomijając zaś krańcowy wypadek, przekonamy się, że uziemienie zera oznacza z reguły pogorszenie sytuacji z punktu widzenia napięcia dotyku.



Rys. 1.

Załączony szkic ilustruje to ostatnie twierdzenie.

W punkcie A człowiek o oporze  $r$  dotknął się przewodu, włączając się przez to na napięcie  $e = I \cdot r$ . Wielkość napięcia dotyku  $e$  zależy zatem od wielkości prądu  $I$ .

1. Jeżeli punkt zerowy jest izolowany, to prąd  $I$  równy jest sumie wektorowej  $i_2 + i_3$ , prądów upływu przez izolację do pozostałych dwóch faz.

2. Jeżeli natomiast punkt zerowy jest uziemiony, to, aby otrzymać  $I$ , należy do sumy powyższej dodać jeszcze wektorem prąd  $i_1$ , płynący do punktu zerowego. Suma ta, jak wykazuje łatwe obliczenie graficzne, jest większa, niż dla pierwszego wypadku, zatem izolowanie punktu zerowego jest korzystniejsze ze względu na napięcie dotyku.

Przy rozważaniu instalacji z uziemieniem punktu zerowego nasuwa się jeszcze nader ciekawa okoliczność. Mianowicie napięcie dotyku wyraża następujący wzór, jeżeli pominać opory izolacji, nie zmieniające zasadniczo obrazu.

$$e = I \cdot r = \frac{E_0 \cdot r}{r + r_0}$$

Stąd wniosek, że aby zmniejszyć napięcie dotyku  $e$  przy niezmiennym oporze ciała człowieka  $r$ , należy dążyć do dużego  $r_0$ , t. j. oporu uziemienia zerowego punktu. Przez zwiększenie  $r_0$  przeniesiemy możliwie dużą część spadku napięcia w obwodzie  $o - A - r - z - r_0 - o$  na ten właśnie opór  $r_0$  i zmniejszamy spadek napięcia na  $r$ , t. j. napięcie dotyku. Ale uprzednio w celu uzyskania samowylączalności instalacji musielibyśmy iść w kierunku odwrotnym, dążąc do małego oporu uziemienia zera, i stosując różne wskazane przez p. B. Szapiro sposoby; teraz widzimy, że to ostatnie dążenie postawi nas w b. niedogodnej sytuacji z powodu

powstałego wzrostu napięcia dotyku! Zaś znowu powiększenie oporu uziemienia, zmniejszając napięcie dotyku, jednocześnie usunie możliwości samowylączenia. W cytowanym artykule p. Mauberga przytoczone są liczbowe przykłady, ilustrujące powyższe.

Widzimy więc, że wymagania samowylączalności i małego napięcia dotyku są nie do pogodzenia i istnienie tej sprzeczności dyskwalifikuje system instalacji z uziemionem zerem transformatora.

Również nie uważam, aby był słuszny argument p. B. Szapiro, że w układzie z izolowanym przewodem zerowym przewód ten może znaleźć się pod napięciem, co ma być niebezpieczne wobec znaczniejszej długości zerowego przewodu w porównaniu z fazowymi. Napięcie przewodu zerowego nie przekroczyłyby w żadnym razie fazowego, a wypadek ten może zresztą zająć w pewnych okolicznościach i przy uziemionem zerze; pozatem przewód zerowy jest w obrębie zasięgu p.g. przepisów układany w izolacji.

Argument, że zaniechanie uziemienia zerowego przewodu pociągnie zaliczenie instalacji 220/380 V do rzędu wysokonapięciowych, nie jest ważki. Nie widzę bowiem przeszkody zmiany przepisów i bardziej liberalnego potraktowania napięcia rzędu kilkuset woltów, jak to uczyniły Niemcy, wprowadzając liczbę 1000 V jako granicę napięć, powyżej której dopiero wzrastają obostrzenia, odpowiadające naszemu wysokiemu napięciu.

