

10.530/10.11.48

# WIADOMOŚCI ELEKTROTECHNICZNE

BIBLIOTEKA  
POLITECHNIKI  
LUBSKIEJ

50  
P 921/48

CZASOPISMO DLA ELEKTRYKÓW - PRAKTYKÓW  
WYDAWANE PRZEZ  
STOWARZYSZENIE ELEKTRYKÓW POLSKICH, CENTRALNY ZARZĄD ENERGETYKI I CENTRALNY ZARZĄD  
PRZEMYSŁU ELEKTROTECHNICZNEGO.

ROK VIII

WARSZAWA, LISTOPAD 1948

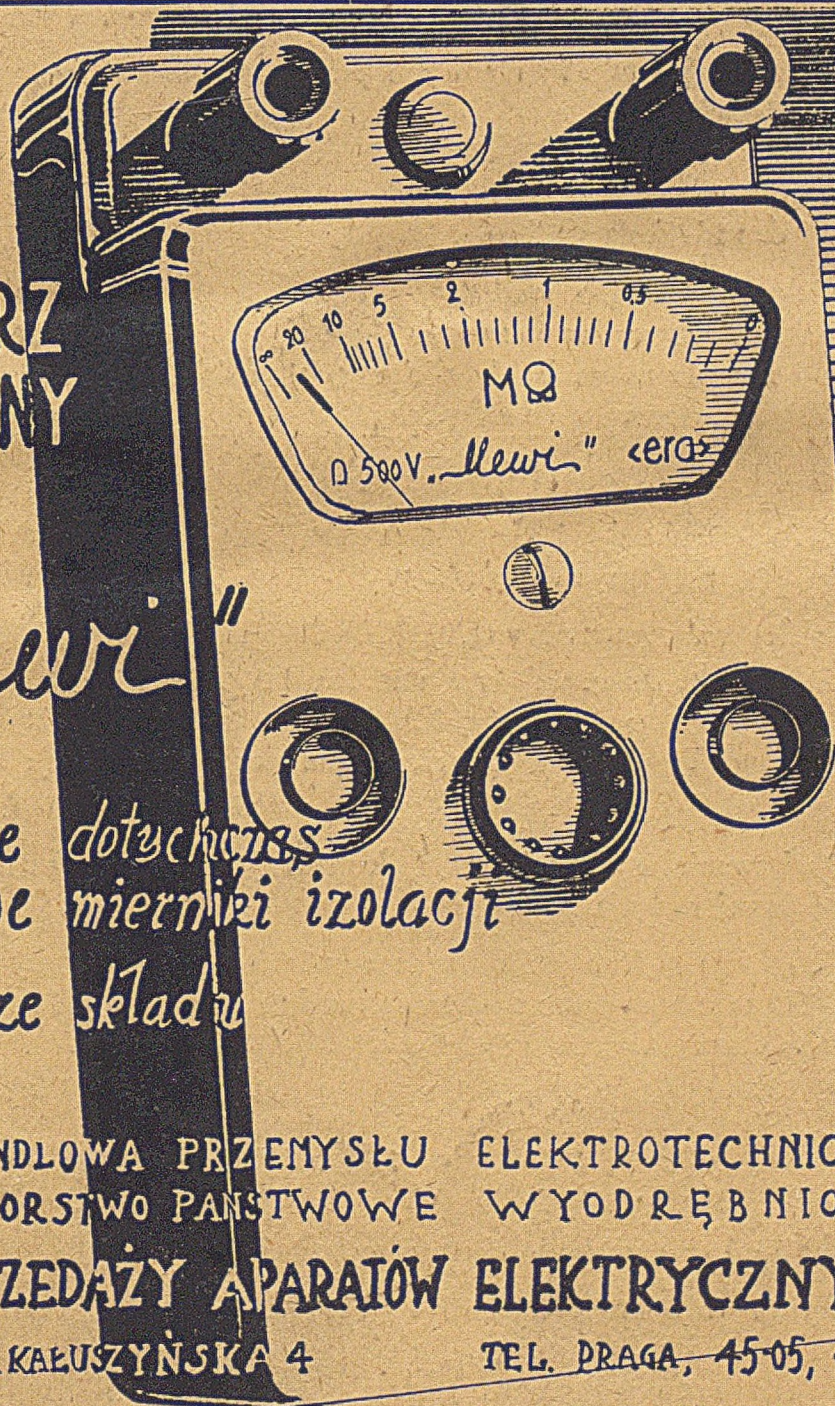
ZESZYT 2

Nasz  
MEGOMIERZ  
PRZENOŚNY

typu

"lewi"

zastąpi  
importowane dotychczas  
induktorowe mierniki izolacji  
dostawa ze składni



CENTRALA HANDLOWA PRZEMYSŁU ELEKTROTECHNICZNEGO  
PRZEDSIĘBIORSTWO PAŃSTWOWE WYODRĘBNIONE  
BIURO SPRZEDAŻY APARATÓW ELEKTRYCZNYCH  
WARSZAWA, UL. KAEUSZYŃSKA 4  
TEL. PRAGA, 45-05, 46-06









# WIADOMOŚCI ELEKTROTECHNICZNE

CZASOPISMO DLA ELEKTRYKÓW — PRAKTYKÓW

Redaktor: inż. el. Włodzimierz Kotelewski \* Warszawa, Al. Marsz. J. Stalina 27

ROK VIII \* LISTOPAD 1948 R. \* ZESZYT 2

TREŚĆ ZESZYTU 2-go. 1. SPÓŁCZYNNIK MOCY (COSINUS FI) I JEGO ZNACZENIE. 2. ELEKTROTECHNIKA NA WYSTAWIE ZIEM ODZYSKANYCH WE WROCŁAWIU. 3. POSTĘPY W DZIEDZINIE ENERGETYKI I PRZEMYSŁU ELEKTROTECHNICZNEGO W POLSCE. 4. PORAŻENIA ELEKTRYCZNE W POLSCE. 5. SPRAWY SZKOLENIOWE. 6. NOWINY ELEKTROTECHNICZNE. 7. SKRZYŃKA TECHNICZNA.

## Spółczynnik mocy (cosinus fi) i jego znaczenie.

Przyczyną zagadnienia — pola magnetyczne odbiorników.

Inż.-żł. ST. HULANICKI

W elektrowniach, wytwarzających i rozdzielających energię elektryczną w postaci prądu zmiennego, coraz większą uwagę zwraca się na wielkość współczynnika mocy czyli tzw.  $\cos \varphi$  (czytaj: kosinus fi), przy jakim energia ta jest wytwarzana i przesyłana. To zainteresowanie tłumaczy się tym, że każde obniżenie się współczynnika mocy w porównaniu do jego wielkości, na którą przewidziane są elektryczne urządzenia prądotwórcze i rozsyłowe, nie tylko powiększa straty, zachodzące przy wytwarzaniu i rozsyłaniu energii elektrycznej, lecz również zmniejsza moc maksymalną (największą), jaką elektrownia jest w stanie wytworzyć, ograniczając ponadto zdolność przesyłową sieci.

Z tego też względu zarówno pracownicy elektrowni, jak i odbiorcy energii elektrycznej, winni dokładnie zdawać sobie sprawę z najważniejszych zjawisk, związanych z istnieniem współczynnika mocy, a mianowicie:

1. z istoty współczynnika mocy ( $\cos \varphi$ );
2. z wpływu, jaki wywiera jego zmniejszenie się na pracę elektrowni i sieci;
3. z przyczyn, powodujących zmniejszenie się współczynnika mocy, i wreszcie
4. ze sposobów, jakie należy zastosować, aby uniknąć zmniejszenia się współczynnika mocy.

W sieciach prądu stałego oraz w tych sieciach prądu zmiennego, z których czerpią energię tylko takie odbiorniki, jak żarówki, grzejniki, piece elektryczne itp., prąd płynący w sieci odpowiada pracy mechanicznej wytworzonej przez maszyny, które napędzają prądnice (generatory) ustawione w elektrowni. Praca ta przekształcana jest w generatorach na energię elektryczną, a następnie wykorzystywana w odbiornikach, przyłączonych do sieci i czerpiących z niej energię elektryczną. Z tego punktu widzenia prąd, płynący w sieci pod pewnym napięciem, traktować możemy, jako energię dającą się łatwo przesyłać na większe odległości, — linię zaś elektryczną uważać możemy za pewnego rodzaju pomost, po którym praca mechaniczna płynie w postaci energii elektrycznej z elektrowni do odbiorców.

Jednokierunkowy ten przepływ energii z elektrowni do odbiorców zostaje jednakże zakłócony z chwilą, gdy do sieci prądu zmiennego przyłączymy odbiorniki, posiadające pole magnetyczne, które zasilane jest z sieci. Takimi odbiornikami są: silniki asynchroniczne, transformatory, dławiki, elektromagnesy itp. Pole magnetyczne tych odbiorników, z powodu okresowo zmieniającego się napięcia w sieci (najczęściej 50 okr./sek.), nie posiada wartości stałej, lecz zmienia się okresowo, zarówno co do wielkości, jak i kierunku — w takt zmian napięcia sieci.

W polu magnetycznym odbiorników zawarta jest pewna ilość energii przy czym wielkość jej zależy od wielkości tego pola. Z tego też względu w chwilach, kiedy pola magnetyczne w przyłączonych do sieci odbiornikach rosną, energia dopływa do tych pól z sieci; zostaje ona w nich na krótki moment zatrzymana, po czym — w miarę zmniejszania się tych pól — odplywa z powrotem do sieci. Okresowy dopływ i odpływ energii pól magnetycznych odbywa się przy częstotliwości prądu 50 okr./sek. sto razy na sekundę.

Z powyższych rozważań widzimy, że z chwilą przyłączenia do sieci odbiorników posiadających zasilane z sieci pole magnetyczne, — w sieci — obok energii jednokierunkowo przepływającej z elektrowni do odbiorników (której wielkość zależy od ilości przetwarzanej w odbiornikach energii), — pojawi się drugi czynnik, a mianowicie kołysząca się energia pól magnetycznych, której wielkość zależy jedynie od wielkości tych pól w poszczególnych odbiornikach. Kołysanie się tej energii (pomijając tę jej część, która zamienia się na ciepło z powodu oporności przewodów oraz histerezy i prądów wirowych w żelazie) nie zwiększa pracy maszyn w elektrowni, a zaznacza się jedynie pewnym dodatkowym prądem płynącym w prądnicach i w sieci.

### Określenie współczynnika mocy ( $\cos \varphi$ ).

Musimy więc rozróżnić w tych wypadkach dwa prądy płynące w prądnicach i przewodach, a mianowicie: jeden, odpowiadający energii płynącej użytecznie z elektrowni do odbiorników, oraz drugi, odpowiadający energii bezużytecznie kołyszącej się między elektrownią a polami



magnetycznymi odbiorników. Pierwszy z nich nazywamy prądem **czynnym** czyli watomym, drugi — prądem **biernym** czyli bezwatomym. Obydwa te prądy sumują się w odpowiedni sposób, dając prąd **wypadkowy**, którego natężenie wskaże nam włączony do sieci **amperomierz**.

Zupełnie podobnie rozróżniamy moc rzeczywistą  $P$ , która dla sieci trójfazowej oblicza się ze wzoru:

$$P = \frac{1,73 \times I_{cz} \times U}{1000} \text{ kW} \dots (1)$$

gdzie  $I_{cz}$  oznacza prąd czynny (watomy),  $U$  zaś — napięcie międzyprzewodowe, oraz moc bierną (czyli urojoną)  $P_u$ , która oblicza się ze wzoru:

$$P_u = \frac{1,73 \times I_b \times U}{1000} \text{ kVA} \dots (2)$$

gdzie  $I_b$  oznacza prąd bierny (bezwatomy),  $U$  zaś — napięcie międzyprzewodowe.

Jeżeli w podobny sposób utworzymy iloczyn, biorąc prąd  $I$  wskazywany przez amperomierz, otrzymamy tzw. moc pozorną  $P_z$ , mierzoną w kilowoltoamperach, przy czym;

$$P_z = \frac{1,73 \times I \times U}{1000} \text{ kVA} \dots (3)$$

Otóż **spółczynnikiem mocy** ( $\cos \varphi$ ) nazywamy **stosunek prądu czynnego (watomego) do prądu całkowitego** mierzonego amperomierzem; inaczej mówiąc, **spółczynnik mocy**

$$\cos \varphi = \frac{I_{cz}}{I} \dots (4)$$

Inaczej jeszcze można określić współczynnik mocy, jako **stosunek mocy rzeczywistej do mocy pozornej**, czyli:

$$\cos \varphi = \frac{P}{P_z} \dots (5)$$

Widzimy stąd, że **spółczynnik mocy** określa, **jaka część prądu** zmierzonego przez amperomierz jest prądem **czynnym** (watomym), albo też, **jaka część energii** płynącej w sieci jest energią przesyłaną użytecznie z elektrowni do odbiorników.

Niski współczynnik mocy ( $\cos \varphi$ ) dowodzi, że mamy w sieci duże ilości kołyszającej się energii pól magnetycznych i że przewody są **bezużytecznie** (z punktu widzenia wykorzystania) obciążone tą energią, prowadząc zbyt duży prąd bierny (bezwatomy). I odwrotnie: **duży współczynnik mocy** oznacza, iż mamy w przewodach niedużą stosunkowo ilość prądu biernego, czyli, że **przewody** — z punktu widzenia przenoszenia mocy rzeczywistej — są **dobrze wykorzystane**. Należy zaznaczyć, że największa osiągalna wartość współczynnika mocy wynosi  $\cos \varphi = 1$ , co zresztą wynika z przytoczonych wyżej wzorów.

## Obliczanie $\cos \varphi$ .

Po wyjaśnieniu istoty współczynnika mocy omówimy **sposoby obliczania jego wartości** w sieci. Jak wynika z podanych wyżej wzorów (4) i (5), po to, aby móc obliczyć współczynnik mocy ( $\cos \varphi$ ), znać musimy prąd całkowity  $I$  oraz prąd czynny (watomy)  $I_{cz}$  albo też: moc pozorną  $P_z$  oraz moc rzeczywistą  $P$ . Wyznaczenie prądu całkowitego  $I$  w linii nie nastręczy trudności, wskazuje go bowiem amperomierz włączony w przewód. Nie posiadamy natomiast przyrządu do bezpośredniego pomiaru prądu czynnego (watomego)  $I_{cz}$ . Z tego też względu wzór (4) nie nadaje się do obliczania współczynnika mocy i korzystamy w praktyce ze wzoru (5). Moc pozorną  $P_z$  obliczamy ze wzoru (3), podstawiając do wzoru wielkości natężenia

prądu  $I$  oraz napięcia  $U$  wskazane jednocześnie przez amperomierz oraz woltomierz, załączony między przewody sieci.

Tak np. jeżeli odczytamy dla sieci trójfazowej na amperomierzu 40 amperów i jednocześnie woltomierz wskaże 380 woltów, wówczas moc pozorną  $P_z$  równać się będzie:

$$P_z = \frac{1,73 \times 40 \times 380}{1000} = 26,3 \text{ kilowoltoamperów (kVA)}.$$

Moc rzeczywistą  $P$  bezpośrednio wskaże nam włączony do sieci watomierz. Jeżeli wartość odczytana na watomierzu (jednocześnie z odczytem amperomierza i woltomierza) wyniesie np. 20 kW, wówczas na podstawie wzoru (5) otrzymamy:

$$\cos \varphi = \frac{P}{P_z} = \frac{20}{26,3} = 0,76.$$

Drugim bardzo często w praktyce spotykanym zagadnieniem jest **obliczanie całkowitego prądu** pobieranego przez kilka włączonych równolegle odbiorników. O ile chodzi o gotową instalację — wystarczy włączyć amperomierz w przewód przed rozgałęzieniem prądu do odbiorników. Gdy natomiast obliczamy przy projektowaniu nieistniejącą jeszcze instalację, znając **moce** poszczególnych odbiorników oraz współczynniki mocy ( $\cos \varphi$ ), przy których odbiorniki te pracują, — wówczas obliczamy prądy, pobierane przez każdy odbiornik z osobna.

**Dodawać** do siebie możemy jednakże prądy te wówczas tylko, gdy odnośne odbiorniki pracują przy **jednakowym** współczynniku mocy  $\cos \varphi$ . Do takich odbiorników należą odbiorniki, posiadające **znikome pola magnetyczne**, jak żarówki, grzejniki elektryczne itp.; pracują one wszystkie przy **jednakowym** współczynniku mocy równym — praktycznie biorąc — **jedności** ( $\cos \varphi = 1$ ). Inaczej mówiąc, **całkowity ich prąd** jest prądem **czynnym** (watomym) i dlatego też prądy pobierane przez te odbiorniki możemy **sumować bez zastrzeżeń**.

Jeżeli natomiast poszczególne odbiorniki pracują przy **różnych** współczynnikach mocy (np. silniki asynchroniczne), wówczas musimy — po obliczeniu prądu, pobieranego przez każdy z tych odbiorników — **rozłożyć** prąd ten na prądy: **czynny i bierny**. Następnie sumujemy **osobno** prądy czynne, **osobno** zaś bierne, po czym obie te sumy **dobajemy** do siebie, — jednakże **nie arytmetycznie, lecz geometrycznie**.

O ile chodzi o **dobawanie geometryczne** (z wynikiem przybliżonym), to najprościej wykonać je można **wykreślić**. Metoda ta jest bardzo prosta i łatwa i każdy elektryk może ją szybko opanować. Tak np., jeżeli obliczony przez nas w instalacji prąd czynny (watomy)  $I_{cz}$  wynosi dajmy na to 32 A, prąd zaś bierny (bezwatomy)  $I_b = 18$  A, wówczas **całkowity prąd**  $I$  (prąd rzeczywisty), — jako **sumę geometryczną** prądów  $I_b$  oraz  $I_{cz}$ , otrzymamy w następujący sposób:

odkładamy w dowolnej skali (np. jak na rys. 1, gdzie 1 amper  $\triangleq$  2 mm\*) odcinek  $AB = 64$  mm; odcinek ten odpowiada prądowi  $I_{cz} = 32$  A. Od punktu  $A$  odkładamy następnie odcinek  $AC = 36$  mm; odcinek ten odpowiada prądowi  $I_b = 18$  A. Łącząc punkty  $B$  i  $C$ , otrzymamy szukaną sumę geometryczną  $I$  utworzoną z prądów  $I_{cz}$  oraz  $I_b$ . Przykładając miarke do odcinka  $BC$ , widzimy, że **długość jego** wynosi w przybliżeniu 72 mm,

\*) Symbol  $\triangleq$  oznacza „odpowiada“.

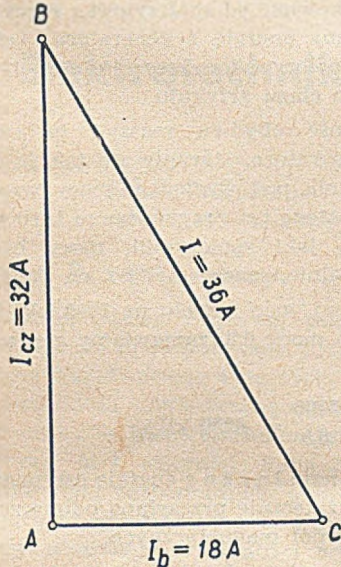


co odpowiada prądowi:  $I = 36$  A. Zatem prąd rzeczywisty  $I$  wynosi w tym wypadku 36 amperów.

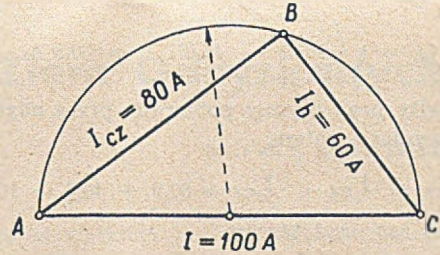
Rachunkowo ten sam wynik otrzymamy, jako

$$I = \sqrt{I_{cz}^2 + I_b^2}$$

Z kolei wyjaśnimy bliżej, w jaki sposób należy obliczać prądy czynny i bierny, mając prąd całkowity



Rys. 1.  
Wyznaczanie prądu  $I$  sposobem wykreślnym.



Rys. 2.  
Wykreślnie wyznaczenie prądu biernego  $I_b$

Obliczenie różnicy geometrycznej, czyli wzoru (7), dokonać można łatwo (bez znajomości zasad algebry), podobnie jak i obliczenie sumy geometrycznej, — wykreślnie. W tym celu odkładamy (rys. 2) odcinek  $AC$ , odpowiadający w pewnej obranej przez nas skali, prądowi rzeczywistemu  $I = 100$  amperów. Przy skali wynoszącej np.  $1 \text{ mm} \triangleq 2 \text{ amperom}$ , długość odcinka  $AC$  wynosić będzie  $100 \text{ A} : 2 \text{ A/mm} = 50 \text{ mm}$ . Następnie na odcinku  $AC$ , jako na średnicy, budujemy półkole, zataczając je (ze środka odcinka  $AC$ ) promieniem równym  $25 \text{ mm}$ , po czym

$I$  odbiornika. W tym celu znać musimy przede wszystkim współczynnik mocy  $\cos \varphi$ , przy jakim odbiornik ten pracuje. Jeżeli np. odbiornik pobiera prąd  $I = 100$  amperów przy współczynniku mocy  $\cos \varphi = 0,8$ , wówczas na podstawie wzoru (4) prąd czynny wyniesie:

$$I_{cz} = I \times \cos \varphi \dots \dots \dots (6)$$

Podstawiając do tego wzoru  $I = 100 \text{ A}$  oraz  $\cos \varphi = 0,8$ , otrzymamy:

$$I_{cz} = 100 \times 0,8 = 80 \text{ amperów.}$$

Prąd bierny (bezwatowy)  $I_b$  obliczamy, jako różnicę między prądem całkowitym  $I$  a prądem czynnym (wattowym)  $I_{cz}$ , — różnicę jednakże nie arytmetyczną, lecz różnicę geometryczną, czyli że otrzymamy w tym wypadku:

$$I_b^2 = I^2 - I_{cz}^2$$

skąd otrzymujemy po wyciągnięciu pierwiastka kwadratowego z obu stron równania:

$$I_b = \sqrt{I^2 - I_{cz}^2} \dots \dots (7)$$

Podstawiając do wzoru (7) liczby z naszego przykładu, otrzymamy:

$$I_b = \sqrt{100^2 - 80^2} = \sqrt{10000 - 6400} = \sqrt{3600} = 60 \text{ amperów.}$$

z punktu  $A$  zataczamy łuk promieniem równym  $40 \text{ mm}$ , co w obranej przez nas skali odpowiada prądowi  $I_{cz} = 80 \text{ A}$ ; łuk ten przecięnie półkole w punkcie  $B$ . Jasne jest, że przyprostokątna  $BC$  trójkąta prostokątnego  $ABC$  odpowiada różnicy geometrycznej odcinków  $AC$  oraz  $AB$ , gdyż odcinek  $AC$  jest sumą geometryczną ustawionych względem siebie pod kątem prostym odcinków  $AB$  oraz  $BC$ . Mierząc długość odcinka  $BC = 30 \text{ mm}$  i biorąc pod uwagę, że w obranej przez nas podziałce ( $1 \text{ mm}$  odpowiada  $2 \text{ amperom}$ ) obliczymy łatwo prąd wyrażony przez odcinek  $BC$ , czyli prąd bierny  $I_b$ , jak następuje:  $I_b = 30 \text{ mm} \times 2 \text{ A/mm} = 60 \text{ A}$ . Otrzymaliśmy więc wynik zgodny z poprzednim, uzyskanym na drodze rachunkowej.

