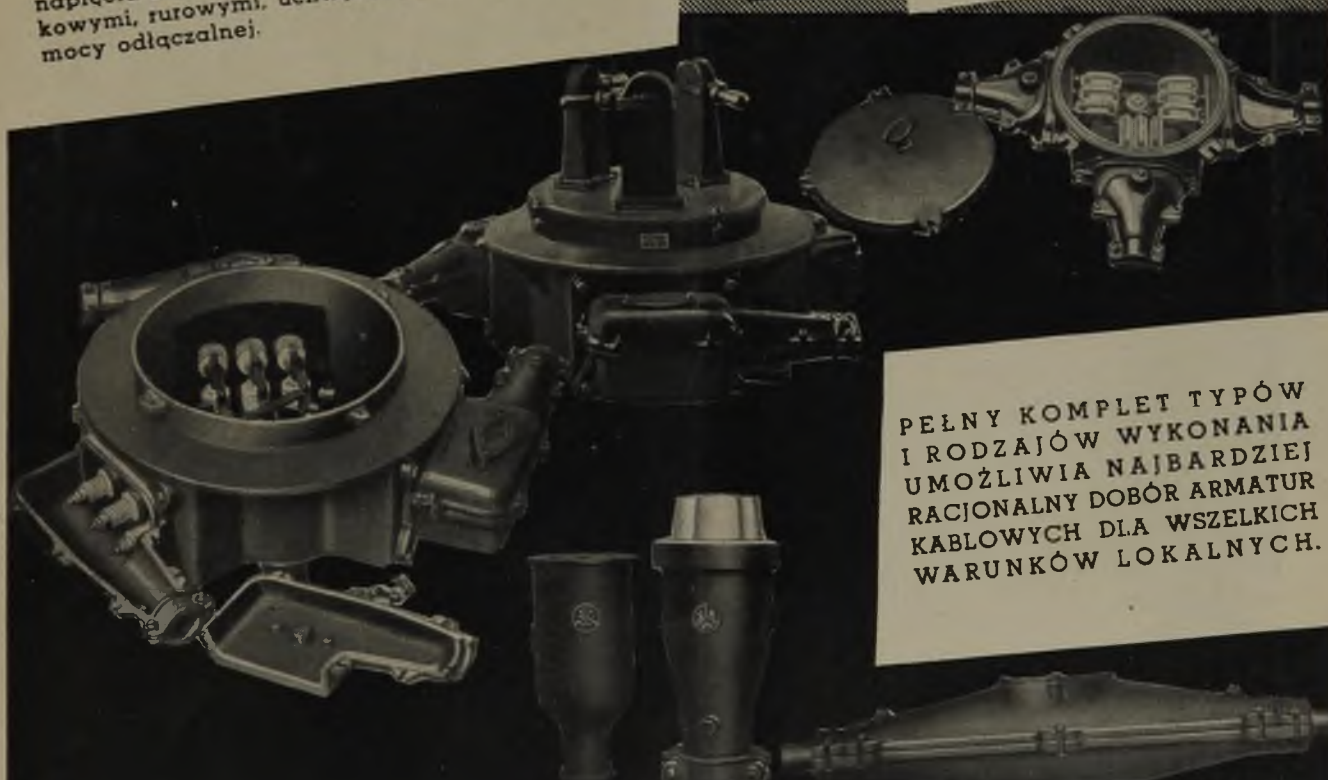


GWARANTUJĄCA PEWNOŚĆ RUCHU, NIEDOŚCIGNIONEJ JAKOŚCI MASA KABLOWA

**MIK**  
DLA NAPIĘĆ DO 80.000 V

Mufy łącznikowe, trójnikowe i krzyżowe. Mufy końcowe stacyjne i słupowe wysokiego i niskiego napięcia. Skrzynie ziemne kablowe wysokiego i niskiego napięcia z odłącznikami lub bezpiecznikami paskowymi, rurowymi, uchwytyowymi i o bardzo dużej mocy odłączalnej.



PEŁNY KOMPLET TYPÓW I RODZAJÓW WYKONANIA UMOŻLIWIĄ NAJBARDZIEJ RACJONALNY DOBÓR ARMATUR KABLOWYCH DLA WSZELKICH WARUNKÓW LOKALNYCH.