Sądzę, że przytoczone argumenty uzasadniły konieczność dyskusji i ewentualnej rewizji sprawy uziemień punktów zerowych transformatorów. Ciekawego materiału mogłaby w tych sprawach dostarczyć należycie przeprowadzona statystyka wypadków porażień, oraz statystyka i wyniki, osiągnięte przy pomiarach oporów uziemień w różnych warunkach terenowych i przy różnym wykonaniu. U nas, niestety, nie rozporządzamy dotychczas tego rodzaju materiałami, które powinnyby, jak się zdaje, interesować nie tylko Stow. El. Pol., lecz i Związek Elektrowni.

Inż. B. Witwiński.

## Z praktyki dostaw instalacyjnych.

Warunki, w jakich wykonywane są dostawy robót instalacyjnych, oddawna są tematem dyskusji w kołach przemysłowców-instalatorów. Wywołuje zastrzeżenia przede wszystkim stosunek instytucji, udzielających zamówienia, do przedsiębiorcy, — stosunek, niezawsze ujęty właściwie, a zazwyczaj oparty na braku doń zaufania, krępujący go w wysokim stopniu i zwykle nakładający nań tak wielkie obowiązki i ciężary, że grozi mu to nieraz ruiną. Oprócz braku zaufania winną tu jest jeszcze niewłaściwie pojęta korzyść Skarbu Państwa. Dążenie do uzyskania od przedsiębiorcy cen, znacznie niższych od istotnej wartości rynkowej świadczenia, uważane jest zazwyczaj za osiągnięcie oszczędności, a zatem korzyści dla Skarbu. Skutek bywa taki, że solidne, stojące pod względem technicznym na należytych poziomach przedsiębiorstwa bądź to ponoszą dotkliwie straty, bądź też w czas przestają ubiegać się o te roboty, a na ich miejsce zjawiają się lub nawet masowo powstają przedsiębiorstwa słabe bez żadnych możliwości technicznych, często niesolidne lub lekkomyślne. Mogą one z łatwością zgodzić się na wszelkie warunki, ponieważ bez skrupułów potrafią ich nie dotrzymać, obchodząc najbardziej surowe i wyczerpujące przepisy. Jednocześnie przedsiębiorstwa takie nie wywiązują się ze swych zobowiązań wobec osób trzecich (dostawców, robotników), jak i wobec Skarbu Państwa, jako płatnicy podatków.

Taki stan rzeczy jest więc wyraźnie niekorzystny dla Państwa, osłabia bowiem, a nawet niszczy solidny przemysł,

a sprzyja powstawaniu szkodliwej działalności przedsiębiorstw przygodnych, nieodpowiedzialnych. Roboty, wykonywane w takich warunkach są niewiele warte i tylko pozornie są tańsze, ponieważ w bardzo krótkim czasie wymagają kosztownych napraw. Niżej omówimy przedewszystkiem sprawę warunków ogólnych, na jakich roboty winny być wykonywane.

Warunki te powinny ustalić m. inn.:

1. W razie jeżeli roboty takie zostają na pewien czas przerwane nie z winy przedsiębiorcy, to

a) za część robót wykonanych do przerwy dokonuje się z przedsiębiorcą rozrachunek, obliczając zużyte materiały po cenach kosztorysu, a robociznę proporcjonalnie do pozycji kosztorysowych za robociznę w % stosunku do wykonanej części roboty. Przy instalacji, prowadzonej w rurkach izolacyjnych, koszt rurkowania przyjmuje się jako 70% sumy całkowitej robocizny,

b) w czasie przerwy w robocie przedsiębiorca obowiązany jest doglądać wykończoną część instalacji i niezależnie od czasu trwania przerwy utrzymać ją w takim stanie, w jakim znajdowała się przed przerwą,

c) za swe czynności, wymienione w p. b), oraz ze straty wskutek opóźnienia wykończenia robót i dokonanie ostatecznego rozrachunku przedsiębiorca otrzymuje odszkodowanie.