Obecnie potrafimy już obliczyć sumę prądów, pobieranych przez kilka odbiorników o różnych współczynnikach mocy. Rozpatrzmy więc przykład liczbowy.

**Przykład liczbowy.**

Przypuśćmy, że mamy do zainstalowania dwa silniki asynchroniczne, z których jeden pobiera z sieci moc  $40 \text{ kW}$  przy  $\cos \varphi = 0,9$ , drugi zaś pobiera  $30 \text{ kW}$  przy  $\cos \varphi = 0,6$ . W celu zaprojektowania sieci obliczyć musimy prąd, pobierany przez oba silniki łącznie — przy pełnym ich obciążeniu. Prąd pobierany przez każdy silnik z osobna obliczamy ze wzoru:

$$I = \frac{P \times 1000}{1,73 \times U \times \cos \varphi} \dots \dots \dots (8)$$

gdzie  $P$  oznacza w kilowatach moc, pobieraną przez silnik z sieci,  $U$  oznacza napięcie międzyprzewodowe sieci w woltach ( $380 \text{ woltów}$ ).

Stąd otrzymamy prąd  $I_1$  (w amperach), pobierany przez pierwszy silnik z sieci:

$$I_1 = \frac{40 \times 1000}{1,73 \times 380 \times 0,9} = 67,7 \text{ A,}$$

zaś składowe tego prądu: czynna  $I_{1cz}$  oraz bierna  $I_{1b}$  wyrażą się, jak następuje:



$$I_{1cz} = I_1 \times \cos \varphi = 67,7 \times 0,9 = 60,9 \text{ A,}$$

oraz:

$$I_{1b} = \sqrt{I^2 - I_{1cz}^2} = \sqrt{67,7^2 - 60,9^2} = 29,5 \text{ A.}$$

Podobnie otrzymamy dla drugiego silnika:

$$I_2 = \frac{30 \times 1000}{1,73 \times 380 \times 0,6} = 76,0 \text{ A,}$$

$$I_{2cz} = 76,0 \times 0,6 = 45,6 \text{ A,}$$

$$I_{2b} = \sqrt{76,0^2 - 45,6^2} = 60,8 \text{ A.}$$

Całkowity prąd czynny pobierany przez obydwa silniki z sieci wyniesie zatem:

$$I_{cz} = I_{1cz} + I_{2cz} = 60,9 + 45,6 = 106,5 \text{ A,}$$

całkowity zaś prąd bierny:

$$I_b = I_{1b} + I_{2b} = 29,5 + 60,8 = 90,3 \text{ A,}$$

Dla otrzymania całkowitego prądu rzeczywistego, pobieranego przez silniki, należy dodać geometrycznie całkowity prąd czynny  $I_{cz}$  oraz całkowity bierny  $I_b$ . Otrzymamy więc:

$$I = \sqrt{I_{cz}^2 + I_b^2} = \sqrt{106,5^2 + 90,3^2} = 139,4 \text{ A.}$$

Wreszcie obliczyć możemy, przy jakim współczynniku mocy płynąć będzie prąd z sieci; według podanych wyżej wzorów otrzymamy:

$$\cos \varphi = \frac{I_{cz}}{I} = \frac{106,4}{139,4} = 0,764.$$

## Wpływ obniżenia $\cos \varphi$ na pracę elektrowni.

Zastanówmy się teraz bliżej nad drugim z postawionych wyżej zagadnień, a mianowicie nad tym, jak wpływa na pracę elektrowni obniżenie się współczynnika mocy, czyli wzrost prądu biernego.

Zespół przetwarzający w elektrowni pracę mechaniczną na energię elektryczną składa się, jak wiadomo, z dwóch maszyn: z silnika napędowego (np. turbiny parowej, silnika Diesla lub tp.) oraz generatora (prądnicy). Granica, do której obciążać możemy każdą z obu maszyn turbozespołu, zależy od czynników zupełnie różnych. Jeżeli turbinę przeciążymy tj. narzucimy jej pracę, większą od tej, na którą została ona obliczona i zbudowana, wówczas turbina odmówi nam poprostu posłuszeństwa, zmniejszając obroty, a tym samym i moc. Dlatego też wielkość turbiny określamy albo w koniach mechanicznych albo w kilowatach; powiedzenie tedy, iż moc nominalna turbiny wynosi np. 5000 kW oznacza, że dana turbina wytworzyć może na wale swym moc 5000 kW, nie tracąc przy tym normalnych swych obrotów.

Kres obciążenia generatora (prądnicy) zależy natomiast od innych zupełnie przyczyn. Z generatora energię elektryczną pobieramy w postaci prądu elektrycznego. Prąd ten, płynąc w uzwojeniach generatora, nagrzewa je, — tym silniej, im jest on większy. Nadmierny wzrost temperatury uzwojeń doprowadzić może do zwęglenia się izolacji uzwojeń, a tym samym do uniemożliwienia pracy generatora. Dlatego też graniczne obciążenie generatora

wyraża się pewnym prądem maksymalnym, przy którym uzwojenia generatora posiadają jeszcze temperaturę dopuszczalną dla danego rodzaju izolacji.

Jak wiemy z poprzednich rozważań, o ile mamy w sieci zainstalowane silniki, transformatory itp., — prąd, płynący w przewodach (a więc i w uzwojeniach generatora), nie określa mocy rzeczywistej, lecz jedynie moc pozorną. Dlatego też powiadamy, że dany generator posiada moc pozorną tyle a tyle kilowoltoamperów, co oznacza, że z danego generatora możemy czerpać pewien prąd przy określonym napięciu. Jaką zaś otrzymamy w tych warunkach moc, — zależy to całkowicie od współczynnika mocy ( $\cos \varphi$ ) przy którym czerpiemy energię z generatora. Od czego zaś zależy wielkość współczynnika mocy ( $\cos \varphi$ ), o tym mowa będzie w dalszym ciągu artykułu.

Projektując wielkość obydwu maszyn turbozespołu, a więc turbiny i generatora, staramy się tak je dobrać, aby kres ich obciążenia pod względem mocy wzajemnie sobie odpowiadał. Dlatego też przy wyborze turbozespołu musimy przewidzieć, jaki współczynnik mocy będziemy mieli w sieci. Normalnie szacujemy go na 0,8 lub 0,7.

Projektując zatem np. moc zespołu na 5000 kW i licząc się ze współczynnikiem mocy 0,8, zamawiamy generator na moc pozorną

$$P_z = \frac{5000}{0,8} = 6250 \text{ kVA,}$$

której to mocy wyraża nam łącznie energię czerpaną z generatora tj. energię użytecznie przesyłaną odbiorcom oraz kolyszącą się energią pól magnetycznych.

Zastanówmy się obecnie nad tym, co się stanie, jeżeli okaże się, że współczynnik mocy, przy którym powyższy generator pracuje, wyniesie nie 0,8 lecz 0,6? Dowodziłoby to, że w sieci mamy większą moc bierną (urojoną), niż przypuszczaliśmy, czyli, że mamy w sieci odbiorniki o większych niż sądziliśmy, polach magnetycznych. W tym przypadku generator przy nominalnym (znamionowym) obciążeniu turbozespołu 5000 kW musiałby oddać na sieć moc pozorną nie 6250 kVA (jak przypuszczaliśmy), lecz:

$$P_z = \frac{5000}{0,6} = 8330 \text{ kVA}$$

czyli o 25% większą; tym samym w uzwojeniach generatora płynąłby prąd o 25% większy od prądu dopuszczalnego. Prąd ten rozgrzałby nadmiernie uzwojenia generatora, któremu groziłoby uszkodzenie.

Nie chcąc narażać się na poważne niebezpieczeństwo, nie możemy przekroczyć nominalnej mocy generatora 6250 kVA, musimy więc ograniczyć wytwarzaną przez generator moc rzeczywistą do wysokości  $P = 6250 \times 0,6 = 3750 \text{ kW}$ . Inaczej mówiąc, z powodu pogorszenia się współczynnika mocy ( $\cos \varphi$ ), nie jesteśmy w stanie uzyskać z turbozespołu jego mocy 5000 kW, lecz jedynie 3750 kW, czyli o 25% mniej. Sytuacja będzie więc taka, jak gdyby za cenę generatora o mocy 5000 kW nabyliśmy generator o 25% mniejszy.

Poza opisanym powyżej wpływem współczynnika mocy na wyzyskanie zainstalowanych w elektrowni zespołów, niski współczynnik mocy oddziałuje ujemnie zarówno na sprawność turbiny, jak i generatora, zwiększając powstające w nim straty.

Zwiększenie strat spowodowane jest przez następujące czynniki:

— po pierwsze: turbina, pracując przy niższym (od nominalnego) obciążeniu posiada gorszą sprawność;



— **po drugie:** obniżenie się współczynnika mocy wskazuje, że uległa zwiększeniu kołysząca się w sieci energia pól magnetycznych; okazuje się przy tym, że i pole magnetyczne generatora dla utrzymania napięcia na stałej wysokości musi wzrosnąć. Pole zaś magnetyczne generatora zwiększamy przez powiększenie prądu stałego w elektromagnesach jego magnesnicy (wirnika). Prąd ten wytwarzany jest, jak wiadomo, przez małą prądnicę zwaną wzbudnicą i umieszczoną bezpośrednio na wale turbo-

generatora. Zwiększenie obciążenia wzbudnicy obciąża turbinę, a tym samym powiększa straty zespołu;

— **po trzecie:** zwiększając pole magnetyczne prądnicy, wywołujemy zwiększenie strat w żelazie generatora. I wreszcie

— **po czwarte:** z powodu zwiększenia się prądu, płynącego przy danej mocy w uzwojeniach generatora, rosną straty w tych uzwojeniach (tzw. straty w miedzi).

(Dokończenie nastąpi).

## Elektrotechnika na Wystawie Ziem Odzyskanych.

(Dokończenie).

Inż. - el. T. KULISZEWSKI.

*Ziemie Odzyskane — to dobrobyt dla nas,  
a pokój dla świata.*

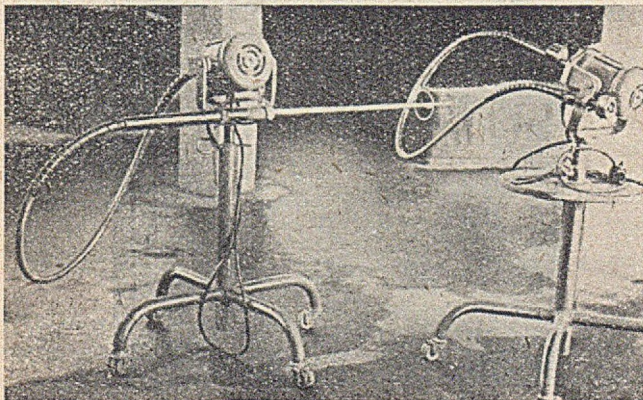
### Pawilon Przemysłowy.

Zwiedzając dalej Wystawę, przechodzimy na drugą stronę Pawilonu Przemysłowego, gdzie kolejno umieszczone są stoiska Państwowego Przemysłu Szklanego, Państwowego Przemysłu Ceramicznego, Przemysłu Metalowego i — po części — **Elektrotechnicznego.**

Fabryka M-1 (dawniej Rohn-Zieliński w Zychlinie) wystawia małą turboprądnicę oświetleniową typu AEG, składającą się z turbiny parowej przeciwprężnej o ciśnieniu pary wlotowej  $5 \div 16$  atn i wylotowej 1,5 atn przy obrotach wynoszących 3700 obr./min. wraz z szeregowo-bocznikową prądnicą prądu stałego budowy zamkniętej z regulatorem napięcia; napięcie prądnicy — 26 V, moc 0,5 kW. Ogólna waga zespołu — 72 kg.

Przemysł szklany wystawia m. in. szkło oświetleniowe oraz baloniki do żarówek. Państwowy Przemysł Ceramiczny (PZC-Ziębice) umieścił na swym stoisku porcelanę techniczną i elektrotechniczną oraz różnorodne izolatory, z czego sporo wysokonapięciowych.

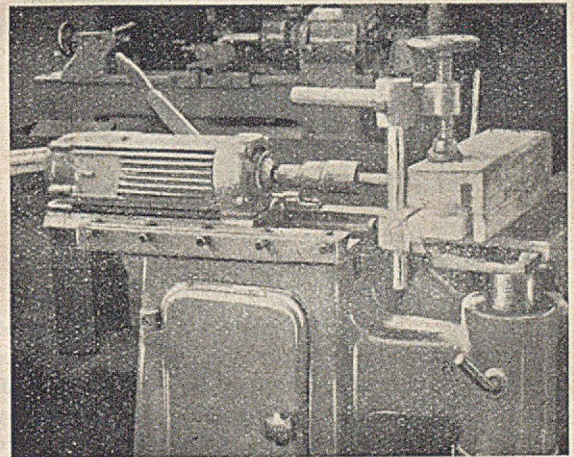
Przechodząc dalej, widzimy cały szereg małych obrabiarek z giętkim wałem w wykonaniu Fabryki Silników „Fasil“ we Wrocławiu. Obrabiarki te — to właściwie nic innego, jak różnej wielkości silniki elektryczne, których oś połączona jest bezpośrednio z giętkim wałem; na tym wale osadzony jest uchwyty dla wiertła, szczotek, tarcz szlifierskich itp. W ten sposób powstają małe, nadzwyczaj wygodne w pracy: wiertarki, frezarki, maszyny do mieszania farb, przyrządy do czyszczenia kotłów, polerki itp.



Rys. 2.

Szlifierka z giętkim wałem umieszczona na stojaku.

Długość wałka giętkiego wynosi kilka metrów; moc silnika — od 100 do 1000 watów. Obroty silników są dostosowane do potrzeb danego procesu; wynoszą one od 1360 do 12.000 obr./min. Oryginalnie wygląda dwustronna szlifierka słupowa o mocy 500 W, 2800 obr./min. oraz mała obrabiarka umieszczona na stojaku (rys. 8).



Rys. 9.

Elektryczna obrabiarka do drzewa (Gdańska Fabryka Obrabiarek).

Pomysłowo wykonane jest również urządzenie do uruchomienia piły tarczowej do drzewa — przy pomocy giętkiego wałka.

Gdańska Fabryka Obrabiarek wśród szeregu swych pięknych eksponatów przedstawia poziomą obrabiarkę elektryczną do drzewa z silnikiem o mocy 1,5 kW, 220/380 V; 5,6/3,25 A; 2840 obr./min.;  $\cos \varphi = 0,84$ . Największa głębokość wierceń w drzewie przy pomocy tej obrabiarki (rys. 9) wynosi 150 mm przy maksymalnej średnicy wiertła  $\varnothing 35$  mm.

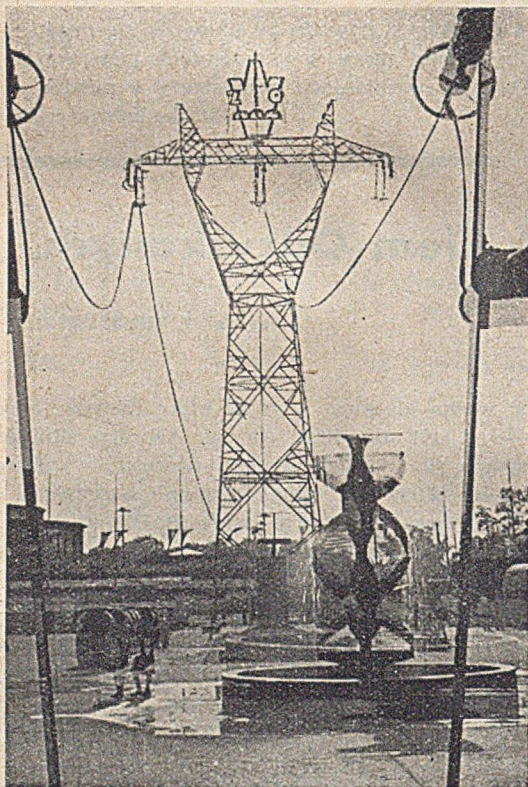
Opuszczamy Pawilon Przemysłowy i na dziedzińcu Wystawy z zacięciem oglądamy dalsze eksponaty — umieszczone na wolnym powietrzu.

### Eksponaty na wolnym powietrzu.

Rzuca się w oczy potężny słup kratowy linii wysokiego napięcia (rys. 10). Jest to jeden ze słupów linii przesyłowej najwyższego napięcia 220 kV Śląsk—Łódź wykonany w r. 1947 przez wytwórnię „Mostostal“ (Zabrze). Słup jest typu przelotowego, wzmocniony — podwyższony; całkowita wysokość słupa — 34,4 m; ciężar — 12.000 kg.



Słup ten stosuje się przy rozpiętości 450 m. Na całej trasie linii Łagisza—Janów (Łódź) długości 173 km ustawiono ok. 380 podobnych słupów.



Rys. 10.  
Widok słupa linii przesyłowej 220 kV.

Słup ustawiony na Wystawie wyposażony jest w normalny osprzęt; posiada on podwójne łańcuchy izolatorów oraz przewody; przewody zakończone są z jednej strony napięciowym transformatorem pomiarowym, pokazanym na rys. 11, z drugiej zaś strony — kompozycją izolatorów wysokonapięciowych (rys. 12). Na szczycie słupa umieszczono emblemat Wystawy ZO (rys. 10) pięknie iluminowany rurami neonowymi. Instalację rur świetlających wykonała f-ma „Argon” (Warszawa).

Tuż obok widzimy prototyp wagonu kolejowego całkowicie metalizowanego z zewnątrz; wagon służyć będzie do przeprowadzania prób eksploatacyjnych. Wykonała go znana Fabryka Wagonów „Pa-Fa-Wag” we Wrocławiu. Wagon posiada oświetlenie elektryczne akumulatorowe systemu Brown-Boveri z prądnicą, napędzaną w czasie biegu pociągu przekładnią pasową z osi wagonu. Prądnica o mocy 2 kW, 30 V, 67 A przy 1200 obr./min. została wykonana przez Fabrykę M-1 Zjednoczenia Przemysłu Maszyn Elektrycznych w Zychlinie.

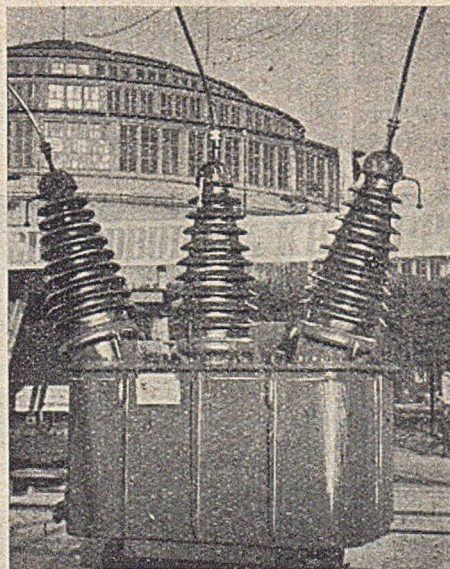
Dalej widzimy nastawnię elektryczną do podnośników wykonaną przez Zjednoczenie Przemysłu Maszynowego — Bytomskie Zakłady Budowy Maszyn. Części elektryczne do nastawni wykonała i dostarczyła Państwowa Fabryka Aparatów Elektrycznych w Łodzi, silnik zaś do podnośnika — Fabryka M-1 w Zychlinie; silnik na prąd trójfazowy 220/380 V; 950 obr./min.; moc 1,5 kW. Nastawnik przystosowany jest do napięcia 380 V i może być użyty jednocześnie do czterech silników o mocy 3,5 kW każdy; nastawnię widzimy na rys. 13.

Podnośnik — przy własnym ciężarze 6.800 kg — ma udźwig 50.000 kg przy wysokości podnoszenia 2 m. Szybkość podnoszenia przy napędzie elektrycznym wynosi 0,2 m/min; przy napędzie ręcznym — 1,15 mm (na jeden obrót korby).