**KRAJOWY PRZEMYSŁ ELEKTRYCZNY »S. K. W.«**  
SPÓŁKA AKCYJNA

Warszawa, Okopowa 19. Gmachy Własne. Telefony Wydziału Sprzedaży: 6.83-77, 6.86-00 i 2.34-26



ZANDEL 4-59

*Jedno naciśnięcie przycisku*

ODCINA PRĄD OD  
ZAGROŻONYCH MIEJSC

APARATY  
STEROWANE  
ZWIĘKSZAJĄ  
BEZPIECZEŃSTWO  
PRACY

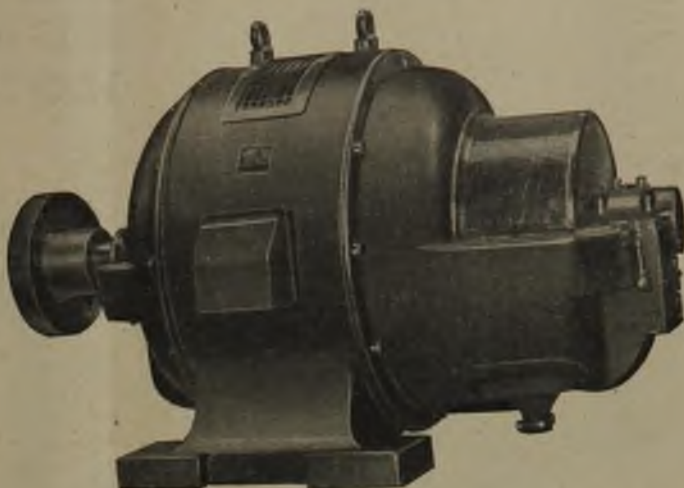
**ZAKŁADY ELEKTROTECHNICZNE  
ELEKTROAUTOMAT  
WARSZAWA DZIELNA 72 TEL. 11-94-77**



# PTE

## SILNIKI ASYNCHRONICZNE

pierścieniowe i zwarte  
dwukłatkowe, w wyko-  
naniu otwartym, okap-  
turzonym i zamkniętym  
do 750 KM



## POLSKIE TOWARZYSTWO ELEKTRYCZNE S. A.

Warszawa, Marszałkowska 137

Tel.: Centrala 570-40

**EWA**

S. A.  
Włochy pod'Warszawa

**Samoczynne wyłączniki olejowe**  
naszego systemu  
stosuje się wszędzie gdzie chodzi o niezawodność w działaniu urządzeń elektrycznych, gdyż odznaczają się solidną budową i precyzją wykonania wszystkich części składowych.

Ceny konkurencyjne

## WYROBY CERAMICZNE DLA GRZEJNICTWA ELEKTRYCZNEGO



**STEATIT-MAGNESIA  
AKTIENGESELLSCHAFT**  
KERAMISCHES WERK · BERLIN · PANKOW, FLORA STR. 8

## S T E M A G

**STEATIT-MAGNESIA A. G.  
BERLIN - PANKOW,  
HOLENBRUNN, LAUF**

ceramiczne materiały izolacyjne we wszelkich postaciach dla elektrotechniki, przemysłu elektrogrzejnego, radiowego, chemicznego, laboratoryjnego,

izolatory wysokiego napięcia i dla wysokiej częstotliwości.

REPREZENTACJA NA POLSKĘ:

# S T A T O R

Elektrotechniczna Sp. z o. o.  
WARSZAWA 1, LWOWSKA 5 TEL. 9-51-43

## SILNIKI POWIERZCHNIOWO PRZEWIETRZANE

40 KM. 1500 obr./min.  
pierścieniowy



15 KM. 1500 obr./min.  
zwarty dwuklatkowy



**PRZECIWWYBUCHOWE**  
WYKONANE ZGODNIE Z PRZEPISAMI  
**P N E**  
17 - 1937

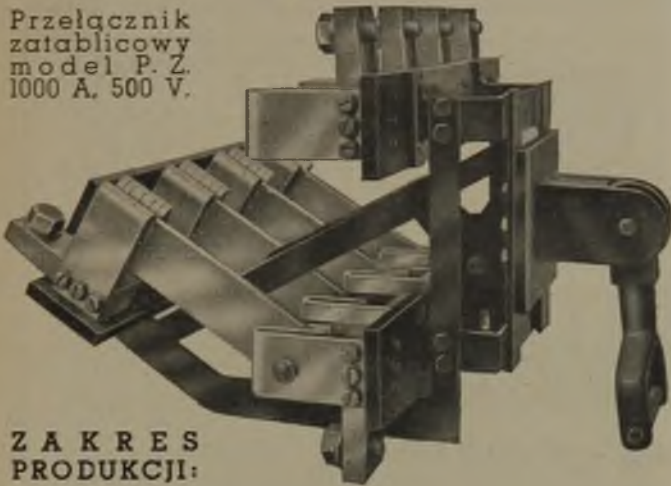
**ELEKTROBUDOWA S. A. ŁÓDŹ**

KOPERNIKA 56-58. TEL. 111-77 i 191-77





Przełącznik  
zatablicowy  
model P. Z.  
1000 A, 500 V.