Wysokość tego odszkodowania proponuję obliczać wg wzoru

$$O = at^2 + bt, \text{ przytem}$$

o — odszkodowanie w złotych,

t — czas przerwy w miesiącach,

a — pewien % kosztu części instalacji, niewykonanej przed przerwą,

b — pewien % kosztu części instalacji, wykonanej przed przerwą.

Propozycja: a = 0,2%, b = 1%.

2. Przy sprawdzeniu rachunku za wykonaną instalację elektryczną i obmiarze robót należy brać pod uwagę ilości materiałów koniecznych do wykonania danej roboty (t. j. rzeczywiście zużytych z pominięciem jedynie materiałów zniszczonych wskutek nieostrożności, nieumiejętności lub przypadku), a nie materiałów, znajdujących się w instalacji.

A zatem do ilości rurek, przewodników gołych i izolowanych, kabli ziemnych i t. p. (ściśle obmierzonych z dokładnością do 1 m (najlepiej wg. planów wykonawczych) należy dodawać pewien procent na ścinki i odpadki oraz na wyrównanie niedokładności obmiaru (na krzywiznach, zwisach i t. p.).

Wysokość procentu proponuję przyjąć:

na przewodniki (i odpowiednie rurki izolacyjne) do 2,5 mm<sup>2</sup> 15%,

na przewodniki (i odpowiednie rurki izolacyjne) 4 do 16 mm<sup>2</sup> 10%,

na przewodniki (i odpowiednie rurki izolacyjne) powyżej 16 mm<sup>2</sup> 5%,

na kable ziemne wszystkich przekrojów 5%.

Skolei omówię sprawę sporządzania kosztorysów na roboty.

1. *Ogólne zasady.* a) Kosztorys tak samo, jak i projekt instalacji, powinien być opracowany przez kompetentnego rzeczoznawcę, który jest odpowiedzialny za celowość doboru materiałów, obliczenie przekrojów przewodów, dostateczną ilość materiałów i t. p. Odpowiedzialności tej nie można przerzucać na przedsiębiorcę za wyjątkiem wypadku, jeżeli przedsiębiorca sam opracowuje projekt i kosztorys za osobnym za to wynagrodzeniem.

b) Kosztorys powinien być uzupełnieniem projektu, a więc powinien posiadać takie wyjaśnienia, z których widocz-

ny byłby sposób wykonania instalacji, jej rozmiar, specjalne warunki miejscowe i t. p.

c) Kosztorys powinien być tak zestawiony, aby w taki sam sposób mógł być później zestawiony rachunek, a to celem ułatwienia porównania rachunku z kosztorysem.

2. *Układ kosztorysu.* a) Kosztorys powinien być ułożony wg. działów, obejmujących roboty o jednakowym charakterze, jak np. linie zasilające, instalacja wewnętrzna w pomieszczeniach gospodarczych, biurowych, mieszkaniach, garażach i t. p.

b) O ile w danym dziale jest znaczna ilość różnych jednostek (np. mieszkań) z dużą ilością materiałów, należy tworzyć poddziały (np. z mieszkań na jednym piętrze). Jeżeli zaś jest szereg jednakowych jednostek, to należy zestawić ilość materiałów dla jednej jednostki, a w następnym poddziale zaznaczyć ilość pozostałych takich jednostek bez wyszczególnienia materiałów.

c) W tytule każdego działu (wzgl. poddziału) należy zamieścić wyjaśnienia, o których mowa w p. 1-b. Np.

„I. Linje zasilające, składające się z głównej linii od złącza kabla miejskiego do głównej tablicy rozdzielczej, wykonanej kablem ziemnym 2×25 mm<sup>2</sup>, oraz trzech pionów, wykonanych z rurek izolacyjnych pod tynkiem o przekrojach jeden 3×6 mm<sup>2</sup>, dwa po 3×10 mm<sup>2</sup>”.

„II. Instalacja oświetleniowa w pomieszczeniach gospodarczych, a m. 12 p. św. na klatkach schodowych z zapalaniem automatycznym, wykonane w rurkach izolacyjnych pod tynkiem i t. d.”.