Następnie oglądamy żuraw elektryczny do nawęglania parowozów o wydajności 15 t/godz. przy wysokości podnoszenia 6850 mm i promieniu obrotu 3800 mm (rys. 14); wykonała go Fabryka Maszyn i Odlewnia Żelaza w Kłodzku. Trójfazowy silnik elektryczny (podnoszący) dostarczyła Fabryka M-2 w Cieszynie, Zjednoczenie Przemysłu Maszyn Elektrycznych (dawniej Rohn i Zieliński); dane silnika: stojan — 220/380 V; 24,2/14 A; wirnik — 105 V; 34 A. Silnik rozwija moc 5,2 kW przy 940 obr./min. i pracy 25%. Drugi silnik elektryczny — również trójfazowy — (obracający) ma moc ok. 2 KM. Resztę dodatkowych części elektrycznych do wyposażenia żurawia wykonała P. F. Aparatów Elektrycznych w Łodzi.

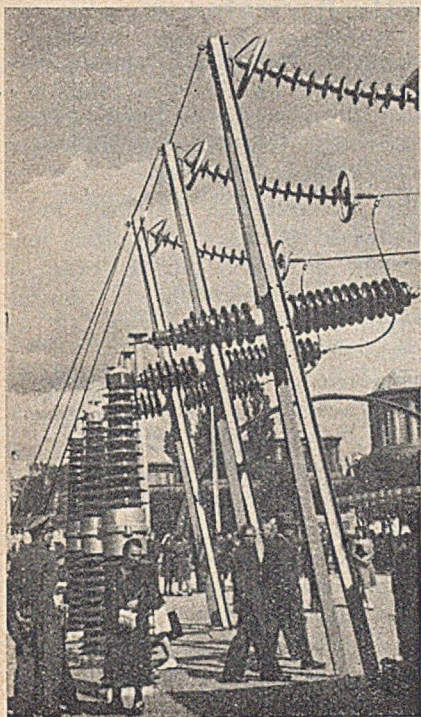
Obok spostrzegamy piękny model elektrycznego dźwigu portowego do ładowania rudy z czerpakiem o nośności 7 ton (rys. 15); wykonały go (w skali 1:5) Gliwickie Zakłady Budowy Maszyn. Dalej widzimy nieduży elektrowciąg o udźwigu 1500 kg, 3000 kg i 4500 kg, umieszczony na szynie zawieszony na podporach. Podnoszenie ciężaru tym dźwigiem odbywa się elektrycznie dzięki silnikowi elektrycznemu, który przesuwa się po szynie za pomocą ręcznie uruchamianej wielostopniowej przekładni łańcuchowej. Prędkość podnoszenia — 14 m/min. przy wysokości podnoszenia 17 m; ciężar własny dźwigu wynosi zaledwie 560 kg. Elektrodźwig wykonały Bytomskie Zakłady Budowy Maszyn.

Przechodząc mimo różnego rodzaju eksponatów ciężkiego i średniego przemysłu, umiejętnie ustawionych na wolnym powietrzu, zwiedzamy fragment kopalni węgla, jak gdyby żywcem przeniesiony z Wałbrzycha na teren Wystawy. Widzimy tu fragment podziemia z różnego typu sklepieniami. Ciekawi nas najwięcej bieg nowoczesnych transporterów pasowych do przewożenia węgla wewnątrz korytarzy podziemnych, uruchamianych elektrycznie oraz małe akumulatorowe latarki kopalniane.



Rys. 11.  
Transformator pomiarowy napięciowy 110 kV.





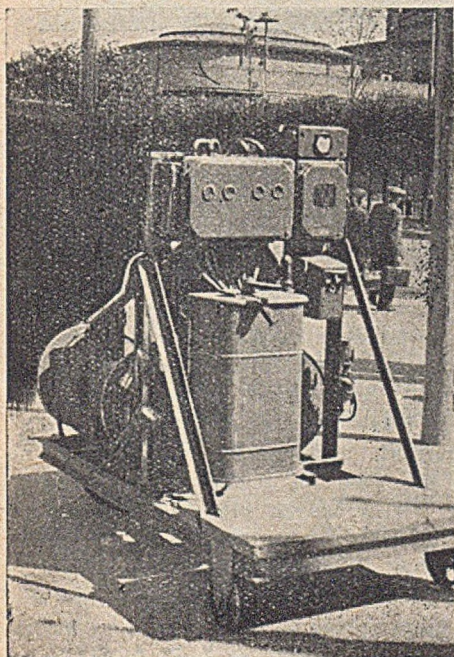
Rys. 12.

Widok izolatorów  
wysokiego napięcia.

## Hala Ludowa.

Pozostaje do zwiedzenia na terenie A Wystawy Hala Ludowa.

Hala Ludowa służy prawie codziennie swym kompletem wynoszącym blisko 8 tysięcy miejsc siedzących do wszelkiego rodzaju imprez, kongresów, koncertów oraz tym podobnych zebrań i widowisk. Jej kuluary wypełnione są eksponatami poświęconymi tak niezmiernie ważnym dziś sprawom człowieka pracy. Widzimy tu las sztandarów,



Rys. 13.

Widok nastawni  
elektrycznej do  
podnośnika.

wypisane wielkimi literami hasła demokratyczne, liczne fotografie, modele itp. Wszystko to wyraziście przemawia do widza, mówiąc o życiu społecznym, kulturalnym, współzawodnictwie pracy itd.

Hala Ludowa zamyka sobą tzw. problemowy dział Wystawy.

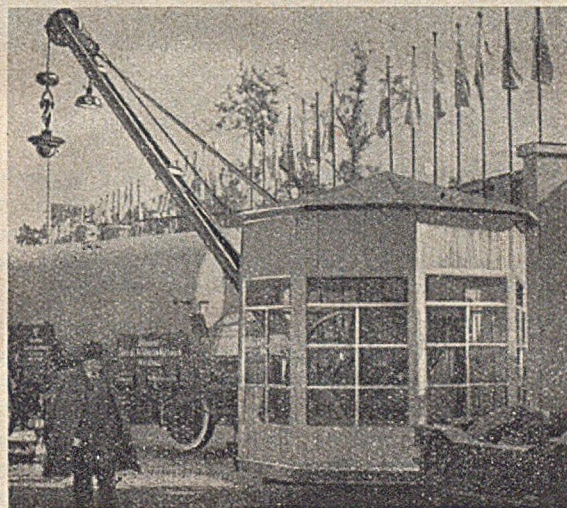
## Teren „B” Wystawy.

Przechodzimy do drugiej części Wystawy — na teren B. Jest to Społeczno-Gospodarcza część Wystawy. Część ta uzupełnia dział problemowy i zawiera przeszło 50 pawilonów wystawowych oraz ponad 40 różnego rodzaju kiosków.

Zgrupowano tu — oprócz przemysłu państwowego — przemysły spółdzielczy i prywatny oraz grupę wystawców różnych, nie wchodzących w skład powyższych przemysłów. Sektor przemysłu państwowego został przygotowany przez przedstawiciela Ministerstwa Przemysłu i Handlu, grupa spółdzielczości — przez Centralny Zarząd Związku Spółdzielczego. Sektor prywatny opracowały Izby Przemysłowo-Handlowa i Rzemieślnicza.

Nie podobna opisać — nawet pobieżnie — wszystkich eksponatów tej części Wystawy. Nie pozwalają zresztą na to szczupłe ramy sprawozdawczego artykułu. Ograniczymy się więc do tych fragmentów, w których elektrotechnika odgrywa pewną rolę.

Tak więc zwiedzamy w pierwszym rzędzie Grupę Rolniczą, gdzie pokazano wyniki dotychczasowych prac w zakresie elektryfikacji rolnictwa. Dziedzinę tę repre-



Rys. 14.

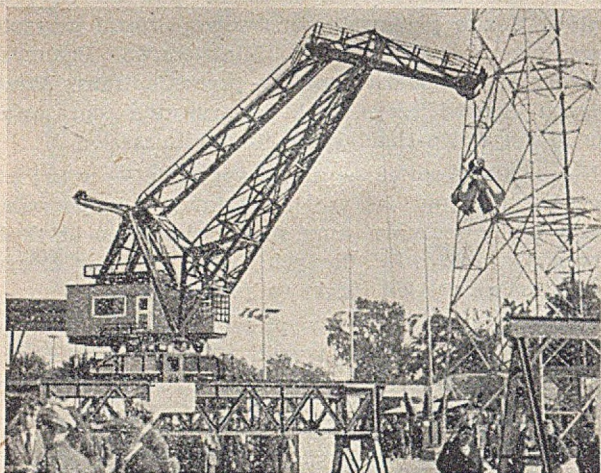
Zuraw elektryczny do ładowania węgla na parowozy.

zentuje Zjednoczenie Energetyczne Okręgu Dolnośląskiego, wystawiając wóz transformatorowy dołączony do linii wysokiego napięcia 10 kV, z którego można otrzymać niskie napięcie celem uruchomienia elektrycznych silników do napędu maszyn rolniczych i in. (rys. 16). Poza tym ZEODs wystawia przewoźny silnik elektryczny o mocy 18 kW, trójfazowy (układ w trójkąt), 1450 obr./min.,  $\cos \varphi = 0,87$ . Silnik zasilany jest poprzez kable ogumowane z wyżej wspomnianego wozu transformatorowego. Przy pomocy przekładni pasowej może być uruchomiona w ten sposób dowolna maszyna rolnicza w dowolnym miejscu gospodarstwa rolnego.

Techniczna Obsługa Rolnicza Dolnego Śląska TOR wystawiła model całkowicie zelektryfikowanego wozu montażowego i naprawczego dla potrzeb rolnictwa, pierwszorzędnie wyposażonego we wszystkie niezbędne obrabiarki, narzędzia i przyrządy. Widzimy tu tokarkę, wiertarkę stołową i ręczną, szlifiernię stołową i ręczną — wszystko napędzane przy pomocy silników elektrycznych. Energię elektryczną do uruchamiania wszystkich tych obrabiarek dostarcza prądnicą prądu stałego 110 V o mocy



18 kW ustawiona w wozie. Prądnicę tę napędza silnik (benzynowy) wozu poprzez przekładnię pasową. Ten sam silnik uruchamia drugą prądnicę prądu stałego o mocy 13 kW; 65 V; 200 A, która obsługuje spawarkę elektryczną. Prócz tego wóz wyposażony jest w dwa zespoły (silnik-prądnica) o napędzie benzynowym — na napięcie 6 i 12 V prądu stałego; agregaty te służą do ładowania akumulatorów. Każda prądnica posiada oddzielną tablicę rozdzielczą.



Rys. 15.  
Model elektrycznego dźwigu portowego.

Tego rodzaju ruchome rolnicze warsztaty remontowe oddałyby wielkie usługi zarówno w naszym rolnictwie, jak i wszędzie tam, gdzie zajdzie ku temu potrzeba. Należałoby rozpocząć i przyspieszyć produkcję takich wozów.

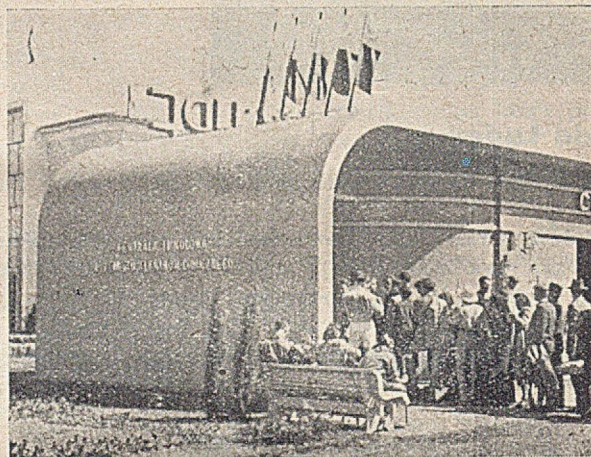
Idziemy dalej... Stylowy pawilon i długi „ogonek” — to kupujący żarówki w Centrali Handlowej Przemysłu Elektrotechnicznego (rys. 17). CHPE posiada również stoisko w nowo-worzonym (w dniu otwarcia Wystawy Z. O.) Domu Towarowym przy ul. Świdnickiej, który jest największym Domem Towarowym w Polsce. Prócz tego CHPE uruchomiła w dniu otwarcia Wystawy swój własny, bogato wyposażony sklep przy ul. Świdnickiej.

## Pawilon Przemysłu Prywatnego.

Przechodzimy następnie do Pawilonu Przemysłu Prywatnego. Skromny, lecz obszerny pawilon mieści w sobie — poza innymi przemysłami — prywatny przemysł elektrotechniczny, który reprezentuje 14 firm prywatnych oraz 4 stoiska rzemiosła elektrotechnicznego.

Widzimy tu wyroby „Dolnośląskich Zakładów Przemysłowych inż. W. Ciszewski, Wrocław” w postaci muf i głowic wszystkich typów do 10 kV, dużych rozdzielni okapturzonych, skrzynek do przyłączy domowych, puszek żelaznych hermetycznych oraz skrzynek typu „U” do rozdzielni okapturzonych.

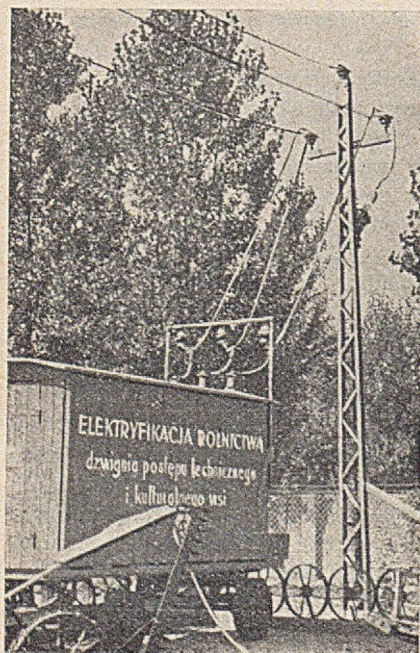
Obok „Zakłady Elektrotechniczne inż. L. Gaśowski — Jelenia Góra” wystawiają wyłącznik wysokiego napięcia, dalej „Gorzowskie Zakłady Mechaniczne — Wieprzyce” — nawijarkę cewek do transformatorów; jeszcze dalej firma „Grom — Wytwórnia Urządzeń Elektrycznych, Gliwice” wystawia asortyment swoich wyrobów, jak piorunochrony, szczęki stykowe oraz kontakty do wyłączników ekspansyjnych 30 kV, wyłączniki, wtyczki i sprzęt hermetyczny.



Rys. 17.  
Pawilon Centrali Handlowej Przemysłu Elektrotechnicznego.

Sąsiednie stoisko zajmuje „Wemo — Wytwórnia elektrycznych obrabiarek i mechanizmów, Wałbrzych”, wystawiająca wiertarki i szlifierki z giętkim wałkiem. Obok „Inż. B. Cukier, Zakłady Elektromechaniczne, Wrocław” wystawia rozdzielnie okapturzone, skrzynki hermetyczne, złącza kablowe i koncentryczne, małe transformatory jednofazowe oraz model dławika dla telefonicznych linii podwieszonych. Dalej Zakłady Elektromechaniczne „Elektra, inż. M. Tarczyński i Ska, Zabrze” pokazuje rozdzielnie żeliwne na wysokie i niskie napięcie, nastawniki, oporniki, samoczynne wyłączniki, wyposażenie elektryczne do suwnic i dźwigów itp. Obok — firma „Metron, Bytom” prezentuje modele elektrycznych przyrządów pomiarowych szkolnych i laboratoryjnych oraz model przyrządu o cewkach krzyżowych do pomiaru temperatury metodą oporową. Tuż obok „Woltam — Zakłady Elektrotechniczne, Bytom” umieścili kilka opraw do lamp, armatury kopalniane, trzymadła szczotkowe oraz drobny sprzęt instalacyjny w obudowie.

Nieco dalej oglądamy aparat do diatermii oraz przyrząd do wytwarzania ultradźwięków w wykonaniu „Laboratorium Aparatów Elektromedycznych DUO, Gliwice”, wiertarki elektryczne stołowe „Wytwórnia Narzędzi Spim. Gliwice”, uchwyty do rur bergmanowskich „Wytwórnia



Rys. 16.  
Wóz z transformatorem  
dla elektryfikacji  
rolnictwa.



Wyrobów Metalowych Gryf, Zabrze" oraz kuchenki i grzejniki firmy „Alewitmar“ Wytwórni Maszyn i Aparatów Elektrycznych W. Kamiński, Damaszków D/Śląsk.

W drugiej części pawilonu znalazły miejsce firmy reprezentujące **rzemiosło elektrotechniczne**. Poczesne miejsce zajmuje tu firma „E. Szczypa — Budowa telefonów i sygnałów elektrycznych, Żary k/Żegania“, demonstrując swe urządzenia do sygnalizacji optyczno-akustycznej dla szybów i kopalń, aparaty sygnalizacyjne kopalniane wodoszczelne, zegary kontrolne, dzwonki sygnałowe, przyciski, kontakty sygnałowe oraz skrzynki rozdzielcze różnych wymiarów. Oglądamy z zaciekawieniem aparat telefoniczny całkowicie hermetyczny typu kopalnianego, transformatorki o mocach do 1 kVA, centrali telefoniczne na 200 połączeń oraz drobny sprzęt telefoniczny. Nieco dalej firma „B. Kujawski, Gliwice“ wystawia omomierz.

Wypada na zakończenie wspomnieć o olbrzymiej pracy nad zelektryfikowaniem Wystawy Z. O., o urządzeniu centrali telefonicznej, łączącej ze sobą prawie wszystkie pawilony, o urządzeniu instalacji megafonowej, o Studiu Polskiego Radia i in.

## Postępy w dziedzinie energetyki i przemysłu elektrotechnicznego w Polsce.

### Rozwój układu energetycznego w Polsce.

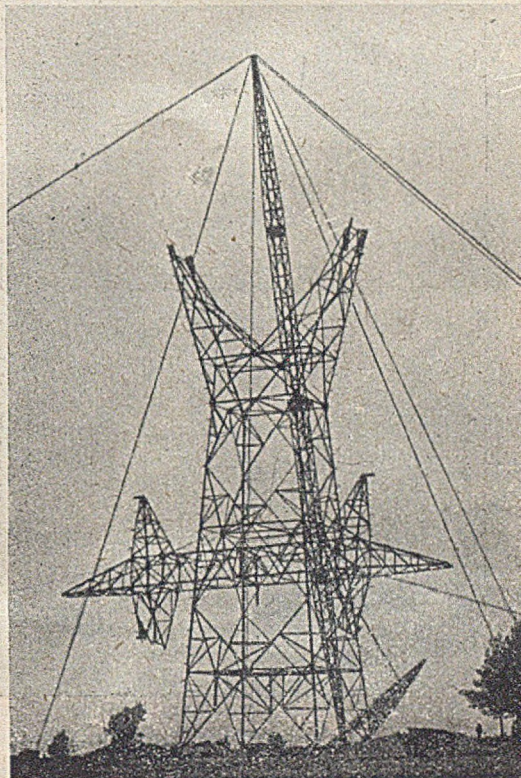
Energetykę znajdującą się w początkowym stadium rozwoju charakteryzuje **odosobniona** praca małych stosunkowo elektrowni, z których każda zasila niezbyt rozległą sieć rozdzielczą.

W miarę rozwoju, sieci rozdzielcze sąsiednich obszarów spotykają się ze sobą, przy czym powstaje rezerwa przez możliwość zasilania pewnych odcinków z jednej lub drugiej elektrowni. Jest to jednak rezerwa w bardzo ograniczonym zakresie — z powodu niezbyt wysokiego napięcia sieci rozdzielczej, czyli inaczej — jak to mówią energetycy — z powodu zbyt wąskiego jej przekroju energetycznego.

W dalszym rozwoju układu energetycznego łączy się sąsiednie elektrownie (lub zespoły elektrowni) — jedną lub kilkoma liniami wysokiego napięcia, dającymi możliwość **obukierunkowego przesyłania mocy** znacznie większych (przy 60 kV-mocy ok. 10 MW, przy 110 kV — ok. 30 MW). W ten sposób powstaje **sieć ogólnopaństwa najwyższego napięcia**, stwarzająca wspólnotę rezerw turbinowych i kotłowych połączonych ze sobą elektrowni. Przy tych samych rezerwach daje to znacznie większą pewność ruchu.

Zależnie od ilości i jakości bogactw energetycznych kraju (węgiel, woda), rozwijają się elektrownie wodne („biały węgiel“) w miejscach, wyznaczonych przez przyrodę, a następnie elektrownie ciepłe (kaloryczne) — najczęściej w pobliżu kopalń, aby uniknąć kosztownego transportu węgla. W tych miejscach możliwości produkcyjne przekraczają — nieraz bardzo znacznie — możliwości spożycia, powstaje zatem **konieczność transportu**

**energii elektrycznej** do odległych ośrodków spożycia. W ten sposób powstają linie przesyłowe najwyższych napięć, transportujące duże moce na znaczne odległości (przy napięciu 220 kV — moce rzędu 120 ÷ 180 MW). Charakterystyczny jest tu stały kierunek przepływu energii.



Rys. 1.  
Budowa linii 220 kV Śląsk — Łódź.  
Montaż stupa przelotowego.

W chwili wybuchu wojny (r. 1939) energetyka polska znajdowała się w okresie przejściowym — z fazy początkowej w nieco dojrzałą; powstają tu i ówdzie nieśmiałe próby łączenia sąsiednich elektrowni liniami o większym „przekroju energetycznym“. Przeprowadza się budowę linii przesyłowej Rożnów—Warszawa oraz dużej elektrowni wodnej w Rużnowie na Dunajcu.