ZAKRES  
PRODUKCJI:

**WSZELKA APARATURA  
DO 35.000 V**

**INŻ. JÓZEF IMASS**

LÓDŹ, UL. PIOTRKOWSKA 255. TEL. CENTR. 138-96



**„ELEKTROPOL“**

FABRYKA  
ELEKTROWENTYLATORÓW

Warszawa, ul. Leszno Nr. 71,  
tel. 12-06-19

produkuje:

- Przewietrzniki śrubowe ścienne, sufitowe, biurkowe.
- Dmuchawy kuzienne.
- Elektroszlifierki stołowe i suportowe.
- Dmuchawki do celów przemysłowych.
- Syreny alarmowe.
- Transformatory bezpieczeństwa.

## WYŁĄCZNIKI SAMOCZYNNNE „WSC“

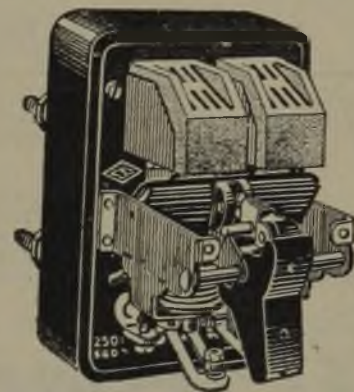
### 2 - BIEGUNOWE

OD 4 - 25 A                      250 = / 380 ∞ V

Z NIEZALEŻNYM TERMICZNYM I MAGNETYCZNYM  
WYŁĄCZANIEM NA OBYDWÓCH BIEGUNACH

W WYKONANIU

- TABLICOWYM ZE SWORZNIAMI
- ŚCIENNYM Z PRZYŁĄCZANIEM PRZEWODÓW  
Z PRZODU
- W OKAPTURZENIU ŻELIWNYM PO 1 — 5 SZT.



## WYŁĄCZNIKI SAMOCZYNNNE „WSC“

ZAPEWNIAJĄ

EKONOMICZNE I RACJONALNE ZABEZP. INSTALACJI  
PRAWIDŁOWOŚĆ RUCHU URZĄDZEŃ ELEKTRYCZNYCH.  
DOGODNOŚĆ MONTAŻU I OBSŁUGI  
BEZPIECZEŃSTWO OSOBISTE

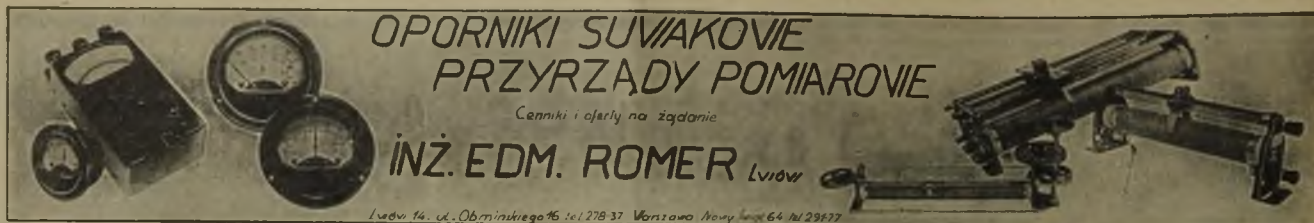


FABRYKA ARTYKUŁÓW ELEKTROTECHNICZNYCH

**INŻ. STEFAN CISZEWSKI**

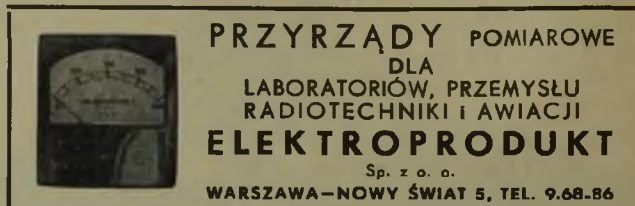
SPÓŁKA AKCYJNA

BYDGOSZCZ



**OPORNIKI SUWAKOWIE  
PRZYRZĄDY POMIAROWIE**  
Cenniki i oferty na żądanie  
**INŻ. EDM. ROMER** Lwów  
Lwów 14, ul. Obrońców 46, tel. 278 37 Warszawa Nowy Świat 64 tel. 296 27