3. *Wyszczególnienie materiałów; drobne materiały:* a) W każdym dziale kosztorysu powinny być wyszczególnione wszystkie te materiały, które się dadzą po wykonaniu roboty ilościowo obliczyć. A więc powinny być wyszczególnione takie materiały, jak: pudełka do rurek, rozetki rozgałęzieniowe, zakończenia, fajki, uchwyty i t. p.

b) Materiały natomiast, które się nie dadzą po wykonaniu roboty obliczyć, należy ująć w osobną pozycję w końcu każdego działu, wzgl. poddziału (pod nazwą) „drobne materiały”. Do materiałów tych należą: drut wiązalkowy, gwoździe, śrubki do drzewa, taśma izolacyjna, tinol i cyna do lutowania, kołki drewniane, gips.

c) Materiały, składające się z różnych części, powinny być ujęte w poszczególne pozycje jako komplety. Np. pudełka rozgałęzieniowe do rurek wraz z przykrywkami, wyłączniki i kontakty p/t wraz z przykrywkami i pudełkami, bezpieczniki wraz ze śrubami stykowymi i korkami i t. d. Również jako komplety powinny być zamieszczane tablice rozdzielcze, ze względu jednak na możliwość zmian w składzie tablicy, szczególnie większych, powinny być w tekście ujawnione ceny poszczególnych części składowych tablicy. Jako poszczególne części składowe tablicy, należy uważać również materiały do połączeń i drobne materiały, oraz robociznę przy zmontowaniu tablicy. Pozycja tablic wygląda zatem jak na poniższym przykładzie:

	Zł.	Cena	Suma
3 tablice rozdzielcze składające się z:			
1 płyty marmurowej 400×600×20 mm	24.—		
12 bezpieczn. porc. I bieg. 6 — 15 A	21.60		
3 bezpieczników pasowych I bieg. 100 A			
z przykr.	60.—		
1 wyłącznika drążkowego 30×100 A	42.—		
4 sworzni do zamocowania tablicy z niklowanymi nakrętkami	8.—		
przewodników do połączeń i drobnych materiałów	6.40		
robocizny przy montowaniu tablicy	12.—	174.—	522.—

4. *Robocizna.* Zasadniczo w kosztorysach powinno się przewidywać robociznę wyłącznie przy robotach wyraźnie

elektrotechnicznych. Należy z reguły unikać żądania wykonywania przez przedsiębiorcę elektrotechnicznego robót murarskich, malarskich, sztukatorskich, zdłuńskich, ciesielskich, stolarskich, ślusarskich, ziemnych, brukarskich, dacharskich i t. p. Wyjątek stanowi zawsze wykucie kanałów na rurki, oraz przebieg przez ściany i stropy i wykucie wnęk na tablice, o ile nie zostały pozostawione właściwe otwory i zagłębienia podczas murowania (lub betonowania) ścian i stropów. W poszczególnych wypadkach, o ile to jest niuniknione, do obowiązków przedsiębiorcy elektrotechnicznego można zaliczyć wykopanie kanałów na kable ziemne, ich zasypianie i w razie konieczności zabrukowanie, oraz ustawienie słupów przy liniach napowietrznych wraz z ich wkopaniem. O ile te roboty nie są w kosztorysie wyraźnie wymienione, nie obowiązują one przedsiębiorcy elektrotechnicznego, ciąży jednak na nim obowiązek dozoru nad należytem wykonaniem tych robót przez kogo innego.

Robocizna powinna być w kosztorysie zasadniczo ujęta w osobną (ostatnią) pozycję. Pozycja ta może być w pewnych wypadkach podzielona na części:

a) Robocizna przy zwykłych instalacjach oświetleniowych w rurkach powinna być ujęta w jedną ryczałtową pozycję dla każdego poddziału.

b) Przy robotach kablowych ziemnych, o ile roboty ziemne muszą być włączone do obowiązków przedsiębiorcy elektrotechnicznego, należy pozycję robocizny ująć w dwóch częściach: robocizną przy wykopaniu ew. zasypaniu i zabrukowaniu kanału (robocizna ta może być podana w cenach jednostkowych od m. b. kanału) i robocizną przy ułożeniu kabli, zalaniu i połączeniu muł kablowych i t. d. jako ryczałt.