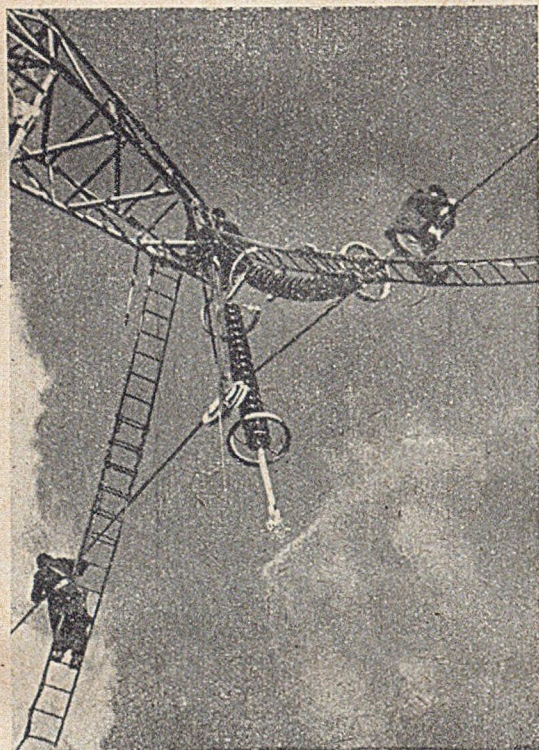
Moment wyzwolenia Polski z niszczycielskiej dłoni okupanta rzuca na barki ocalałej nielicznej grupy energetyków polskich olbrzymi ciężar: uruchomienie i odbudowę zdewastowanych elektrowni oraz opracowanie szerokich planów nowych inwestycji, zmierzających z jednej strony do zapewnienia dostawy dostatecznych ilości energii elektrycznej dla rozwijającego się przemysłu i innych odbiorców, z drugiej zaś strony — do powiązania Ziemi Odzyskanych z pozostałym obszarem kraju w zharmonizowaną energetycznie całość.

**Plan trzyletni 1946—1949 r.** realizuje w dużej mierze powyższe zamierzenia. Obejmuje on odbudowę zniszczonych przeciętnie w 50 % zakładów wytwórczych oraz ustawienie nowych jednostek prądowców, podwyższając w ten sposób moc zainstalowaną w kraju o ok. 20 % — do liczby 2600 MW.

Plan ten przewiduje **odbudowę** zniszczonych przeciętnie w 65 % sieci rozdzielczych i przesyłowych, a ponadto realizuje olbrzymi **program sieci ogólnopaństwowej** najwyższych napięć o dużym przekroju energetycznym. W ramach tego planu powstają:



a) linia przesyłowa 220 kV Śląsk — Łódź — Warszawa, (rys. 1, 2 i 3) przenosząca taną energię elektryczną powstałą ze spalania węgla odpadkowego z Górnego Śląska do centrów spożycia — Łodzi i Warszawy;



Rys. 2.  
Budowa linii 220 kV Śląsk — Łódź.  
Montaż zawieszenia „półodciągowego”.

b) tzw. „pierścień śląski” 110 kV, łączący ze sobą za pomocą linii dwutorowych wielkie elektrownie Górnego Śląska (Ślązel i Państw. Fabryka Związków Azotowych w Chorzowie, „Elektro” w Łaziskach Górnych, Zabrze, Szombierki, Miechowice, Jaworzno i Dwory);

c) dwutorowa „szyna południowa” biegnąca wzdłuż Dolnego Śląska do pierścienia śląskiego i dalej na wschód — już jako jeden tor — przez Kraków aż do Mościc;

d) „pierścień Wybrzeża” 110 kV na trasie: Poznań — Bydgoszcz — Gdańsk — Słupsk — Starogard (Szczecin) — Gorzów — Poznań, zapewniający naszym portom dostawę energii elektrycznej z dostateczną rezerwą;

e) powiązanie „pierścienia Wybrzeża” z „szyną południową”.

Plan trzyletni realizuje wreszcie eksport uszlachetnionej energii — w postaci energii elektrycznej za granicę do Czechosłowacji linią 110 kV z Wałbrzycha.

Plan sześcioletni (1950—55) przekształci Polskę w potężną bazę energetyczną Europy, albowiem:

a) obejmuje on wzrost mocy zainstalowanej o około 70% — tj. do 4400 MW. Poza dalszą rozbudowę bazy energetycznej Górnego Śląska (nowe siłownie ciepłe w Miechowicach, Jaworznie, Łagiszy oraz nowe jednostki kotłowe i turbinowe w istniejących elektrowniach) powstaną następujące nowe elektrownie na węgiel: w **Czechnicy** (k/Wrocławia), w **Warszawie** (na Żeraniu), w **Koninie** (na węglu brunatnym) oraz **ciepłowni\*** w Warszawie i w Łodzi a szereg obecnych elektrowni

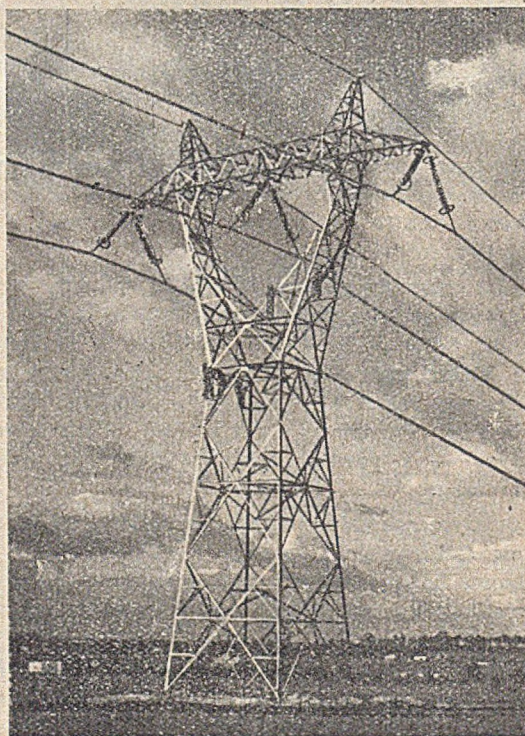
ulegnie rozbudowie. Zostaną wybudowane elektrownie wodne: w **Bobrowej Górze** (u ujścia Bobrawy do Odry) — największa elektrownia wodna w Polsce, o mocy zainstalowanej 75 MW w trzech jednostkach, w **Dynowie** (na rzece San) — równoważna wielkością elektrowni w Rożnowie (moc zainstalowana 50 MW), w **Porąbce** (na rzece Sole) oraz w **Czchowie** (w pobliżu Rożnowa);

b) zostanie rozbudowana sieć linii najwyższych napięć do stopnia zabezpieczającego dużą pewnością ruchu;

c) powstanie wielka baza eksportowa energii elektrycznej do Czechosłowacji w postaci dużej elektrowni na węgiel w Dworach (k/Oświęcimia); energia elektryczna będzie stąd przesyłana do Czechosłowacji za pomocą linii przesyłowej 220 kV\*\*).

Zostanie zrealizowana Służba Centralnego Zdalnego Kierowania produkcją wszystkich wielkich elektrowni w Polsce przez zainstalowanie własnych połączeń telefonicznych (tzw. telefonia wielkiej częstotliwości) biegnących wzdłuż przewodów elektroenergetycznych b. wysokiego napięcia. Umożliwi to automatyczne meldowanie obciążeń poszczególnych elektrowni oraz stanu układu sieciowego. W ten sposób powstanie „rozrząd elektroenergetyczny”, który pozwoli w sposób najekonomiczniejszy eksploatować elektrownie oraz szybko i sprawnie likwidować wszelkie zakłócenia.

Należy zdać sobie sprawę, że zrealizowanie powyższych zamierzeń pozwoli zwiększyć zużycie energii elektrycznej (liczone na głowę mieszkańca) z b. skromnej



Rys. 3.  
Linia 220 kV Śląsk — Łódź.  
Słup przelotowy wzmocniony.

\*) Ciepłownią nazywamy nowoczesną elektrownię, której parę odpadkową wykorzystuje się do celów przemysłowych na szerokim terenie (duże miasta, kombinaty przemysłowe i in.).

\*\*) Patrz zeszyt 1/1948 r. „W. E.”, str. 13 — „Elektrownia w Dworach”.



liczby 100 kWh w r. 1938 do liczby 380 kWh w planie trzechletnim oraz do pokaźnej liczby 690 kWh w planie sześcioletnim.

Postawi to Polskę w rzędzie najbardziej zelektryfikowanych i uprzemysłowionych krajów Europy.

inż. W. Fischer.

## Nowe inwestycje w energetyce.

W ubiegłym sezonie ukończono budowę szeregu linii przesyłowych wysokiego napięcia. Jedną z największych inwestycji w tym zakresie jest nowowybudowany odcinek linii 110 kV łączącej Górny Śląsk z Dolnym Śląskiem (tzw. Szyna Śląska). Odcinek ten łączy podstację w Czechnicy pod Wrocławiem z podstacją w Groszowicach leżącą mniej więcej w połowie drogi między Wrocławiem a Katowicami. Wybudowanie tego odcinka ułatwi zasilanie w energię elektryczną Śląska Opolskiego, który do tej pory zaopatrywany był jedynie linią 60 kV od strony Katowic.

Z prac wykonanych na Dolnym Śląsku należy wymienić ukończenie linii 40 kV łączącej Kaławkę z Bolesławcem (31 km) oraz ułożenie drugiego toru na odcinku Kaławka—Leopoldów a także odbudowę drugiego toru linii 40 kV Palowice—Prażnica i Pielgrzymowice—Prażnica długości ok. 21 km, dzięki czemu umożliwiono zasilanie energią elektryczną kopalni „Lena“.

Na terenie Okręgu Energetycznego Poznańskiego uruchomiono linię 50 kV Bolemin—Poznań długości ok. 80 km oraz dokonano prowizorycznego połączenia Bolemin—Gorzów (ok. 60 km) przy napięciu 15 kV, co pozwoliło na zasilenie Gorzowa w energię elektryczną przy jednoczesnym zlikwidowaniu starej elektrowni w Gorzowie. Całość omawianej linii wybudowano na napięcie 110 kV.

Poza tym Zjednoczenie Energetyczne Okręgu Poznańskiego oddało do eksploatacji jednotorową linię przesyłową 110 kV na odcinku Gniezno—Pakość długości 50 km o tymczasowym napięciu roboczym 60 kV i w ten sposób zrealizowało wymianę energii elektrycznej między zjednoczeniami energetycznymi okręgów Poznańskiego i Bydgosko—Toruńskiego.

W Okręgu Energetycznym Krakowskim ukończono i włączono pod napięcie podstację o mocy 30 MVA, 110/60 kV w Prądniku Białym. Ta inwestycja pozwoli na zasilenie Krakowa bezpośrednio z linii 110 kV łączącej Rożnow i Mościce z Pierścieniem Śląskim (w Chorzowie). Do tej pory Kraków nie mógł korzystać bezpośrednio z energii elektrycznej wytwarzanej w Rożnowie i Mościcach, gdyż miał tylko połączenie z Pierścieniem Śląskim.

Na terenie innych okręgów energetycznych dokonano także w okresie ub. lata licznych inwestycji, a mianowicie:

ZEO \*) Radomsko—Kieleckiego ukończyło budowę linii 33 kV Starachowice—Iłża o długości 19,3 km.

ZEO Lubelskiego uruchomiło linię 30 kV na odcinku Zamósć—Tomaszów długości 33 km, dzięki czemu Tomaszów został zasilony energią elektryczną z Elektrowni w Zamósćcu.

ZEO Białostockiego ukończyło linię 30 kV Zambrów—Ostrów Maz. o długości 30 km.

Z wykonanych prac w dziedzinie urządzeń produkcyjnych należy wymienić następujące:

W Okręgu Energetycznym Poznańskim uruchomiono dwa turbogeneratory (z trzech zainstalowanych) każdy o mocy 650 kW w nowo wybudowanej Elektrowni w Swiebodzinie, przy czym dalsze prace są w toku.

W Okręgu Energetycznym Warszawskim wybudowano i uruchomiono w Elektrowni Pruszkowskiej chłodnię kominową Nr. 2 o wydajności 2500 m<sup>3</sup>/godz.

W Okręgu Energetycznym Bydgosko—Toruńskim oddano do ruchu turbinę AEG o mocy 10 MVA w Jachcicach.

W Okręgu Energetycznym Górnośląskim wyremontowano turbinę 45 MW w Elektrowni w Chorzowie. Turbina ta zainstalowana w r. 1942 posiada błąd konstrukcyjny w łopatkach ostatniego stopnia, powodujący pękanie łopatek mniej więcej w 2/3 ich długości. W okresie okupacji Niemcy wycięli resztę nieuszkodzonych łopatek ostatniego koła. „Okaleczona“ w ten sposób turbina dawała moc 42 000 kW, czyli o 3000 kW mniejszą od znamionowej.

W czerwcu r. 1947 stwierdzono wypadnięcie łopatek w przedostatnim (10) kole wirnika turbiny, w następstwie czego — ze względu na pewność ruchu — zmniejszono moc turbiny z 42 000 kW na 38 000 kW. W marcu b. r. — po skontrolowaniu maszyny — uznano konieczność remontu. W braku zapasowych łopatek, przy niewielkiej nadziei na szybką realizację zamówienia zagranicznego, powzięto decyzję wykonania łopatek w kraju — we własnym zakresie.

Znalezienie warsztatu, który mógłby podjąć się tego zadania, było niesłychanie utrudnione ze względu na brak skomplikowanych i precyzyjnych narzędzi oraz przyrządów. Warsztat taki jednak został znaleziony i praca wykonana. Turbinę uruchomiono i obciążono do pełnej mocy znamionowej 45 MW.

Osiągnięcie to ma znaczenie pionierskie. Jest to bowiem pierwszy wypadek przeprowadzenia w kraju samodzielnej konstrukcji i rekonstrukcji turbiny bez najmniejszego udziału personelu zagranicznego.

Może on zadecydować o zdolności produkcyjnej elektrowni polskich, zanim uruchomione zostaną nowe turbozespoły.

## Produkcja naszych elektrowni wzrasta.

Elektrownia Łódzka sygnalizuje, iż 4 listopada b. r. jej produkcja dobową wyniosła 1.030.000 kilowatogodzin, a obciążenie szczytowe — 57 megawatów.

Jest to nienotowane dotychczas osiągnięcie produkcyjne Elektrowni Łódzkiej.

Elektrownia w Ludwikowie (kombinat Skaleczno, Zjednoczenie Energetyczne Dolnośląskie) melduje, iż na dzień 6 listopada b. r. wykonała roczny plan produkcji wynoszący 39.615.000 kilowatogodzin.

Podobny meldunek nadszedł z Elektrowni w Zabrze (Zjednoczenie Energetyczne Górnośląskie). Roczny plan produkcji wynoszący 331 milionów kilowatogodzin Elektrownia ta wykonała na dzień 9 listopada b. r.

\*) Skrót: Zjednoczenie Energetyczne Okręgu.



## Postęp techniczny w przemyśle elektrotechnicznym.

Polski przemysł elektrotechniczny nie należał przed drugą wojną światową do przemysłów przodujących w Europie, podobnie jak i inne rodzaje przemysłu wytwórczego kraju o strukturze rolniczej. Niezależnie od tego warunki rozwojowe naszego przemysłu były hamowane przez skartelizowane trusty, szukające na polskim rynku dużych zysków, a dające wzamian sprzęt przestarzały, zastąpiony dawno już za granicą przez nowe modele opracowane dzięki szybkiemu rozwojowi elektrotechniki.

Okupacja przekreśliła nawet te skromne plany rozwojowe niektórych naszych przedsiębiorstw i zdevastowała polskie fabryki elektrotechniczne. Wszystkie te względy spowodowały kilkuletnie opóźnienie w rozwoju przemysłu silnoprądowego, a jeszcze poważniejsze w dziedzinie przemysłu telekomunikacyjnego.

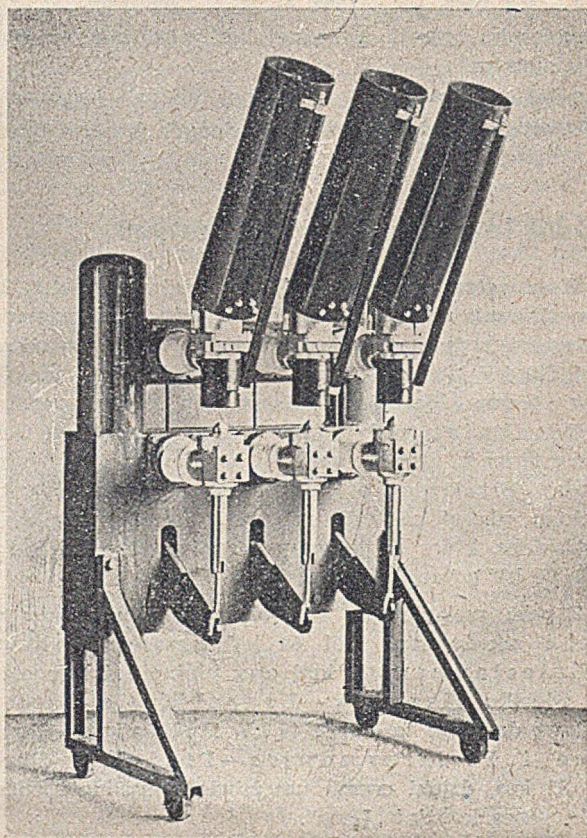
Mimo to wszyscy pracownicy, rozumiejąc wagę zadania, przystąpili z entuzjazmem w pierwszych dniach wyzwolenia do odbudowy i planowego rozwoju przemysłu elektrotechnicznego. Obecnie — po trzech latach pracy — poszczycić się możemy wieloma osiągnięciami w różnych dziedzinach, stwarzającymi jednocześnie solidne podstawy do dalszego rozwoju przemysłu elektrotechnicznego w Polsce.

Nie sposób wyliczyć wszystkich usprawnień, wynalazków i osiągnięć — tym bardziej, że częstokroć zbyt fachowe dociekanie byłoby nużące dla Czytelnika. Należy jednak zanotować niektóre z nich, świadczące dobitnie o technicznym postępie polskiej elektrotechniki.

I tak w dziedzinie wysokich napięć rozwiązano pomyslnie wyłączniki wysokonapięciowe o napędzie pneumatycznym i ręcznym oraz wyłączniki ekspansyjne, w których do gaszenia łuku zastosowano materiał, dający wyniki lepsze, niż w podobnych urządzeniach zagranicznych. Dzięki temu rozbudowywująca się w szybkim tempie polska sieć elektroenergetyczna będzie zaopatrywana w odpowiedni sprzęt wyłącznikowy (rys. 1).

Spawanie elektryczne, mniej kłopotliwe od gazowego, znajduje dziś powszechne zastosowanie. Konstrukcje spawarek wirujących, jakie ostatnio zaprojektowano i całkowicie wykonano w kraju (rys. 2), doznały dużego uproszczenia dzięki zastosowaniu nowego sposobu izolacji uzwojenia aluminiowego — w postaci pokrycia powierzchni przewodów tlenkami metalu o grubości warstwy rzędu setnych części milimetra. Ta innowacja — tzw. „eloksowanie“ \*) cewek — jest korzystna zarówno z punktu widzenia technicznego, jak i ekonomicznego.

Własnymi siłami, dzięki niezmiernie ciężkiej pracy, doszliśmy do wyprodukowania kilku typów lamp elektronowych (radiowych) odbiorczych, nadawczych oraz specjalnych (jedynie przy wytwarzaniu lamp bardziej skomplikowanych musieliśmy uciec się do pomocy zagranicznej). Dzięki tym możliwościom będziemy produkowali całkowicie polskie odbiorniki radiofoniczne. Jeszcze w roku bieżącym zostanie wykończona seria odbiorników „Pionier“. Jest to trzylampowa superheterodyna z czwartą lampą prostowniczą, uniwersalna (na prąd stały i zmienny), o trzech zakresach fal (krótkie, średnie i długie).



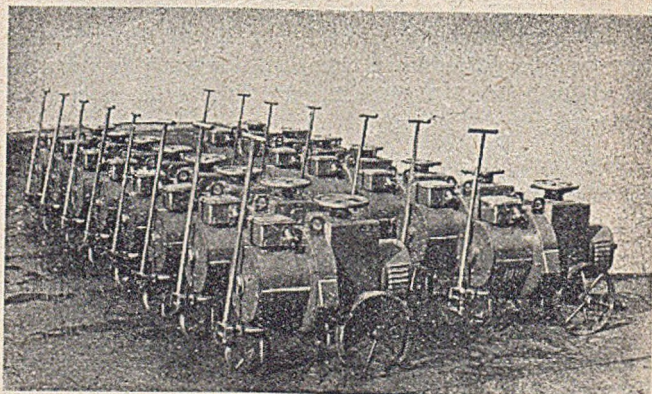
Rys. 1.

Wyłącznik powietrzny 6 kV, 1000 A, moc odłączalna 400 MVA, zaopatrzony w napęd pneumatyczny działający przy ciśnieniu 8 atm.

Poprzez całą gamę drobnych na pozór wynalazków, jak nowe oszczędne i wytrzymałe mieszanki do izolacji przewodów, przewody o kompozycji zawierającej małą ilość miedzi oraz inne — dochodzimy do prób wprowadzających nowe metody technologiczne jak np. prasowanie drobnych elementów z proszków stalo-magnezowych, miedzianych i in.

Wszystkie te innowacje wprowadza się skoncentrowanym wysiłkiem wszystkich pracowników przemysłu elektrotechnicznego. Duże usługi oddaje tu wszczęta akcja popierania wynalazczości na terenie poszczególnych zakładów tego przemysłu.

Srebrzyński.



Rys. 2.

Seria spawarek wirujących (po stronie prądu stałego 25 V i 230 A przy pracy ciągłej).

\*) Skrót wyrazu: elektrycznie oksydowane aluminium.



# PORAŻENIA ELEKTRYCZNE W POLSCE

Komitet Bezpieczeństwa Pracy SEP\*), za zgodą i przy poparciu Centralnej Międzyministerialnej Komisji Bezpieczeństwa i Higieny Pracy, przystępuje do publikowania komunikatów o wypadkach porażenia prądem elektrycznym wraz z wnioskami, które się z tych wypadków nasywają. Ogłaszane będą wszystkie śmiertelne wypadki porażenia, które wydarzą się w przemyśle polskim.