Instalacje, remonty i konserwacje  
**TELEFONÓW AUTOMATYCZNYCH**  
i domofonów oraz sygnalizacje wszelkich typów dla biur, fabryk i zakładów przemysłowo-handlowych.  
**»TELFON«** Zakłady Tele- i elektromechaniczne  
**J. STRZYŻEWSKI, S. KORECKI i M. ŻELAZIŃSKI**  
(b. długoletni pracownicy firmy »Ericsson«)  
Warszawa, ul. Krucza Nr. 9, telefon 827-46



**PRZYRZĄDY POMIAROWE  
DLA  
LABORATORIÓW, PRZEMYSŁU  
RADIOTECHNIKI i AWIACJI  
ELEKTROPRODUKT**  
Sp. z o. o.  
WARSZAWA—NOWY ŚWIAT 5, TEL. 9.68.86

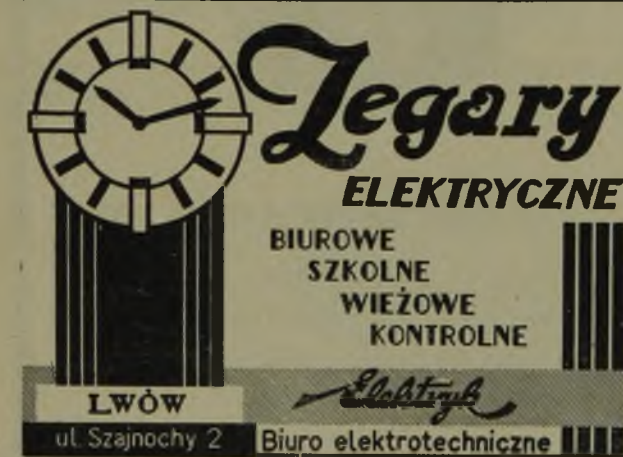
**KONDENSATORY DO POPRAWY COS ?  
AMORTYZUJĄ SIĘ JUŻ W CIĄGU 1 ROKU**

**INŻ. A. HORKIEWICZ — WARSZAWA**



Znak fabryczny  
SPRZĘT WYSZKOLENIOWY i SPECJALNY  
z zakresu elektro-tele- i radiotechniki  
GENERATORY FAL DECYMETROWYCH  
(Magnetrony pg. PIT)  
instalacje piorunochronów, anten,  
siły, światła, sygnalizacji  
Warszawa - Wola, Bema, 91. Tel. 2-87-75  
• WŁADYSŁAW ARNOLD TREMBIŃSKI • „WAT” •

**ELEKTROWNIA NA ŚLĄSKU  
POSZUKUJE:**  
1 Inżyniera — elektryka na kierownika sieci,  
1 technika obeznanego z instalacjami elektrycznymi  
i z urządzeniami licznikowymi,  
1 technika na stanowisko kreslarza.  
W ofertach uprasza się o podanie warunków wynagrodzenia, wieku, ilości lat praktyki oraz terminu ewentualnego objęcia posady.  
Oferty należy kierować do Administracji „Wiadomości Elektrotechnicznych” Warszawa 1, Królewska 15 pod „Elektrownia Śląska”.



**Legary**  
**ELEKTRYCZNE**  
BIUROWE  
SZKOLNE  
WIEŻOWE  
KONTROLNE  
LWÓW  
ul. Szajnochy 2 Biuro elektrotechniczne

Oferty kierowane do Administr. „Wiadomości Elektr.” w związku z ogłoszeniami okolicznościowymi (kupno, sprzedaż, poszukiwanie pracowników i t. p.), winny być przesyłane  
**w 2-ch kopertach**  
z luźno dołączonym znaczkiem 25 groszowym na dalsze przesłanie do miejsca przeznaczenia. Na kopercie zewnętrznej prosimy umieszczać tylko adres Administracji, zaś na wewnętrznej godło wskazane przez zamawiającego ogłoszenie.  
Oferty nadesłane bez znaczka, nie będą dostarczane do firmy wzgl. osoby zlecającej ogłoszenie.

**D R O B N E O G Ł O S Z E N I A**

**Silniki elektryczne** pr. zmiennego 3000 V, od 20 do 250 KM stałe na składzie. Biuro Techniczne Inż. S. Lebenhaft Łódź, ul. Wólczańska 35, telefon 205-59.

**Potrzebny silnik lub dynamo** prądu stałego 70 — 110 V, 15—20 A. Oferty z dokładnym opisem kierować pod Kino „Świt” w Ustroniu na Śląsku.