c) Przy budowie linii napowietrznych, jeżeli konieczne jest ustawienie słupów przez przedsiębiorcę elektrotechnicznego, robocizną również należy podzielić na dwie części: na robocizną przy ustawianiu słupów (w cenach jednostkowych od ilości słupów) i na robocizną przy zakładaniu izolatorów, umocowaniu przewodników, bezpieczników słupowych, konstrukcji dachowych, odgromników i t. d. jako ryczałt.

d) Do pozycji robocizny w dziale, gdzie wchodzi tablice rozdzielcze, należy włączyć robocizną przy zamocowaniu tablicy na miejscu przeznaczenia, niezależnie od robocizny przy zmontowaniu (budowie) tablicy, o której wspomniano w p. 3 — c).

Podobnie tam, gdzie wchodzi armatury i żarówki, pozycję robocizny należy ujmować wraz z zawieszeniem gotowych, kompletnie zmontowanych armatur, oraz z wkręcaniem żarówek, lecz z zastrzeżeniem, że żarówki będą wkręcane jednocześnie z zakładaniem armatur. Jeżeli natomiast żarówki mają być wkręcane w innym czasie, to należy to w kosztorysie zaznaczyć, i robocizną przy takim wkręcaniu żarówek ująć w osobną pozycję.

5. *Koszty zalegalizowania instalacji elektrycznej.* Jeżeli wykonana instalacja musi być zalegalizowana przed przyłączeniem do sieci, jak np. przyjęcie jej przez komisję z ramienia elektrowni lub urzędu nadzorczego (Inspekcję elektryczną), to koszty związane z zalegalizowaniem, powinny być zamieszczone w kosztorysie w osobnym dziale w dwóch pozycjach. Jedna pozycja stanowić powinna zwrot wszelkich opłat, poniesionych przez przedsiębiorcę, druga zaś wynagrodzenie dla przedsiębiorcy za poniesione przez niego starania i dokonane świadczenia jak: sporządzenie planów wykonawczych, załatwienie formalności w Elektrowni lub urzędach, dokonanie pomiarów izolacji podczas sprawdzania instalacji przez komisję i t. p.

6. *Świadczenia i koszty poboczne.* Z reguły nie należy obciążać przedsiębiorcy elektrotechnicznego żadnymi świadczeniami pobocznymi, a zatem zamieszczać w kosztorysach kosztów tych świadczeń. Do takich świadczeń należą m. in.: opłaty w Elektrowni za dokonanie przez nią przyłączenia instalacji, koszty przygotowania pomieszczenia na podstację transformatorową, odszkodowanie za użytkowanie obcych gruntów (np. za ustawienie słupów na obcym gruncie) i t. p. Jeżeli jednak wyjątkowo, ze względów specjalnych, obciążenie takimi świadczeniami przedsiębiorcy elektrotechnicznego jest niezbędne, to koszty tych świadczeń należy ująć w kosztorysie w osobnym dziale i dokładnie je wyszczególnić.

N.

PRZEDPŁATA:  
**kwartalnie . . . . zł. 9.—**  
**rocznie . . . . zł. 36.—**  
 za zmianę adresu  
 (znaczkami pocztowymi) gr. 50

Biurowisko Redakcji i Administracji: Warszawa, Czackiego № 5 m. 24, I piętro  
 (Gmach Stowarzyszenia Techników), telefon № 690-23.

Administracja otwarta codz. od godz. 9 do 15 w soboty od 9 do 13  
 Redaktor przyjmuje we wtorki i piątki od godziny 19-ej do 20-ej.

**Konto czekowe w P. K. O. Nr. 363**

**Ceny ogłoszeń  
 podaje administracja  
 na zapytanie.**

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

S. A. Z. G. „Drukarnia Polska”, Warszawa, Szpitalna 12. Tel. 5.87-98.