Publikowanie wiadomości o wypadkach ma na celu unaocznienie wszystkim elektrykom skutków wadliwej instalacji, niestosowania przepisów i lekceważenia niebezpieczeństwa oraz wykazanie konieczności stosowania środków ostrożności i zasad bezpieczeństwa pracy. Dla kierowników działów elektrycznych i referentów bezpieczeństwa pracy opisy wypadków mają być źródłem informacji o tym, na które szczegóły należy przede wszystkim zwracać baczność i jakich pouczeń należy udzielać przy wydawaniu zleceń.

Celem rozpowszechnienia opisów wypadków wśród wszystkich zainteresowanych komunikaty będą się ukazywały w jednakowym brzmieniu w „Przeglądzie Elektro-

\*) W skład Komitetu wchodzi inżynierowie: 1 Baran, St. Błażowski, J. Gniewowski (przewodn.), Z. Karśliński (refer.), T. Monkiewicz, St. Pławski, M. Rzęcki, J. Wolski.

technicznym“, w „Wiadomościach Elektrotechnicznych“ oraz w czasopiśmie „Bezpieczeństwo i Higiena Pracy“.

Na razie musimy korzystać z materiałów udostępnianych nam przez źródła urzędowe stopniowo, wskutek czego komunikaty nie mogą zawierać materiału odpowiednio posegregowanego, a ponadto może się zdarzyć, że nie będzie zachowana kolejność chronologiczna.

Nadsyłane z terenu opisy wypadków są opracowane często bardzo niedokładnie, co uniemożliwia uchwycenie szeregu pouczających szczegółów. W przyszłości zaradzi temu przygotowywany przez Komitet nowy schemat karty wypadkowej oraz organizowana obecnie sieć rzeczoznawców rejonowych SEP.

KBP sądzi, że komunikaty o autentycznych tragicznych wypadkach skłonią ogół elektryków do ostrożności i do większego interesowania się zasadami bezpieczeństwa pracy, a tym samym przyczynią się do zmniejszenia liczby wypadków. Komunikaty są częścią szeroko zakrojonej akcji zwalczania wypadków, którą zorganizował i prowadzi SEP, spełniając swą rolę społeczną.

Komitet Bezpieczeństwa Pracy  
Stowarzyszenia Elektryków Polskich

## Komunikaty Komitetu Bezpieczeństwa Pracy SEP\*)

### 1. Podstacja transformatorowa na 5000 V (woj. wrocl.)

W zakładzie energetycznym robotnik S. poprawiał złącze w podstacji transformatorowej — w miejscu, znajdującym się pod napięciem 5000 V. Robotnik zetknął się z częścią będącą pod napięciem i uległ porażeniu.

Przewieziony do szpitala zmarł wskutek wywołanych przez prąd poparzeń 3 stopnia.

#### Wnioski.

Z § 58 PNE-10 wynika, że prace pod napięciem są w pewnych warunkach dozwolone, lecz tylko z ważnych względów, przy zachowaniu odpowiednich środków ostrożności i przez specjalnie wyszkolony personel, przy czym w wypadku wysokiego napięcia co najmniej przez dwie osoby, z których jedna nadzoruje pracę.

Personel powinien być pouczony, że wykonywanie wszelkich prac pod napięciem bez specjalnego zlecenia kierownictwa jest zabronione.

Dopuszczenie do prac pod napięciem pracowników bez odpowiednich kwalifikacji powinno być zabronione.

### 2. Praca na słupie telefonicznym (woj. olszt.)

Monter urzędu telekomunikacyjnego wykonywał na słupie odgańlenie od sieci telefonicznej. Koniec trzymanego drutu spadł mu na przebiegający w pobliżu nadpowietrzny przewód elektroenergetyczny o napięciu 220 V. Drugą ręką monter opierał się o izolator, stykając się w ten sposób z przewodem telefonicznym.

Prąd przeszedł z sieci elektroenergetycznej przez stykającą się z nią, a trzymany przez montera drut — do ręki montera i przez jego ciało do drugiej ręki i stykającego się z nią przewodu telefonicznego. Obwód był zamknięty przez ziemię, ponieważ zarówno sieć 220-woltowa, jak sieć telefoniczna były uziemione.

Porażonego przywieziono do szpitala, gdzie lekarz stwierdził śmierć.

#### Wnioski.

Linia wyższego napięcia powinna według przepisów bieć nad linią niższego napięcia.

Od monterów pracujących na sieciach telekomunikacyjnych lub sygnałowych należy żądać, żeby przed przystąpieniem do roboty zbadali, czy w pobliżu miejsca pracy nie ma urządzeń elektroenergetycznych, a w razie stwierdzenia ich — żeby zachowali ostrożność w stosunku

\*) W zamieszczonych niżej tekstach cytowane są następujące Polskie Normy Elektrotechniczne:

PNE-9 Wskazówki niesienia doraźnej pomocy w wypadkach porażenia prądem elektrycznym

PNE-10 Przepisy budowy i ruchu urządzeń elektrycznych prądu silnego

PNE-17 Przepisy budowy i ruchu urządzeń elektrycznych w podziemiach kopalni

PNE-39 Tablice ostrzegawcze

do urządzeń znajdujących się poza zasięgiem bezpośredniego dotknięcia. Gdyby bezpośrednie dotknięcie było możliwe, pracę należy uważać za wykonywaną pod napięciem i zastosować środki ostrożności według § 58 PNE-10.

Jaką wagę należy przywiązywać do wyżej wymienionych wskazań, świadczy fakt, że w 2 miesiące później w woj. szczec. zdarzył się wypadek zupełnie identyczny co do przebiegu z wyżej opisanym i również śmiertelny.

### 3. Transformatornia na 3000 V (woj. śl.)

W zakładzie metalurgicznym maszynista suwnicowy L., wyznaczony do pomocy przy budowie instalacji wysokiego napięcia w hali transformatorowej, znajdował się na górnej z trzech kondygnacji rusztowania metalowego.

W pewnym momencie maszynista, wiedziony widoczną ciekawością, przekroczył ściankę o wysokości 60 cm, oddzielającą miejsce jego pracy od sąsiedniej celki, w której instalacja znajdowała się pod napięciem 3000 V i ręką zetknął się z wystającą śrubą izolatora.

Prąd przepłynął przez ciało maszynisty i rusztowanie metalowe do ziemi.

Na krzyk porażonego znajdujący się w pobliżu monter natychmiast wszedł po drabinie, uchwycił go za nogi i oderwał od śruby izolatora. Ponieważ jednak wypadek zaszedł w pobliżu krawędzi rusztowania, monter nie zdołał utrzymać porażonego, który po oderwaniu się od śruby izolatora spadł głową na dół, rozbijając sobie podstawę czaszki.

#### Wnioski.

1) Wypadek ten potwierdza zasadę, że miejsce pracy powinno być należycie odgrodzone od instalacji pod napięciem, a na prowizorycznym odgrodzeniu powinna być ponadto wywieszona tablica ostrzegawcza (wzór 9 według PNE-39).

2) P. 1 PNE-9 nakazuje, aby przy usuwaniu porażonego spod napięcia możliwie zabezpieczyć go przed skutkami upadku.

Z opisanego wyżej przebiegu wypadku wynika, że ratujący porażonego monter bądź nie znał tego przepisu, bądź też nie miał pojęcia, jak go należy zastosować.

Wypadek ten, jak i wiele innych, wskazuje jak słuszne jest żądanie, aby każdy monter został wyszkolony teoretycznie i praktycznie w metodach ratownictwa.

### 4. Uszkodzenie przewodu na 380 V w kopalni (woj. śl.)

W kopalni trzech robotników, przenosząc szynę stalową o długości 6 m, uszkodziło nią izolację znajdującego się w pobliżu przewodu o napięciu 380 V.

Prąd przepłynął od przewodu przez szynę i robotników do ziemi.



Wszyscy trzej porażeni utracili przytomność.

Natychmiast zastosowano sztuczne oddychanie i uratowano dwóch spośród porażonych, trzeci zmarł.

**Wnioski.**

1) Często zdarzają się wypadki, że robotnicy przenosząc części metalowe bądź zaczepiają o niez izolowane części instalacji elektrycznej, będącej poza zasięgiem ręki.



Rys. 1. Niebezpieczeństwo przy zawadzeniu prętem metalowym o gołe przewody

Z wydawnictwa francuskiego Syndicat Général de Garantie des Chambres Syndicales du Batiment et des Travaux Publiques

bądź też uszkadzają izolację przewodów (rys. 1). Wypadki te wskazują na konieczność odpowiedniego pouczenia robotników pracujących w pobliżu urządzeń elektrycznych, że przez nieuwagę mogą się narażić na niebezpieczeństwo.

2) Podkreślić należy, że w opisanym wypadku zastosowano pomoc natychmiast zgodnie z PNE—9 i dwóch porażonych udało się uratować.

#### 5. Ręczna wiertarka elektryczna (woj. śl.)

W warsztacie ślusarskim robotnik H., chcąc wywiercić otwór w dymnicy kotła parowego, wziął ręczną wiertarkę elektryczną i ciągnął przyłączony do niej długi przewód giętki w oponie gumowej przez całą długość hali. Nie rozwijał przewodu (przyłączonego już do sieci 220 V) stopniowo jak należało, lecz ciągnął go za wiertarkę.

Wskutek tego zaciski w wiertarce obluźniły się i jedna z żył będąca pod napięciem zetknęła się z obudową wiertarki, która znalazła się pod napięciem.

Zabezpieczenie w postaci uziemienia obudowy wiertarki przestało działać wobec równoczesnego odłączenia się żyły uziemniającej.

Prąd przepłynął od obudowy wiertarki przez robotnika do ziemi.

Należy nadmienić, że miejsce było bardzo mokre i robotnik miał wilgotne zarówno ręce jak i obuwie.

Przepływ prądu przez ciało robotnika trwał kilkanaście sekund.

Porażonego w stanie nieprzytomnym przeniesiono natychmiast na noszach do pobliskiego szpitala, gdzie udzielona w 20 minut po wypadku pomoc lekarska okazała się bezskuteczną.

**Wnioski.**

1) Oczywiście, robotnik postępował niewłaściwie ciągnąc przewód za wiertarkę.

Właściwą przyczyną tego wypadku była jednak niezgodna z przepisami konstrukcja wiertarki.

Według § 34, p. 6, PNE—10 w miejscu wprowadzenia przewodu do wiertarki powinna się znajdować, przez całą długość jego przechodzenia przez metal obudowy, nietłumiwa tulejka izolująca, umocowana na stałe. Ze względu na stosowanie przewodów w oponie gumowej przepis ten w części stracił swoje znaczenie, nie mniej jednak należy żądać, aby co najmniej ścianki komory zaciskowej miały izolację, zabezpieczającą obudowę metalową wiertarki od zetknięcia się z przewodem w przypadku rozluźnienia się lub niedokręcenia zacisku.

Ponadto według tego samego punktu przepisów przewód powinien być zamocowany w wiertarce w taki sposób, aby żyły nie były narażone na ciągnięcie, co jest jeszcze ważniejsze.

2) Z opisu wynika, że obecni przy wypadku zupełnie nie znali przepisów ratownictwa (PNE—9). Porażonego, który utracił przytomność, nie wolno przenosić, lecz niezwłocznie po usunięciu go spod działania prądu należy zastosować sztuczne oddychanie, a lekarza wezwać. Należy też pamiętać, że sztuczne oddychanie niekiedy daje dodatni rezultat dopiero po kilku godzinach stosowania.

#### 6. Praca na słupie sieci o napięciu 380 V (woj. wrocł.)

W elektrowni monter sieciowy S. wykonując pracę na słupie sieci 380 V pod napięciem zetknął się z dwoma przewodami równocześnie i uległ śmiertelnemu porażeniu.

**Wnioski.**

Zakładając, że praca pod napięciem była konieczna ze względów ruchomych, widać z opisu wypadku, że wbrew § 48, p. 4, PNE—10, żadne środki ochronne nie zostały zastosowane (jak osłona zabezpieczająca przed zetknięciem z pozostałymi przewodami, gdy na jednym wykonuje się pracę).

Jest to typowy przykład lekceważenia niebezpieczeństwa pracy pod niskim napięciem, co sprawia, że większość wypadków zdarza się właśnie na niskim napięciu.

#### 7. Rozdzielnia na 15 000 V (woj. szczec.)

W elektrowni monter M., rutynowany fachowiec, otworzywszy kluczem osłonę, w nieustalonym celu zbliżył się tak do bezpieczników urządzenia rozdzielczego o napięciu 15 000 V, że przy pochyleniu się dotknął głową uchwyty bezpiecznika. Porażony zmarł.

**Wnioski.**

Wypadek ten stanowi przestrożę dla rutynowanych elektryków, aby nie liczyli zbyt mało na swe doświadczenie, nie lekceważyli niebezpieczeństwa i pamiętali o koniecznym zachowaniu ostrożności. Pamiętać też należy, że przy wysokim napięciu wszelka praca pod napięciem jest stanowczo zabroniona pojedynczemu pracownikowi, choćby posiadał najwyższe kwalifikacje.

#### 8. Zwykła oprawka zamiast lampy przenośnej (woj. łódzkie)

W fabryce włókienniczej robotnik P. użył jako lampy przenośnej — zwykłej metalowej oprawki z żarówką na napięciu 220 V.

Wskutek przetarcia się izolacji przewodu oprawka znalazła się pod napięciem, a trzymający ją robotnik, stojący w kałuży wody, uległ śmiertelnemu porażeniu.

**Wnioski.**

Według PNE—10, § 40, p. 16, w pomieszczeniach wilgotnych nawet na stałe zamocowane oprawki powinny być wykonane z materiału izolacyjnego, a ponadto zaleca się stosować kable obojętne lub przewody kabelkowe.

Nawet w pomieszczeniach suchych wolno używać ręcznych lamp przenośnych tylko w specjalnym wykonaniu według § 31, p. 1, PNE—10. W pomieszczeniach bardzo wilgotnych zabronione jest używanie lamp ręcznych na napięciu powyżej 42 V.

#### 9. Uszkodzona lampa przenośna (woj. krak.)

W zakładzie chemicznym robotnik K., pracując przy przepłukiwaniu soli, oświetlił cedzidło za pomocą przenośnej lampy ręcznej, przyłączonej do sieci o napięciu 220 V. Lampa nie miała klosza ochronnego.

Bryzgi roztworu soli oblały lampę, a wskutek braku klosza połączyły elektrycznie oprawkę lampy z ręką robotnika, trzymającą bakielitową rękojeść lampy.

Prąd przeszedł od oprawki przez rękę, ciało i nogi robotnika do ziemi. Pomimo pomocy udzielonej przez sa-



nitariuszkę zakładu, a wkrótce potem przez wezwanego lekarza, porażonego nie udało się przywrócić do życia.

**Wnioski.**

1) § 31, p. le, PNE—10, nakazuje, aby w pomieszczeniach wilgotnych używano lamp przenośnych na napięcie nie wyższe 42 woltów.

Są wszelkie dane do przypuszczeń, że gdyby przepłs powyższy był zastosowany, wypadek nie byłby śmiertelny.

Obecnie wydane przez SEP „Wskazania ogólne, jak uniknąć porażenia prądem elektrycznym“ zalecają stosowanie w miejscach wilgotnych lamp przenośnych na napięcie nie wyższe niż 24 V. Przy tym napięciu poważniejsze następstwa wypadku byłyby wykluczone.

2) Nie wolno posługiwać się sprzętem uszkodzonym. Zasada zdawałoby się jasna, lecz częste wypadki wynikiem z powodu jej niestosowania wskazują na konieczność pouczenia personelu przez kierownictwa działów elektrycznych.

#### 10. Silnik przy młockarni (woj. pomor.)

Elektrownia wypożyczyła rolnikom wóz transformatorowy do zasilania silnika elektrycznego młockarni.

Połączenie transformatora z siecią (15 000 V) i silnikiem młockarni (380 V) wykonał monter elektrowni, wydając polecenie rolnikowi obsługującemu młockarnię, aby po ukończonej pracy odłączył od transformatora przewody prowadzące do silnika.

Rolnik bądź źle zrozumiał polecenie, bądź też okazał zbyt gorliwość, gdyż usiłował odłączyć transformator również od sieci 15 000 V. Wszedł w tym celu na dach wozu transformatorowego i zetknąwszy się z przewodami wysokiego napięcia, łączącymi transformator z wyłącznikiem umieszczonym na słupie, został śmiertelnie porażony.

**Wnioski.**

Już odłączenie przewodów, łączących silnik z transformatorem, było pracą pod napięciem, zwłaszcza niebezpieczną wobec bezpośredniego stykania się obsługującego z ziemią, monter więc nie miał prawa wydać rolnikowi takiego polecenia.

Według § 58 PNE—10 monter nawet sam nie powinien by tej czynności wykonywać pod napięciem, ponieważ mógł uprzednio całą instalację wyłączyć spod napięcia.

Z opisu widać także, że do połączenia transformatora z siecią użyto przewodów z izolacją uszkodzoną, skoro rolnik zetknąwszy się z nimi uległ porażeniu.

Wypadek ten szczególnie jaskrawo wykazuje, że niektórzy monterzy nie mają pojęcia o takich najprostszych i najbardziej elementarnych zasadach bezpieczeństwa pracy.

#### 11. Wiertarka w kopalni (woj. śl.)

W kopalni górnik G. chcąc jak zwykle połączyć ręczną wiertarkę elektryczną z przewodem w oponie gumowej, doprowadzającym prąd o napięciu 220 V, uległ porażeniu przy dotknięciu obudowy sprzęgła wtyczkowego.

Prąd przeszedł od sprzęgła przez ręce, ciało i nogi górnika — do ziemi.

Wezwany lekarz stwierdził śmierć porażonego.

Wypadek wydał się tym dziwniejszy, że do sprzęgła był doprowadzony przewód uziemiający, który powinien był zabezpieczać na wypadek przebicia do obudowy sprzęgła.

Dopiero dokładne badania wykazały, że opona gumowa przewodu giętkiego przyłączonego do sprzęgła miała uszkodzenie niemal niewidoczne, które nie mogło być zauważone przy powierzchownych oględzinach. Nieszczęśliwy zbieg okoliczności sprawił, że uszkodzenie to umożliwiło dostęp wilgoci właśnie do żyły uziemiającej, która stopniowo została przeżarta.

**Wnioski.**

§ 40, p. 12, PNE—17, nakazuje możliwie częste sprawdzanie stanu uziemienia urządzeń.

Uszkodzone uziemienie stwarza pozór zabezpieczenia tym niebezpieczniejszy, że obsługa liczy na zabezpieczenie i nie zachowuje ostrożności.

#### 12. Praca pod napięciem 220 V w elektrowni (woj. szczec.)

W elektrowni monterowi M. powierzono usunięcie usterki, polegającej na tym, że metalowa bariera stykała

się z uszkodzonym przewodem prądowym i wskutek tego była pod napięciem 220 V względem ziemi.

Nie wiadomo czy odruchowo, czy też świadomie monter dotknął się ręką bariery i został porażony prądem, który przepłynął przez niego od bariery do ziemi.

Porażonego w stanie nieprzytomnym przeniesiono natychmiast na noszach do szpitala, gdzie udzielona w kilkanaście minut po wypadku pomoc lekarska nie dała rezultatu.

**Wnioski.**

1) Jeszcze jeden wypadek lekceważenia niebezpieczeństwa, gdy chodzi o niskie napięcie.

Przypomnieć należy, że kierownik bierze na siebie odpowiedzialność za wypadek, gdy wyznaczy do wykonania pracy pod napięciem pracownika o niewystarczających kwalifikacjach i gdy zaniedba wskazania bezpiecznego sposobu wykonania pracy. Ponadto zgodnie z p. 4, § 38, PNE—10 należy także zaopatrzyć pracowników w potrzebne środki ochronne.

2) Przeniesienie porażonego do szpitala zamiast zastosowania pomocy odrazu na miejscu (PNE—9) mogło być przyczyną śmierci.

#### 13. Wykręcanie żarówek dla zabezpieczenia przed kradzieżą (woj. szczec.)

W hali fabrycznej zakładu chemicznego robotnik G. wykręcał po pracy żarówki (220 V) celem zabezpieczenia ich przed kradzieżą.

Jedna z opravek wskutek przetarcia się izolacji stykała się z przewodem zerowym.

Robotnik trzymając tę oprawkę drugą ręką wykręcał żarówkę, a dotknąwszy się trzonka będącego jeszcze pod napięciem, uległ porażeniu, ponieważ prąd przepłynął od trzonka żarówki przez ręce i ciało robotnika do oprawki i przewodu zerowego.

Pomimo zastosowania sztucznego oddychania wkrótce po wypadku — porażony zmarł.

**Wnioski.**

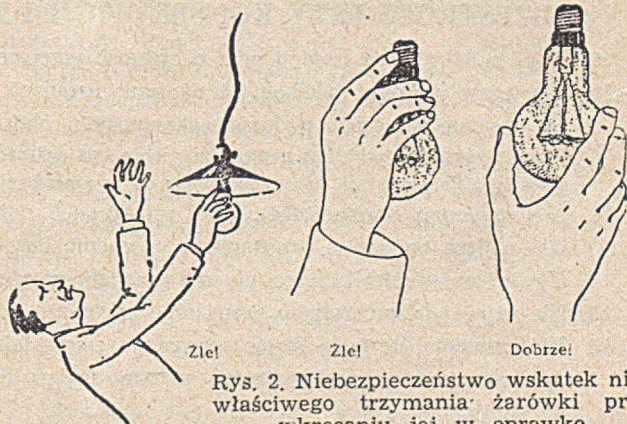
1) Wykręcanie żarówek w zakładach przemysłowych celem zabezpieczenia od kradzieży zostało zabronione okólnikiem Departamentu Ekonomiczno-Socjalnego M. P. i H.

2) Robotnik wykręcał żarówki nie wyłączony przednio prądu.

3) § 28 PNE—10 nakazuje takie wykonanie opravek, aby uniemożliwione było dotknięcie trzonka żarówki pod napięciem przy jej wykręcaniu. Oprawka żarówki powinna być zaopatrzona w pierścień ochronny.

Ponadto według tegoż paragrafu gwintowana część oprawki powinna być połączona z przewodem zerowym.

Ponieważ bardzo wiele opravek zainstalowanych, jak również i sposób zainstalowania, nie odpowiada przepisom, a nie ma możliwości bezzwłocznego dostosowania się do przepisów, należy pouczyć personel, że przy wy-



Rys. 2. Niebezpieczeństwo wskutek niewłaściwego trzymania żarówki przy wykręcaniu jej w oprawkę

Z przedwojennego wydawnictwa Związku Elektrowni Polskich

kręcaniu trzeba trzymać żarówkę za balon szklany nie dotykając trzonka (ob. rys. 2), że prąd powinien być uprzednio wyłączony, a wykręcający żarówkę powinien być odizolowany od ziemi i nie stykać się z żadną masą metalową, któraby mogła mieć połączenie z ziemią.





# WSKAZANIA OGÓLNE JAK UNIKNĄĆ PORAŻENIA PRĄDEM ELEKTRYCZNYM

## **DBAJ O BEZPIECZEŃSTWO; ŻADNE ODSZKODOWANIE NIE WYNAGRODZI KALECTWA CZY UTRATY ZDROWIA**

Każde dotknięcie przewodu lub urządzenia elektrycznego może być niebezpieczne. Nawet jeżeli napięcie jest niższe niż 110 woltów dotknięcie może spowodować śmierć gdy warunki są niekorzystne (np. wilgotne ręce, silne spocenie, wilgotne obuwie, mokra podłoga, bliskość konstrukcji metalowych lub rur kanalizacyjnych, wodociągowych, gazowych itp.).

### **PRZESTROGI PRZY OBSŁUDZE URZĄDZEŃ ELEKTRYCZNYCH**

1. Nie dotykaj ani części maszyn, ani innych urządzeń pod napięciem, nawet dla stwierdzenia stopnia nagrzania. Nie dotykaj także przewodów nawet izolowanych, jeżeli nie masz pewności, że izolacja jest w dobrym stanie.
2. Nie wykonuj żadnych czynności przy urządzeniach elektrycznych bez zastanowienia, w pośpiechu lub w stanie zderuowania.
3. Upewnij się, czy części izolowane, których masz się dotknąć, nie są uszkodzone (izolowane uchwyty, części porcelanowe bezpieczników itp.).
4. Jeżeli stwierdzisz choćby najmniejsze napięcie na częściach nieprzewodzących normalnie prądu (np. na metalowych obudowach maszyn i aparatów, na metalowych rączkach wyłączników), natychmiast zawiadom kierownictwo i nie dotykaj tych części zanim uszkodzenie nie zostanie usunięte.

### **PRZESTROGI PRZY UŻYWANIU PRZENOŚNYCH LAMP I NARZĘDZI ELEKTRYCZNYCH**

5. Posługuj się tylko właściwymi lampami przenośnymi o przepisowej budowie, w nieuszkodzonym stanie.
6. Pamiętaj, że przenośne narzędzia elektryczne muszą być uziemione.
7. Upewnij się, czy przewód giętki doprowadzający prąd do lampy przenośnej lub do narzędzia, ma izolację nieuszkodzoną.
8. Gdy pracujesz w pomieszczeniach wilgotnych lub przy masach metalowych (kotły, zbiorniki, rurociągi, konstrukcje stalowe itp.), używaj przenośnych lamp i narzędzi na obniżone napięcie, nie przekraczające 24 woltów.

### **PRZESTROGI PRZY KONSERWACJI I NAPRAWACH URZĄDZEŃ ELEKTRYCZNYCH**

9. Dbaj o dobry stan izolacji oraz o czystość przewodów, maszyn i aparatów, które obsługujesz.
10. Gdy masz wykonać jakąkolwiek naprawę urządzeń elektrycznych, upewnij się, czy napięcie zostało wyłączone i czy nie zostanie załączone podczas wykonywania robót.  
(Jeżeli z ważnych względów napięcie nie może być wyłączone, praca może być wykonana w pewnych warunkach pod napięciem tylko przez specjalnie wyszkolony i upoważniony do tego personel, przy zastosowaniu odpowiednich środków ostrożności).
11. Nie zamieniaj bezpieczników przy załączonych odbiornikach. Jeżeli przed bezpiecznikiem umieszczony jest wyłącznik-wyłącz go, zanim przystąpisz do zamiany bezpieczników.
12. Uważaj na to, aby bezpieczniki odpowiadały natężeniu prądu w chronionym przez nie obwodzie.
13. Nie używaj bezpieczników prowizorycznie naprawionych.
14. Nie zamieniaj żarówki stojąc wprost na ziemi, lub tymbardziej na konstrukcji metalowej, bo często zdarza się, że oprawka pozostaje pod napięciem pomimo wyłączenia prądu. Zaródkę trzymaj za balon szklany, nie dotykając trzonka (gwintu).
15. Nie baw się prądem elektrycznym. Żarty mogą spowodować śmierć.

**PRĄD NIE JEST GROŹNY  
JEŻELI ZACHOWASZ ŚRODKI OSTROŻNOŚCI**



## Sprawy szkoleniowe.

### Organizacja szkolnictwa zawodowego w przemyśle elektrotechnicznym.

Wysiłek całego narodu w kierunku uprzemysłowienia kraju wymaga napływu coraz to większej liczby pracowników do rozbudowujących się różnych gałęzi przemysłu. Przemysł potrzebuje fachowców. Ludzie pracujący w przemyśle muszą dokładnie znać swój zawód.

Stąd potrzeba stworzenia po wojnie takiej **sieci szkół zawodowych**, która umożliwiłaby wszystkim chętnym nabyć wiedzę zawodową a tym samym i pracę w przemyśle. Utworzono więc przy **fabrykach** szkoły i zorganizowano kursy, na których pracownicy fabryczni mogą zdobywać wiedzę zawodową w zakresie swej specjalności i uzupełniać swe wiadomości ogólne. Dziś ta sieć szkół i kursów przyfabrycznych jest szeroko rozgałęziona i w całości podlega Ministerstwu Przemysłu i Handlu.

Przemysł elektrotechniczny — podobnie, jak i inne przemysły — utrzymuje szkoły zawodowe o trzech zasadniczych typach: Szkoły Przemysłowe, Gimnazja Przemysłowe oraz Licea.

Pierwszy typ szkoły — **Szkoła Przemysłowa** — kształci młodocianych pracowników fabryk (15—17 lat), dając im 18 godzin wykładów teoretycznych w ciągu tygodnia. 28 godzin tygodniowo uczniowie szkoły tego typu pracują na fabryce — w procesie produkcyjnym. Nauka trwa w Szkole Przemysłowej 3 lata, po czym absolwent uzyskuje dyplom czeladnika danej gałęzi przemysłu.

Innym typem szkoły jest **Gimnazjum Przemysłowe**, które kształci uczniów w wieku 14—18 lat. Różni się Gimnazjum od Szkoły Przemysłowej zasadniczo tym, że uczniowie pracują tu w szkolnym warsztacie wydzielonym i mają większą liczbę wykładowych godzin teoretycznych (26 g. tygodniowo). Po ukończeniu 3-letniego okresu nauki w Gimnazjum Przemysłowym otrzymują oni świadectwo ukończenia gimnazjum wraz z dyplomem czeladnika danej specjalności.

Absolwenci obu wymienionych wyżej szkół mają możliwość — o ile otrzymają pozytywne oceny — wstępu do **Licium Przemysłu Elektrotechnicznego**, skąd po dwuletniej nauce wyoszą **dyplom technika** z prawem wstępu na wyższe uczelnie techniczne.

Wspomiane trzy typy szkół realizują elektrotechniczne programy nauczania. Programy te jednak muszą być dostosowane do potrzeb **różnych branż** przemysłu elektrotechnicznego i uwzględniać kilka kierunków nauki, odpowiadających wachlarzowi produkcji elektrotechnicznej.

Uczniowie tych szkół pobierają naukę w fabrykach lub w warsztatach szkolnych, nabywają wiadomości z zakresu ślusarki, poznają obrabiarki i pracę na nich, przechodzą ćwiczenia w laboratoriach fizycznych, chemicznych i elektrycznych, poznają przebieg produkcji oraz organizację zakładu fabrycznego. Po ukończeniu nauki pracują oni w fabrykach elektrotechnicznych na stanowiskach czeladników, mistrzów i techników.

Obok tej linii szkolenia młodych specjalistów — elektryków istnieje również inna linia szkolenia na wielu różnorodnych **kursach** organizowanych w celu podniesienia kwalifikacji praktycznych, teoretycznych lub ogólnych pracowników **dorosłych** przemysłu. Kursy takie — dłuższe lub krótsze — i o różnych poziomach dają swym absolwentom dyplomy czeladnicze lub mistrzowskie.

W szkołach opisanych wyżej uczą się zarówno chłopcy, jak i dziewczęta. Na kursach pobierają naukę zarówno kobiety, jak i mężczyźni pracujący w fabrykach. Napływ dziewcząt do elektrotechnicznych szkół zawodowych zwiększa się z roku na rok. Dziewczęta wykazują dobre postępy w nauce i — jak pokazała praktyka — w wielu wypadkach spełniają bardzo dobrze swe obowiązki. Toteż przemysł elektrotechniczny chętnie zatrudnia kobiety na wszystkich szczeblach produkcyjnych.

Nauka w szkołach i na kursach utrzymywanych przez przemysł elektrotechniczny jest bezpłatna. Uczniowie albo otrzymują wynagrodzenie za pracę w fabryce (w szkołach przemysłowych), albo też pobierają stypendia miesięczne (w gimnazjach i liceach); często znajdują oni pomieszczenie z wyżywieniem i opieką wychowawczą w bursach lub w internatach.

Jak z pobieżnego tego szkicu wynika, **szkolnictwo elektrotechniczne**, będące stale w **rozbudowie**, umożliwia zdobycie wiadomości zawodowych wszystkim pracownikom przemysłu oraz kandydatom do pracy w przemyśle elektrotechnicznym.

Na żadnym szczeblu droga dokształcania się nie jest zamknięta, a osiągnięte wyniki zależą jedynie od pilności i zdolności poszczególnych jednostek, które rozumieją potrzebę włączenia się w ogólny wysiłek społeczeństwa celem odbudowy i uprzemysłowienia kraju oraz podniesienia naszego dorobku materialnego i kulturalnego.

*Skoczylas.*

### Nowe inwestycje energetycznego szkolnictwa zawodowego.

Dział Szkolenia Zawodowego Centralnego Zarządu Energetyki donosi o szeregu **nowych inwestycji** dokonanych w czasie trwania ubiegłego sezonu budowlanego.

W związku z szybkim rozwojem **Ośrodka Szkolenia Energetyki** w Nyssie, zaistniała konieczność wyremontowania budynku (przy kompleksie bloków zajmowanych przez Ośrodek) celem uzyskania pomieszczeń dodatkowych dla umieszczenia w nich części bursy, warsztatów oraz nowej kuchni, świetlicy i sali jadalnej.

Należy podkreślić, że prace remontowe zostały przeprowadzone sposobem gospodarczym przy współudziale młodzieży uczącej się w Ośrodku, obejmującym Gimnazjum, Liceum oraz kursy stałe. Pozwoliło to na poczynienie znacznych oszczędności, przyczyniając się do wydatnego obniżenia ogólnych kosztów budowy.

W Smukale (k/Bydgoszczy), w położonym nad zaporą wodną na dopływie rzeki Brdy **Gimnazjum Przemysłowym Energetycznym** dobudowano ostatnio do istniejącego gmachu nowe skrzydło i odnowiono budynki byłej karbidowni do użytku bursy i warsztatów.

Nowe lokale są już zajęte i czynne. W następnym sezonie budowlanym przewiduje się wykończenie jeszcze jednego skrzydła gmachu.

**Gimnazja Przemysłowe Energetyczne** w Elblągu i w Łodzi otrzymały nowe pomieszczenia. Gimnazjum elbląskie przeniesiono do świeżo odremontowanego budynku, łódzkie zaś — do nowowzniesionego.

Spośród inwestycji będących w stadium końcowym należy wymienić remont gmachu przeznaczonego na użytek Gimnazjum i Liceum we Wrocławiu. Prace są tu na ukończeniu.



W Warszawie uzyskano dla potrzeb Gimnazjum i Liceum Energetycznego jedno z pięter byłej Akademii Sztuk Pięknych na Wybrzeżu Kościuszkowskim. Znajdują tam pomieszczenie sale wykładowe, część laboratoriów i administracja, w niskim zaś parterze — warsztaty szkolne.

## Nowiny Elektrotechniczne.

Redakcja „Wiadomości Elektrotechnicznych“ zwraca się do swych Czytelników z usilną prośbą o nadsyłanie streszczeń z czasopism zagranicznych celem zamieszczenia ich w dziale „Nowiny Elektrotechniczne“.

Aby uniknąć ewentualności opracowania tego samego referatu przez kilka osób, prosimy o uprzednie uzgadnianie tematów z Redakcją czasopisma.

### SPOSOBY ZABEZPIECZENIA PRZEPUSTÓW PAPIEROWO-BAKELITOWYCH PRZED WILGOCIĄ.

— Stosowanie przepustów papierowo-bakelitowych typu kondensatorowego pozwala na znaczne obniżenie ogólnego ciężaru aparatury wysokonapięciowej oraz jej kosztu. Jednakże w ośrodku o znacznej wilgotności przepusty tego typu tracą w dużym stopniu swe elektryczne właściwości izolacyjne, co prowadzi czasami do wypadania ich z ruchu.

Przez właściwe dobranie lakierów ochronnych oraz sposobu ich suszenia można powiększyć odporność błony lakieru na przenikanie wilgoci, a tym samym zwiększyć wiek służby przepustów papierowo-bakelitowych.

Przeprowadzone w wytwórni „Izolit“ (Okręg Moskiewski) badania wykazały, że przy stałej wilgotności względnej straty dielektryczne rur papierowo — bakelitowych nie ulegają, praktycznie biorąc, zmianie. Ustalenie się strat dielektrycznych w rurach zostaje osiągnięte już po upływie 5—10 min. od chwili umieszczenia badanych próbek w komorze.

Natomiast przy przejściu od małej wilgotności względnej do wyższej obserwuje się widoczny wzrost strat dielektrycznych. Próbkę, które przebywały przez czas dłuższy w ośrodku o wysokiej wilgotności względnej, a następnie zostały przeniesione do ośrodka o mniejszej wilgotności względnej, zachowywały przez czas dłuższy (zwiększoną) stratność odpowiadającą (poprzedniemu) ośrodkowi o wyższej wilgotności względnej.

Wynika stąd, że proces schnięcia rur papierowo-bakelitowych w normalnych warunkach atmosferycznych postępuje bardzo wolno.

**Hygroskopijność** rur papierowo-bakelitowych tłumaczy się tym, że ilość smoły bakelitowej, jaka zostaje wprowadzona do rury w czasie jej wyrobu, wystarcza wprawdzie do sklejenia pojedynczych warstw papieru, jest natomiast bezwzględnie niedostateczna dla wypełnienia pór w papierze. Adsorbowana na powierzchni wyrobów bakelitowych para wodna przenika — poprzez pory — do wewnątrz, obniżając właściwości dielektryczne rur.

Aby zmniejszyć hygroskopijność wyrobów papierowo-bakelitowych, pokrywamy je specjalnymi lakierami. Nadaje to jednocześnie przepustom gładką powierzchnię zewnętrzną i zabezpiecza je od osiadania kurzu. Lakierowanie to nie jest jednakże łatwe. Używane do tego celu lakiery zawierają bowiem lotne rozpuszczalniki. Na skutek niewłaściwego sposobu suszenia rur tworzą się często w błonie kapilary, które pozostają po ulotnieniu się rozpuszczalników. Czasami znów błona pokrywa się siatką włoskowatych pęknięć, poprzez które włóknisty materiał zasysa z zewnątrz wilgoć.

Wybór składu lakieru, grubości warstwy błony lakieru oraz sposobów suszenia grają doniosłą rolę. Najbardziej odpowiedni okazał się lakier bakelitowy — pod warunkiem właściwego prowadzenia procesu polimeryzacji. Mogą być używane również inne lakiery.

Pokrycie przepustu tzw. pigmentowanym lakierem bakelitowym („emalia bakelitowa“) wzmacnia odporność rury papierowo-bakelitowej na działanie wilgoci, słabych kwasów i zasad. Błona lakieru — twarda, lśniąca i odporna na działanie oleju — opiera się drapaniu; barwa pokrycia — brunatna. Emalia bakelitowa może być używana do pokrywania przepustów, cylindrów oraz innych części przeznaczonych do pracy na powietrzu. Autor podaje szereg wykresów ilustrujących wyniki badań.

Emalię bakelitową uznać należy za godną uwagi zarówno przy pracach nad poprawieniem stanu izolacji części bakelitowych w systemach energetycznych, jak i przy rozważaniach nad rozszerzeniem zastosowania izolacji papierowo-bakelitowej przy budowie aparatów elektrycznych. — (Inż. J. L. Szugał. Sposoby zaszczycy bumażno — bakelitowych w wiodow ot powiażnienia. *Wiadomości Elektrotechniczne*. Zeszyt 1/1948 r.) —

### METODA PRODUKCJI RUR SPAWANYCH ELEKTRYCZNIE W STANACH ZJEDNOCZONYCH.

— Metoda produkcji rur spawanych elektrycznie w Stanach Zjednoczonych opiera się na patencie Johnstona, eksploatowanym przez Republic Steel Corporation, Steel and Tubes Inc. Div. Cleveland, Ohio. Rury wyrabiane są z taśmy stalowej w sposób prawie ciągły — na maszynie, która wykonuje kolejno następujące czynności: formowanie, spawanie, wyrównanie i wygładzanie oraz cięcie.

Dokładnie oczyszczona taśma stalowa przechodzi przez szereg walców, które stopniowo nadają jej kształt rury. Spawanie odbywa się metodą oporową (stykową) za pomocą elektrod wykonanych w kształcie krążków, które w miarę przesuwania się taśmy — zwinieją już w kształcie rury — toczą się wzdłuż obydwu jej krawędzi. W miejscu, gdzie rura jest spawana, dolna jej część opiera się na 3-ch rolkach stalowych, z których dwie boczne wywierają nacisk, tak że krawędzie zwierają się i pod wpływem przepływającego prądu ulegają zespanowaniu.

Dalsze operacje na tej samej maszynie polegają na wyrównaniu i wygładzeniu rury. Wreszcie rury są cięte na odcinki.

Następnie rury poddawane są obróbce cieplnej, której zadaniem jest usunięcie naprężeń wewnętrznych (powstałych w czasie formowania rury na zimno oraz jej spawania), poprawienie wewnętrznej struktury stali oraz zwiększenie jej ciągliwości. Obróbka ta polega na wyżarzeniu rur w piecu elektrycznym przy temperaturze ponad 900°C i następnym ochłodzeniu, przy czym zarówno wyżarzenie, jak i chłodzenie odbywa się w atmosferze redukcyjnej, którą tworzy częściowo spalany gaz świetlny, a to celem niedopuszczenia do tworzenia się tlenków na powierzchni rur.

Dzięki tej operacji następuje całkowita rekryształizacja stali, w wyniku czego struktura wewnętrzna szwu nabiera tych samych cech, co i struktura wewnętrzna całej rury, i to tak dalece, że nawet pod mikroskopem nie podobna stwierdzić, w którym miejscu rura została zespanowana.

Rury produkowane tą metodą mają pod pewnym względem przewagę nad rurami ciągnionymi, są one bowiem zupełnie koncentryczne, jako wykonane z taśmy, której grubość nie może mieć większych odchyłań niż 0,003". Rury te są ponadto bardziej odporne na korozję ponieważ posiadają gładszą powierzchnię i są, ogólnie biorąc, lepiej wykonane. — (Opracowano na podstawie źródeł amerykańskich). —

### STOSOWANIE RUR SPAWANYCH METODĄ OPOROWO-ELEKTRYCZNĄ W BUDOWNICTWIE KOTŁOWYM W STANACH ZJEDNOCZONYCH.

Po raz pierwszy zaczęto mówić w Stanach Zjednoczonych o możliwości zastosowania rur spawanych elektrycznie metodą Johnstona przy budowie kotłów w roku 1931.



Stosowanie jednak rur tego rodzaju spotkało się z dużą niechęcią odbiorców. Trwało to mniej więcej do roku 1939, kiedy została znacznie ulepszona obróbka termiczna tych rur. W roku 1937, w związku ze stałym wzrostem zapotrzebowania na rury spawane elektrycznie, f-ma Republic Steel Corporation znacznie rozbudowała i zmodernizowała swą fabrykę rur spawanych w Cleveland.

W roku 1946 już ok. 50 milionów metrów rur produkowanych tą metodą znajdowało się w ruchu w kotłach różnych typów, przeznaczonych dla wszelkich warunków pracy. Dziś dla rur produkowanych metodą Johnstona wprowadzono nazwę „Electrunite“.

Obecnie rury typu „Electrunite“ stosowane są na ogół powszechnie przy budowie kotłów, jako opłomki, płomieniówki, rury przegrzewaczowe, rury parowe itp. —

Przepisy budowy kotłów Amerykańskiego Stowarzyszenia Inżynierów Mechaników dopuszczają w całej rozciągłości stosowanie rur spawanych metodą oporowo-elektryczną przy budowie kotłów. Jednakże ze wzorów, na podstawie których oblicza się grubość ścianki rury, wynika, że grubość rur spawanych metodą oporowo-elektryczną musi być o ok. 15% większa od grubości rur ciągniętych bez szwu dla tych samych warunków pracy. — (Opracowano na podstawie źródeł amerykańskich). —

**ZAGADNIENIE WYKORZYSTANIA ENERGII ELEKTRYCZNEJ NORWEGII W SKALI EUROPEJSKIEJ.** — W ramach rozważań nad odbudową gospodarki ogólnie — europejskiej idea wykorzystania istniejących na północy olbrzymich źródeł energii wodnej celem wytwarzania energii elektrycznej nabiera specjalnego znaczenia.

Przy bliższym zastanowieniu się nad korzyściami oraz wadami przesyłania energii elektrycznej na bardzo duże odległości brane były pod uwagę różne rodzaje prądu. Doskonale nadaje się do tego celu system opracowany przez Thury'ego, jak to wynika z przykładu linii Moutiers — Lion (moc przesyłana 18 750 kW; napięcie 125 kV; odległość 450 km — w tym 80 km kabla ziemnego). System Thury'ego — jest to w zasadzie przesyłanie energii elektrycznej prądem stałym wysokiego napięcia za pomocą kilku połączonych w szereg prądnic prądu stałego (o wzbudzeniu szeregowym) z samoczynną regulacją prądu. Duży postęp stanowi możliwość zastąpienia zespołów maszyn syst. Thury'ego przez udoskonalone w międzyczasie prostowniki rtęciowe oraz przemienniki.

Sz szczególnie nadają się do wytwarzania wielkich mocy — przy pomocy wielkich spadków (ok. 350 m) — czynne przez cały rok siły wodne na zachodnim wybrzeżu Norwegii.

Wśród licznych projektów, jakie wiążą się z wykorzystaniem tych sił wodnych, największe widoki na urzeczywistnienie uzyskały projekty: „Europa“ — przewidujący przesyłanie energii elektrycznej z Norwegii — poprzez Niemcy — do Lizbony, Rostowu na Donem i Grecji, oraz projekt „Norwegia—Anglia“ (z Norwegii — via Hamburg i Brema — do Calais i Dover).

Dokonano przeliczenia szeregu wariantów — jeżeli chodzi o koszty — przy założeniach: a) przesyłanie prądem zmiennym; b) wytwarzanie i przesyłanie prądem stałym (syst. Thury'ego przy stałym natężeniu prądu); c) wytwarzanie prądem zmiennym przy połączonych w szereg prostownikach rtęciowych na podstacji wytwórni; przesyłanie na odległość — prądem zmiennym; d) jak w c), lecz z wyposażeniem podstacji odbiorczych w przemienniki. Zakładano przy tych przeliczeniach moc wytwarzaną w Elektrowni norweskiej „Fjord“ na ok. 1,25 miliona kW.

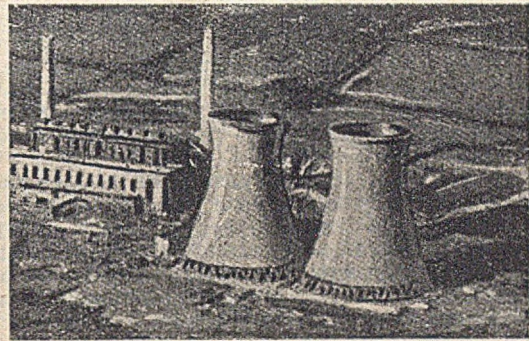
Dokładne porównanie uzyskanych wyników wykazało, że alternatywa d) ma największe widoki na realizację — i to zarówno ze względów gospodarczych, jak i technicznych. — (Elektrische Kraftübertragung aus Norwegen. *Elektrotechnik* \*). Zeszyt 4/1947 r.). —

\*) Miesięcznik wydawany w Berlinie na podstawie licencji Nr 266 Radzieckiego Zarządu Wojskowego w Niemczech.

**NOWA ELEKTROWNIA W ANGLII.** — Niedawno została uruchomiona nowa elektrownia w miejscowości Meaford (w prowincji Staffordshire) o mocy zainstalowanej 120 MW. W elektrowni zostały ustawione cztery turbospędy G. E. C. każdy o mocy 30.000 kW. Każda z prądnic połączona jest przy pomocy kabla z transformatorem 37,5 MVA o przekładni 11,8/132 kV.

Roczna produkcja elektrowni przewidziana jest na 550 milionów kWh.

Na rys. 1 zwracają uwagę chłodnie kominowe oryginalnym swym profilem. — (*Electrical Power Engineer*. Nr 7 — lipiec — 1948 r.). —



Rys. 1.  
Ogólny widok elektrowni w Meaford.

**ZASTOSOWANIE WŁÓKIEN SZKŁANYCH W BUDOWIE MASZYN ELEKTRYCZNYCH.** — Katastrofalny brak materiałów izolacyjnych czy to pochodzenia bawełnianego i jedwabnego, czy to lakierów izolacyjnych (jak olej lniany lub materiały fenolowe), jaki wystąpił po wojnie, — zmusza do poszukiwania materiałów zastępczych — w pierwszym rzędzie nie reglamentowanych — a więc np. w postaci wyrobów z włókien szklanych.

W ostatnich latach osiągnięto w dziedzinie technologii przędzy z włókien szklanych poważne postępy. Tak np. udało się wykonać z przędzy tej puste wewnątrz koszulki o średnicy do 1 mm i niżej. Szereg braków, jakie tu niewątpliwie występują, zostaje zrównoważony przez poważne zalety, jak: wysokie walory izolacyjne, znikome przewodnictwo cieplne oraz całkowita niepalność. Poszczególne włókna szklane tych tkanin — poddane na przeciąg kilku minut działaniu temperatur rzędu 500 ÷ 600°C — nie wykazują żadnych zmian i nie tracą ze swych wartości izolacyjnych. Stwarza to nowe możliwości jeżeli chodzi o dziedzinę budowy maszyn elektrycznych.

Przeprowadzono m. in. próby z wykonaną wg specjalnej metody, impregnowaną tkaniną z włókien szklanych (tzw. „Zevalan“), która może być używana bądź, jako przekładka izolacyjna przy cewkach, bądź też — w połączeniu z preszpanem czy „leatheroidem“, — jako tzw. izolacja żłobkowa. Materiał ten znajduje się w handlu w rolkach o szerokości 1000 mm.

Taśmy z tkaniny szklanej znalazły zastosowanie przy otążaniu połączeń czołowych (głowic) maszyn elektrycznych. W handlu taśmy te są do nabycia w rolkach o długości 100 m; szerokość taśmy: 10—50 mm; grubość — od 0,2 do 1 mm. Ze względu na swe własności nadaje się ona raczej do maszyn większej mocy. Materiały te można — jak każdą inną zwykłą tkaninę — nasycić lakierami izolacyjnymi. Dokonywano prób zarówno z lakierami schnącymi na powietrzu, jak i z piecowymi.

Nasuwa się przypuszczenie, że tzw. „jedwab szklany“ powinien nadawać się bezpośrednio, jako oprzęd dla drutów nawojowych. Wyloniły się tu jednak poważne trudności. Udało się wprowadzić izolować drut miedziany o średnicy 2,8 mm początkowo bez zarzutu, stwierdzono jednak niebawem, że wytrzymałość mechaniczna izolacji nie czyni zadość stawianym wymaganiom. Oprzęd wykonany 16-krotną nitką szklaną,



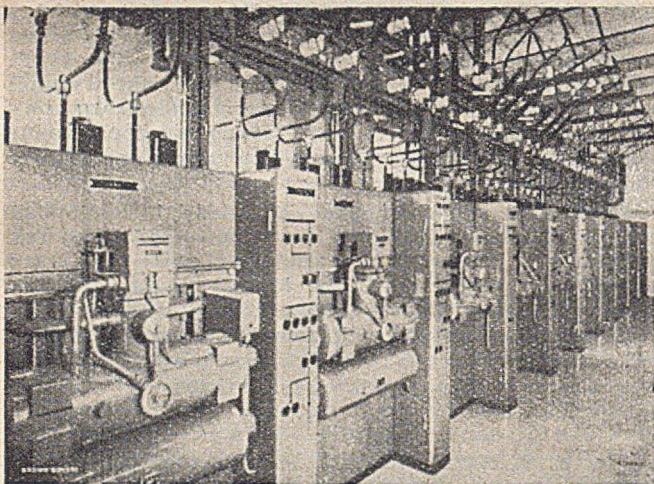
był (na skutek powstałych w nitce naprężeń wewnętrznych) do tego stopnia wrażliwy na nacisk, że najłżejsze uderzenie lub zgięcie drutu powodowało odpryskiwanie izolacji.

Próby owinięcia w jedną oplecionego pojedynczo szklanym jedwabiem drutu nawojowego dały wyniki zadowalające. Nawinięto drutem tym szereg silników; jego zalety: wysoka wartość izolacji oraz duża odporność na nagrzanie. Należy podkreślić, że grubość warstwy izolacji wykonanej z jedwabiu szklanego wynosi zaledwie 0,08 mm — wobec 0,12 do 0,14 mm przy izolacji bawełnianej. Jeden kilogram jedwabiu szklanego wystarcza na pojedyncze oplecenie 12—14 kg drutu nawojowego o średnicy 0,5 do 3,00 mm.

O ile druga (górną) warstwa bawełny lub wełny nałożona zostanie prawidłowo, — całość, po nasyceniu odpowiednimi lakierami, zachowuje się podobnie, jak zwykła izolacja z przędzy. Jedwab sztuczny, jako materiał na warstwę górną, nie jest mile widziany, albowiem — będąc materiałem gładkim — źle się wiąże z równie gładkim jedwabiem szklanym.

Pod warunkiem, że oprzędzanie drutów izolowanych szklanym jedwabiem dokonywane jest z należytą starannością, małe nawet warsztaty reparacyjne i nawijalnie doskonale dają sobie radę z tego rodzaju drutami nawojowymi i to niezależnie od sposobu nawijania (uzwojenia „przeciągane“ — szyte!) wzgl. od tego, czy w grę wchodzi stojan, czy też wirnik silnika.

Ceny omawianych materiałów izolacyjnych oraz drutów nawojowych kształtują się — rzekomo — w sposób zupełnie „znośny“. — (J. Schmitt. Die Verwendung von Glasfasergespinsten im Elektromaschinenbau. Elektrotechnik. Zeszyt 3/1948 r.). —



Rys. 2.

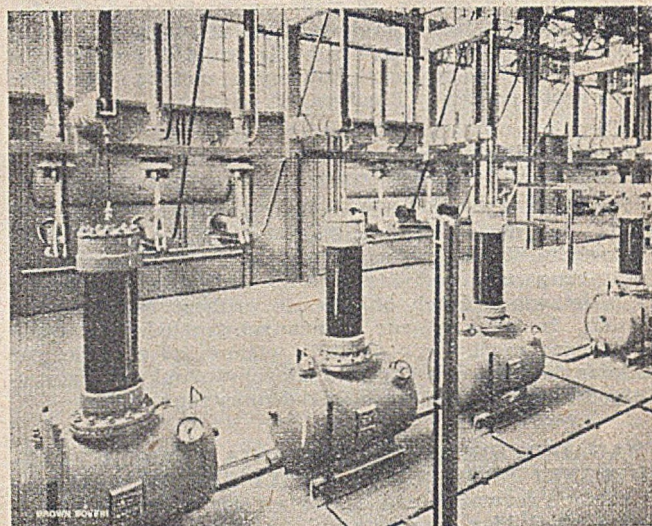
Widok celek wyłączników 20 kV na sprężone powietrze od strony aparatury powietrznej.

**ZASTOSOWANIE SPRĘŻONEGO POWIETRZA W NOWOCZESYCH ROZDZIELNIACH.** Przy używanych dawniej powszechnie wyłącznikach olejowych istniało w rozdzielni bardzo poważne niebezpieczeństwo pożarowe. Przy najmniejszych już ilościach oleju obawiano się przykrego zanieczyszczenia urządzeń rozdzielczych.

Powietrze zastosowane w powietrznym wyłączniku może być praktycznie bez ograniczenia odnawiane w miejscu przerwy łuku dzięki czemu stanowi ono idealny środek do gaszenia łuku w wyłączniku. Jest ono poza tym jedynym środkiem napędowym, umożliwiającym w sposób prosty i zarazem ekonomiczny osiągnięcie krótkich czasów wyłączenia.

Dodatnie wyniki, jakie uzyskano w ruchu z wyłącznikami powietrznymi (rys. 2), naprowadziły na myśl wyeliminowanie oleju również z innych aparatów wysokiego napięcia, a przede wszystkim z transformatorów mierniczych prądowych, dzięki czemu powstał bezolejowy transformator prądowy typu szynowego. Przy transformatorach mierniczych napięciowych (rys. 3) sprężone powietrze zastosowano, jako czynnik izolacyjny; zastąpiło ono używany w nich dotychczas olej, a to

dzięki temu, że przy wyższych ciśnieniach powietrze, jak się okazuje, posiada wytrzymałość na przebicie wielokrotnie przewyższającą wytrzymałość elektryczną oleju. Tak np. przy ciśnieniu 12 atmosfer wytrzymałość na przebicie powietrza (w jednostajnym polu elektrycznym) wynosi 150 kV max./cm, zaś przy ciśnieniu 17 atm — 200 kVmax cm.

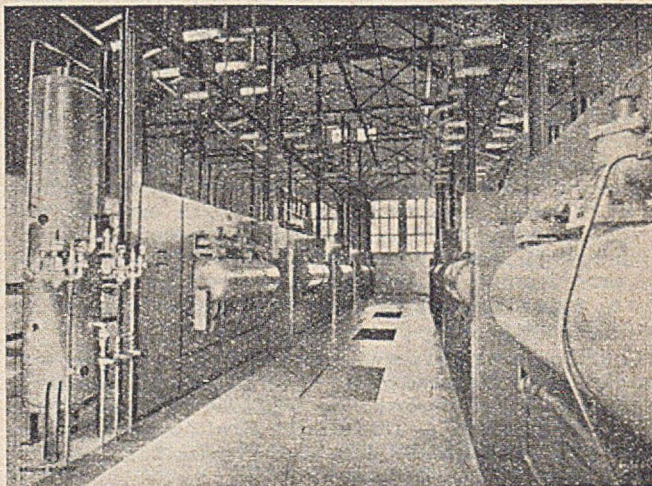


Rys. 3.

Jednofazowe transformatory napięciowe (górnego napięcia 60 kV) na sprężone powietrze.

Doświadczenia poczynione w nowoczesnych rozdzielniach ze sprężonym powietrzem, jako środkiem napędowym, skłoniły konstruktorów do jego wykorzystania także do napędu odłączników — przez wbudowanie odpowiedniego zbiorniczka napędowego wypełnionego sprężonym powietrzem. Należy podkreślić, że o ile przy szybko działającym wyłączniku powietrznym chodzi o możliwie jak największe szybkości łączenia, o tyle przy napędzie odłączników pożądane jest łączenie wolne i stosunkowo miękkie, co zresztą można osiągnąć przy pomocy dość prostego sterowania.

Jak wszędzie w technice, tak i przy wyborze wielkości najbardziej odpowiedniego ciśnienia, powstają pewne sprzeczności, albowiem zaletom ciśnień bardzo wysokich przeciwstawiają się poważne wady: zwartej konstrukcji oraz dużym mocom odłączalnym,



Rys. 4.

Zbiornik sprężonego powietrza ustawiony w rozdzielni (widok od strony obsługi szybko działających wyłączników 60 kV).



uzyskiwanym przy wysokich ciśnieniach powietrza, towarzyszy — niestety — wzrost kosztów zakładowych. Praktyka wykazała, że najbardziej odpowiednie ciśnienie powietrza do wyłączników i transformatorów mierniczych jest rzędu 15 kg/cm<sup>2</sup>. Do napędu odłączników można natomiast stosować ciśnienia od 4 do 16 atmosfer.

Szereg zagadnień trzeba było rozwiązać w zakresie zarówno wytwarzania, jak i rozdzielania sprężonego powietrza. Trafny wybór wielkości urządzenia do wytwarzania sprężonego powietrza decyduje bowiem o pewności ruchu całej rozdzielni.

Nowoczesne urządzenie do wytwarzania sprężonego powietrza składa się ze sprężarek i zbiorników; rozdział sprężonego powietrza odbywa się przy pomocy sieci przewodów i szeregu specjalnych aparatów. Należy dbać o zabezpieczenie wyłączników na wysokie napięcie przed przedostaniem się do nich wody wraz z nadmiernie ostudzonym powietrzem. Sprężarki, których liczba — z uwagi na pewność ruchu — nie może być mniejsza od dwóch, sterowane są automatycznie przez manometry stykowe.

W rozdzielniach, w których istnieją specjalne warunki, a więc np. tam, gdzie sprężarki odległe są znacznie od rozdzielni, zbiorniki ze sprężonym powietrzem umieszcza się na rozdzielni (rys. 4). Przed wejściem do wyłącznika powietrze zostaje rozprężone za pomocą wentyli redukcyjnych z podwójnego ciśnienia roboczego do ciśnienia panującego w wyłączniku. — (H. Bossi. Die Druckluft in modernen Innenraum-Schaltanlagen. **Brown Boveri-Mitteilungen**. Zeszyt 5/6, 1948 r.). —

## Skrzynka Techniczna.

Prosimy naszych Czytelników o nadsyłanie zapytań do Skrzynki Technicznej.

Odpowiedzi listownych Skrzynka Techniczna nie udziela.

**Ob. OC. i CH. w Szczakowej.** Pytanie. Mamy zamiar zbudować we własnym zakresie prądnicę prądu stałego niskiego napięcia o dużym natężeniu prądu do celów galwanotechnicznych. Nie mając odpowiedniego doświadczenia w tym kierunku, prosimy o szczegółowe informacje, jak należy obliczać i budować prądnice prądu stałego tego typu.

Odpowiedź. O ile maszyna elektryczna prądu stałego (obojętnie prądnica czy silnik) ma prawidłowo pracować, a więc nie iskrzyć, nie grzać się ponad ustaloną przez przepisy normę itd., a jednocześnie o ile czynne jej materiały (miedź i żelazo) mają być należycie wykorzystane, — winna być ona **dokładnie obliczona** i zaprojektowana. Należy ściśle obliczyć nie tylko tak ważne wymiary maszyny, jak średnicę i długość twornika, szczelinę powietrzną, liczbę biegunów, liczbę umieszczonych na biegunach zwojów, liczbę żłobków w tworniku itd., itd., lecz także wszystkie inne „szczegóły”, jak: szerokość i liczbę wycinków komutatora\*), jego średnicę i długość, wielkość napięcia występującego między sąsiednimi wycinkami komutatora, liczbę oraz wielkość szczotek na komutatorze, wymiary żłobka twornika, rodzaj uzwojenia, wielkość strumienia magnetycznego wchodzącego z biegunów do twornika, wymiary prętów (drułów) w żłobku, ich liczbę, rodzaj ich łączenia oraz izolację, przekrój drutu umieszczonego na biegunach głównych, wielkość tych biegunów, szerokość i kształt ich nabiegunków, kształt biegunów dodatkowych (tzw. zwrotnych lub komutacyjnych), liczbę umieszczonych na powyższych biegunach zwojów oraz przekrój odpowiednich prętów, kształt nabiegunków biegunów zwrotnych, wielkość szczeliny powietrznej pod biegunami zwrotnymi itd. itd.

\*) Wymieniamy poszczególne części maszyny, nie przestrzegając tej kolejności, w jakiej części te są zazwyczaj obliczane.

Następnie należy obliczyć ciężar wszystkich części maszyny z osobna, a więc: żelaza twornika, magnesów, jarzma itd. oraz ciężar miedzi (w tworniku, na biegunach, na komutatorze itd.), po czym należy przejść do obliczenia wszystkich występujących w maszynie strat, a więc: strat w rdzeniu twornika, w zębach, w miedzi itd. Wreszcie obliczyć trzeba sprawność maszyny oraz przypuszczalną temperaturę poszczególnych jej części przy pełnym obciążeniu.

Jak z powyższego wynika, szczegółowe obliczenie maszyny prądu stałego jest zagadnieniem skomplikowanym, wymagającym — oprócz dokładnej znajomości budowy i zasady działania maszyny, a także zachodzących w niej zjawisk, — bardzo poważnego przygotowania teoretycznego, — by móc się orientować w licznych i różnorodnych, a nieraz zawiłych wzorach, jakimi się posługujemy przy obliczaniu każdej z przytoczonych wyżej części składowych maszyny elektrycznej.

Dlatego też podanie tych wzorów i udzielenie szczegółowych informacji, w jaki sposób należy się nimi posługiwać (nie wiedząc w dodatku, jaki typ maszyny macie na myśli pod względem dokładnej wielkości napięcia, mocy, obrotów itd.) — w ramach Skrzynki Technicznej — jest zupełnie niemożliwe. Zajęłoby ono bowiem (bez przesady) wraz z odpowiednimi wyjaśnieniami cały zeszyt „W.E.". Poza tym wątpliwy, by samo przytoczenie wzorów, nawet dokładnie omówionych, wystarczyło w tym wypadku do obliczenia prądnicy, skoro brak Wam (jak to wynika z treści zapytania) niezbędnego doświadczenia w zakresie obliczania i projektowania maszyn elektrycznych. Bez tego zaś doświadczenia nie podobna zabrać się do obliczenia maszyny, gdyż już przy pierwszym „niepowodzeniu” w obliczeniu tej lub innej wielkości z danego wzoru (a takich chwilowych „niepowodzeń” obliczeniowych nawet doświadczony konstruktor ma nieraz pod dostatkiem), nie wiedzielibyście poprostu, jak temu zaradzić, co i jak przeliczyć na nowo, co zwiększyć, a co zmniejszyć. Aby dać tu sobie radę, potrzeba wieloletniego nieraz doświadczenia w obliczaniu maszyn, a zwłaszcza tak specjalnych, jak prądnice prądu stałego do celów galwanotechnicznych.

**E. G. Gdynia.** Pytanie. Jaki trójfazowy silnik asynchroniczny, krótkozwarty z przełącznikiem gwiazda — trójkąt nabyć należy, jeżeli napięcie sieci wynosi 220/380 woltów? W jakim wypadku potrzebny jest silnik na napięcie 380/660 woltów?

Odpowiedź. Zasada, jaką kierować się należy przy wyborze napięcia trójfazowego silnika asynchronicznego z wirnikiem klatkowym\*), który ma być uruchamiany za pomocą przełącznika z gwiazdy w trójkąt, jest następująca: napięcie, przy jakim pracuje uzwojenie stojana silnika połączone w trójkąt, winno być identyczne z napięciem sieci, do której silnik ma być przyłączony.

Tak np. silnik klatkowy z przełącznikiem z gwiazdy w trójkąt, przeznaczony do pracy na sieci o napięciu 380 V, a więc przy napięciu międzyprzewodowym wynoszącym 380 V, — winien mieć na tabliczce znamionowej wybite:  $\Delta$  380 woltów. Uzwojenie jego, połączone w gwiazdę, mogłoby pracować przy (niestosowanemu w praktyce) napięciu międzyprzewodowym 380 X

\*) Obie nazwy: „silnik zwarty” oraz „silnik krótkozwarty” są niewłaściwe. Nazwy „krótkozwarty” nie należy w ogóle nigdy używać; jest ona dosłownym tłumaczeniem wyrazu niemieckiego „kurzgeschlossen”, a poza tym nazwa ta pozbawiona jest właściwego sensu, nie ma bowiem słowa „długozwarty”, dodatek więc „krótko” nic po polsku nie wyraża.

Jeżeli chodzi o wyraz „silnik zwarty”, to, jakkolwiek — z punktu widzenia poprawnego słownictwa polskiego — jest on bez zarzutu, to jednak używanie jego w tym przypadku jest o tyle nie celowe, że przeciętń wirnik każdego na ogół silnika asynchronicznego (z wyjątkiem silników, których obroty są regulowane przy pomocy dodatkowych oporów wtrąconych w obwód wirnika) — zostaje z w a r t y z chwilą osiągnięcia przez silnik normalnych obrotów.

Najwłaściwszą zatem nazwą, oddającą zarazem ściśle i wiernie istotę rzeczy, jest: „silnik z wirnikiem klatkowym” — albo prościej — „silnik klatkowy”.



$\times 1,73 = 660$  woltów i dlatego też możnaby napisać na jego tabliczce  $\Delta/Y 380/660$  woltów, co nie jest jednakże praktykowane — wobec nieistniejących sieci prądu trójfazowego o napięciu 660 woltów.

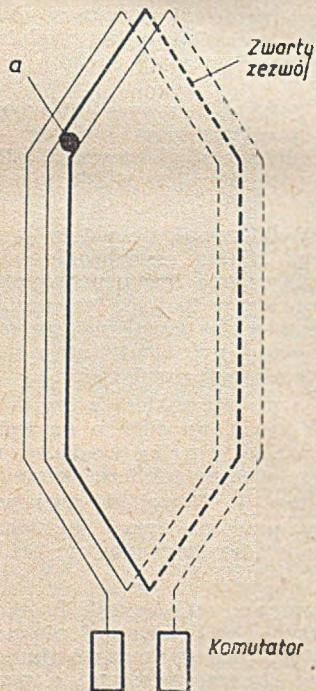
Silnik klatkowy przeznaczony dla sieci trójfazowej o napięciu międzyprzewodowym 220 V musiałby posiadać na tabliczce napięcie, oznaczone:  $\Delta 220 V$ .

Ponieważ jednak silnik ten — przy połączeniu uzwojenia w gwiazdę — pracować może na sieci o napięciu międzyprzewodowym 380 V, zazwyczaj więc na jego tabliczce znamionowej podawane są oba te napięcia — przy jednoczesnym zaznaczeniu układu połączeń, jaki dla danego napięcia sieci należy w silniku zastosować. W tym więc przypadku mielibyśmy na tabliczce silnika podane  $\Delta/Y 220/380$  woltów.

Przyczyny powyższego należy szukać w tym, że uzwojenie stojana silnika klatkowego uruchamianego za pomocą przełącznika z gwiazdy w trójkąt, pracuje stale — poza chwilą uruchamiania — przy połączeniu w trójkąt. Jak sama bowiem nazwa przełącznika wskazuje, przełącza on — po osiągnięciu przez silnik normalnych obrotów — uzwojenie stojana z (chwilowego) połączenia w gwiazdę na połączenie w trójkąt.

**K. L. w Skarżysku.** Pytanie. Proszę o podanie sposobów i przyrządów, jakie służą do wykrywania zwartych zezwojów w uzwojeniach maszyn elektrycznych prądu stałego i zmiennego.

Odpowiedź (dokończenie): W przypadku zwarcia międzyzwojowego przy uzwojeniu pętlicowym (rys. 9) szmer w słuchawce dadzą nam dwa żłobki znajdujące się ściśle w odległości, tzw. poskoku żłobkowego przedniego. Należy podkreślić, że twornik, którego uzwojenie zaopatrzone jest w połączenia wyrównawcze, może być badany dopiero po przecięciu tych połączeń.



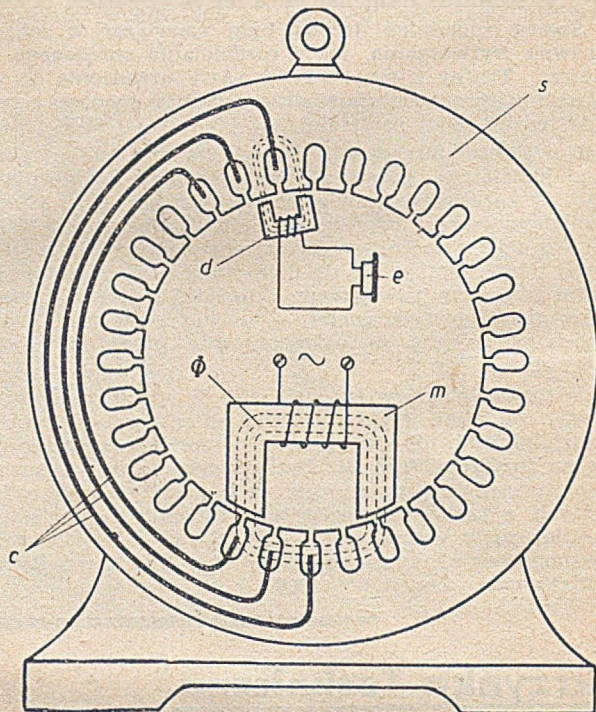
Rys. 9.

Zwarty zewój w cewce  
uzwojenia pętlicowego  
maszyny prądu stałego.

Przy zwarcu pomiędzy górną a dolną warstwą zezwojów w żłobku słuchawka wykrywacza daje szmery przy **wszystkich** żłobkach, ponieważ prąd płynie wówczas przez zwarte miejsce uzwojenia, jak przez szczotki, oporność zaś obwodu jest mała. W takich wypadkach, chcąc odnaleźć miejsce zwarcia, należy odlutować od komutatora końce „podejrzanych“ zezwojów.

Do sprawdzania stojanów maszyn prądu zmiennego służy wykrywacz zwarć **m**, różniący się od opisanego wyżej kształtem nabiegunków, które winny tu być przystosowane do wewnętrznej powierzchni cylindrycznej stojana **s** (rys. 10). W pewnych wypadkach zwarcie w sto-

anie możemy wykryć, jak powyżej, na podstawie obserwacji wielkości natężenia prądu. Do dokładnych natomiast badań radzimy użyć cewki indukcyjnej **d** ze słuchawką **e**.

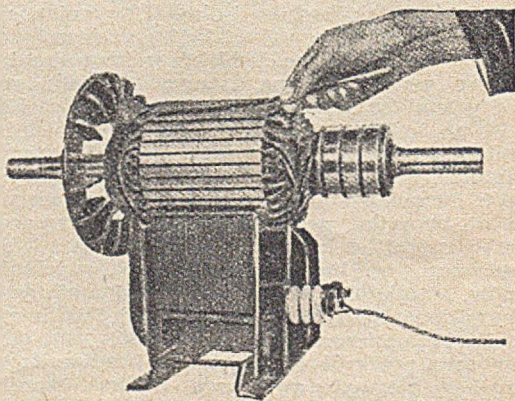


Rys. 10.

Badanie zwartych zezwojów stojana maszyny prądu zmiennego przy pomocy wykrywacza zwarć oraz cewki indukcyjnej ze słuchawką.

W warsztatach reparacyjnych używana jest często z dobrym skutkiem zamiast cewki indukcyjnej płytka z blachy żelaznej, którą przykładają się kolejno do poszczególnych zezwojów twornika. Gdy natrafimy na zewój zwarty, płytka zostaje przyciągnięta do twornika, przy czym drży ona i wydaje brzęczenie. Na rys. 11 i 12 widzimy badanie wirnika oraz stojana silnika asynchronicznego dokonywane tym sposobem w jednej z krajowych wytwórni maszyn elektrycznych. Na rys. 12 oznacza: a „wykrywacz zwarć“.

Do badania przy pomocy wykrywacza zwarć cewek magnesowych, cewek biegunów zwrotnych oraz oddzielnych zezwojów twornikowych potrzebna jest kotwica o odpowiednich wymiarach, aby otrzymać tą drogą

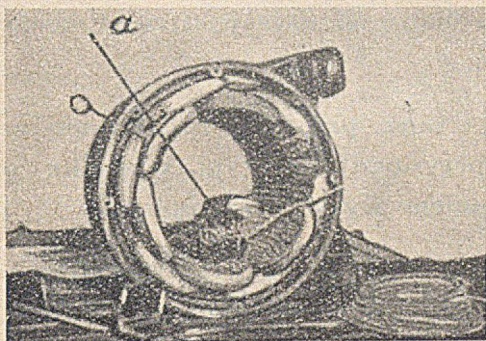


Rys. 11.

Badanie wirnika silnika asynchronicznego na obecność zwartych zezwojów.

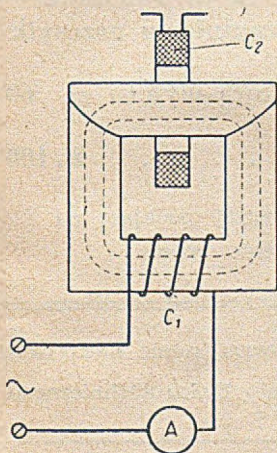


zamknięty obwód magnetyczny; składa się ona, jak i rdzeń, z blach żelaznych. Na kotwicę tę nakładamy badaną cewkę  $c_2$  (rys. 13); końcówki cewki winny być izolowane. Po wzbudzeniu magnesu prądem zmiennym przez rdzeń kotwicy przebiega strumień magnetyczny, przy czym — podobnie jak w transformatorze — cewka  $c_1$  magnesu przedstawia uzwojenie pierwotne, sprawdzana zaś cewka  $c_2$  — uzwojenie wtórne. Jeżeli badana cewka jest w porządku, to prąd w niej nie popłynie, w pier-

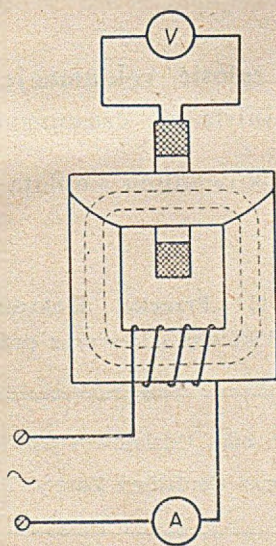


Rys. 12.  
Badanie stojana silnika asynchronicznego  
na obecność zwartych zezwojów.

wotnym zaś uzwojeniu amperomierz wskaże jedynie tzw. prąd jałowy (prąd magnesujący). Jeżeli natomiast w cewce jest zwarcie, to popłynie w niej prąd wtórny, pierwotny zaś prąd odpowiednio wzrośnie. Aby rozpoznać na amperomierzu, czy w cewce  $c_2$  jest zwarcie, trzeba znać natężenie prądu jałowego. Można je określić, zamykając bieguny magnesu kotwicą i nie nakładając na nią cewki. W ten sposób można sprawdzać cewki biegunów zwrotnych maszyn prądu stałego, używając przy tym kotwicy o odpowiednio mniejszym przekroju.



Rys. 13.  
Badanie — przy pomocy wykrywacza — zwarcie w cewkach.



Rys. 14.

Serię jednakowych cewek można sprawdzić, mierząc napięcie na ich końcówkach. W tym celu nakładamy po jednej cewce na wykrywacz (rys. 14) i wzbudzamy go, posługując się w każdym wypadku dokładnie tym samym napięciem. Jeżeli w którejkolwiek ze sprawdzanych cewek jest zwarcie, to wówczas wzniesione w niej napięcie będzie niższe, niż w cewce nieuszkodzonej.

Wykrywaczem zwarcie można posługiwać się również w celu odnalezienia miejsca tzw. zwarcia szkieletowego. W tym celu zamknięte uzwojenie twornika przecinamy w trzech możliwie jednakowo od siebie oddalonych miejscach. Do końca tej grupy zezwojów, w której domyślać

się można zwarcia szkieletowego, przyłącza się przewód prądu zmiennego o odpowiednio niskim napięciu; drugi przewód przyłącza się do szkieletu twornika. Regulowanie napięcia odbywa się za pomocą transformatora. Następnie za pomocą cewki indukcyjnej bada się po kolei zezwoje; posuwamy się przy tym stopniowo od żłobka do żłobka, aż natrafimy na żłobek, przy którym prąd w cewce nie przepływa i kiedy telefon nie zadzwieczy. Wskazywać to będzie na zezwój, w którym jest zwarcie. Dla dokładniejszego ustalenia odłączamy zezwój ten od komutatora i sprawdzamy raz jeszcze uzwojenie na zwarcie ze szkieletem.

**J. Z. Czechowice.** Pytanie. Jaka jest różnica pod względem elektrycznym pomiędzy umieszczeniem podstacji transformatorowych na powietrzu oraz wewnątrz budynku?

Odpowiedź. Przy umieszczaniu podstacji transformatorowej na powietrzu liczyć się należy z wpływami atmosferycznymi, których nie ma w budynkach, głównie zaś z wpływami deszczu i śniegu. Ma to przede wszystkim wpływ na izolatory. Gdybyśmy np. chcieli normalny odłącznik na wysokie napięcie, przeznaczony dla pomieszczeń zamkniętych (który w pomieszczeniach tych pracuje bez zarzutu) użyć na powietrzu, otrzymalibyśmy rezultat jak najgorszy. Albowiem przy pierwszym już deszczu woda, spływająca po izolatorach, spowodowała by na nich tzw. przeskok do korpusu i zwarcia z ziemią. Dlatego też należy stosować na powietrzu izolatory specjalnego kształtu, które by również przy deszczu posiadały odpowiednią wytrzymałość na przeskoki.

To samo dotyczy wyłączników i transformatorów. Przyrządy dla umieszczenia na powietrzu są, wprawdzie, cięższe i droższe, oszczędzamy za to na kosztach budynków. Poza tym należy zwracać uwagę na rodzaje materiałów w stosowanych na powietrzu, gdyż nie każdy np. materiał izolacyjny używany w pomieszczeniach zamkniętych nadaje się do instalacji napowietrznych (wrażliwość na wilgoć). Jeśli chodzi o instalacje niskiego napięcia, to umieszczamy je zazwyczaj w pomieszczeniu zamkniętym (budynku), ponieważ koszty przyrządów na niskie napięcie w wykonaniu napowietrznym wypadły by bardzo wysokie. Wyjątek stanowią małe podstacje transformatorowe (słupowe), przy których na niskim napięciu posiadamy jedynie odgałęzienia bez przyrządów, zabezpieczone np. bezpiecznikami topikowymi lub tp.

ZACHĘCAJĄCIE  
ZNAJOMYCH  
ENERGETYKÓW  
I ELEKTRYKÓW

do prenumerowania  
i rozpowszechniania

„WIADOMOŚCI  
ELEKTROTECHNICZNYCH”



## WARUNKI PRENUMERATY „WIADOMOŚCI ELEKTROTECHNICZNYCH“

(oparte na uchwale Rady Czasopism Technicznych NOT z dn. 24 marca 1948 r.)

- 1) Zgłoszenie prenumeraty przyjmuje się w zasadzie na czas nieoznaczony. Najkrótszym okresem zgłoszenia prenumeraty na czas oznaczony jest kwartał kalendarzowy (przyjmowanie zgłoszeń na okres rozpoczynający się od dowolnego miesiąca jest często niemożliwe, gdyż co pewien czas ukazują się zeszyty podwójne).
- 2) Nieopłacenie prenumeraty w terminie nie powoduje samo przez się rozwiązania umowy o prenumeratę, jednak Administracji czasopisma przysługuje w tym wypadku prawo wypowiedzenia umowy z równoczesnym wstrzymaniem wysyłki czasopisma.
- 3) W razie zmiany wysokości kosztów prenumeraty nowe warunki obowiązują wstecz za poprzednie kwartały, zarówno przy nowych zgłoszeniach, jak i opóźnionych wpłatach za kwartały poprzednie.
- 4) Zgłoszenia prenumeraty należy wypełniać czytelnie, podając: a) imię i nazwisko lub nazwę instytucji, b) dokładny adres, c) liczbę egzemplarzy, d) okres, za który prenumerata została opłacona.
- 5) Należy niezwłocznie zawiadamiać Administrację czasopisma o zmianie adresu, przekazując równocześnie zł. 25 na pokrycie kosztów, związanych z wykonaniem płytki adresowej.
- 6) Za zeszyty czasopisma, wysłane pod niewłaściwym adresem płać abonent, gdyż wracają one do Administracji w stanie zniszczonym, nie przedstawiając najczęściej żadnej wartości użytkowej.
- 7) W wypadku nie otrzymania przesyłki należy zgłosić reklamację w miejscowym urzędzie pocztowym, zawiadamiając równocześnie Administrację czasopisma o zaginięciu przesyłki.

Cena pojedynczego zeszytu wraz z opakowaniem i opłatą pocztową wynosi zł. 60

Prenumerata kwartalna wynosi . . . . . zł. 180

Prenumeratę należy wpłacać na konto P.K.O. I-4242 „Przegląd Elektrotechniczny“ podając na odcinku nadawczym nazwę instytucji lub nazwisko, dokładny adres oraz przeznaczenie wpłaty.

---

WYDAWCA: Przegląd Elektrotechniczny, Spółka z ogr. odp. Udziałowcy Spółki: Stowarzyszenie Elektryków Polskich, Centralny Zarząd Energetyki oraz Centralny Zarząd Przemysłu Elektrotechnicznego.

---

Ceny ogłoszeń:

cała strona ( $\frac{1}{1}$ ) — zł 30.000.—      p ó ł strony ( $\frac{1}{2}$ ) — zł 17.000.—  
 ćwierć strony ( $\frac{1}{4}$ ) — „ 9.000.—      ósemka „ ( $\frac{1}{8}$ ) — „ 5.000.—

---

Adres Redakcji i Administracji: Warszawa, Al. Marsz. J. Stalina 27, tel. 8-53-40/41/42/43/44, wewn. 71.

Telefon Redakcji 8-10-09.

---

K O N T O   C Z E K O W E   W   P . K . O .   I — 4 2 4 2 .







NAKŁADEM  
**STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH**  
ZOSTAŁ WYDANY



ILUSTROWANY TRÓJBARWNY  
PLAKAT OSTRZEGAWCZY

# » UŻYWAJ SPRZĘTU PRZEPISOWEGO «

W FORMACIE 430 x 610 mm  
NA KARTONIE BEZDRZEWNYM, 250 g

DO NABYCIA W  
WARSZAWA, AL. STALINA 27



CENA ŻŁ 60.— BEZ KOSZTÓW  
OPAKOWANIA I PRZESYŁKI

KAZDY ELEKTRYK POWINIEN ZAPOZNAĆ SIĘ Z TREŚCIĄ TEGO PLAKATU.  
KAZDY ZAKŁAD PRACY, KTÓRY DBA O BEZPIECZEŃSTWO PRACY, POWINIEN  
UDOSTĘPNIĆ POZNANIE GO WSZYSTKIM SWYM PRACOWNIKOM.

WYDAWNICTWO STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH

## KALENDARZYK ELEKTROTECHNICZNY SEP

W OPRACOWANIU PROF. DRA BOLEŚŁAWA KONORSKIEGO  
WYD. VII, FORMAT A6, STR. XX + 551, OPRAWA PEŁCIENNA

DO NABYCIA w SEP i w WIĘKSZYCH KSIĘGARNIACH w cenie zł. 1300.- (Norm.)  
i zł. 1000.- (Ulg) ŁĄCZNIE z OPAKOWANIEM  
I PRZESYŁKĄ POCZTOWĄ.

SPRZEDAŻ PO CENACH ULGOWYCH WYŁĄCZNIE PRZEZ SEP: 1. Członkom SEP i 2. Studentom - elektrykom przy zamówieniach zbiorowych przez Studenckie Koła Naukowe. Członek SEP lub student ma prawo do zakupu jednego egzemplarza po cenie ulgowej; członkowie zbiorowi SEP po jednym egzemplarzu na każdy tysiąc złotych składki miesięcznej.

**KALENDARZYK ELEKTROTECHNICZNY SEP** zawiera w części ogólnej i technicznej: tabele treści ogólnej, tabele matematyczne, miary i jednostki, tabele fizyczne, materiały, tabele techniczne, spalanie, kotły parowe, maszyny; w części elektrycznej: oświetlenie, podstawy elektrotechniki, materiały, przewody, pomiary i aparaty pomiarowe, maszyny i transformatory, energetyka, różne.

KALENDARZYK JEST MAŁĄ WSPÓŁCZESNĄ ENCYKLOPEDIĄ TECHNICZNĄ NIEZBĘDNĄ W PRACY UCZNIĄ, TECHNIKA, MONTERA i INŻYNIERA.

WPLATA NA KONTO PKO I 1074 STOW. ELEKTRYKÓW POLSKICH JEST RÓWNOZNACZNA Z ZAMÓWIENIEM. NA BLANKIECIE NADAWCZYM NALEŻY PODAĆ CZYTELNIE NAZWISKO, ADRES i CEL WPLATY.