**Elektryk** z długoletnią praktyką, samodzielną budowę elektrowni, doświadczenie w budowie sieci, obeznaną z prądami st. i zm. wys. i nis. napięć, maszynami i kotłami parowymi, turbiną parową — **poszukuje posady.**  
Oferty proszę kierować do Adm. „W. E.” Warszawa 1, Królewska 15 pod „Elektryk”

**Duże przedsiębiorstwo** elektryczne okręgowe w C. O. P.

**POSZUKUJE** wykwalifikowanych majstrów elektrycznych i parowych (do kotłów i turbin) do dużej elektrowni ciepłej.

Podania, życiorysy i nielegalizowane odpisy świadectw przesyłać należy do Administracji „Wiadomości Elektrotechnicznych”, Warszawa 1, Królewska 15 pod „Nr. 1452”. Nieuwzględnione bez odpowiedzi.

**Większe Zakłady Przemysłowe pod Warszawą**

**poszukują** w możliwie krótkim terminie pomocnika głównego elektrotechnika, będącego pierwszorzędnym wykwalifikowanym elektrotechnikiem, obznajmionym z obsługą silników i maszyn elektrycznych prądu stałego, konserwacją telefonów, budową elementów grzejnych. Znajomość akumulatorów porządana.

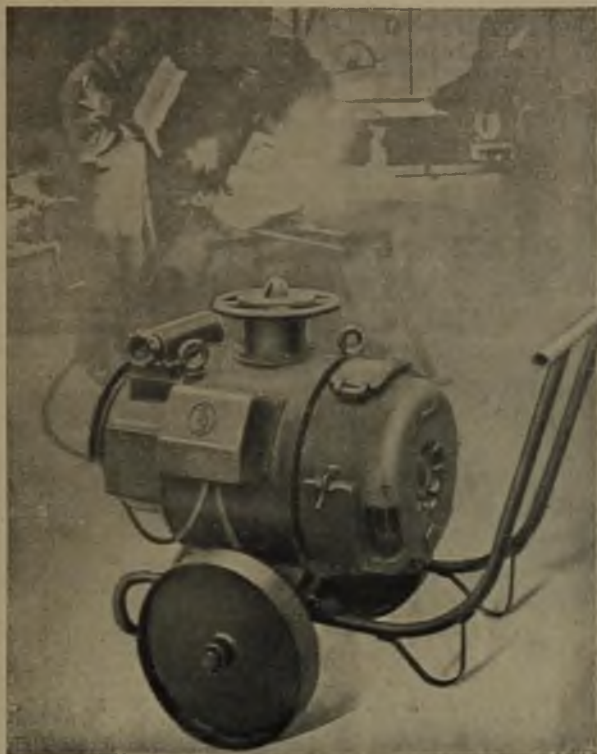
Oferty z życiorysem należy kierować do Adm. „W. E.” Warszawa 1, Królewska 15 pod „800 kW”.

Adm. „Wiad. Elektr.” podaje do wiadomości P.P. Prenumeratorów, że w myśl przepisów Min. Pocz. i Telegraf.

**Reklamacje** dotyczące nieotrzymanych egzemplarzy czasopisma, opatrzone widocznym napisem  
**„Reklamacja Gazetowa”**  
**WOLNE SĄ OD OPŁATY POCZTOWEJ**  
o ile zostały nadane w stanie otwartym (karta pocztowa lub pismo w niezaopieconej kopercie)



**SIEMENS**



## SPAWARKI

łukowe typu DSG

dla zakresów regulacji

od 10 do 180 A  
od 20 do 400 A

dostawa ze składu.

Nadto:

wszelkie innego rodzaju ma-  
szyny wchodzące w zakres

spawalnictwa elektrycznego

## POLSKIE ZAKŁADY SIEMENS S. A.

WARSZAWA, KRÓLEWSKA 23  
KATOWICE, POWSTAŃCÓW 50

Przedstawicielstwa :

ŁÓDŹ: Dypl. inż. M. ST. KASSERN, PIOTRKOWSKA 121

LWÓW: R. A. Z. SIEMENS, JAGIELLOŃSKA 2

DOBRY MATERIAŁ – WYDAJNA PRACA!



ZAKŁADY KAUCZUKOWE

• **PIASTÓW** • S. A.

CENTRALA: WARSZAWA  
ZŁOTA 35, TEL. 562.60

ODDZIAŁY:

BYDGOSZCZ, KATOWICE, LWÓW, POZNAŃ

## BRIGHTRAY SUPER

Nowy i ulepszony rodzaj 80/20  
procentowego stopu niklowo-  
chromowego do elektrycznych  
elementów grzejnych.

Odnacza się on wyjątkową trwa-  
łością. Jednakowo nadaje się za-  
równo w normalnych jak i w wy-  
soce uciążliwych warunkach pracy.  
Wytwarzany jest pod każdą  
postacią wymaganą  
w przemyśle elektrycznym.

Szczegółowe informacje podane  
są w naszej broszurce obejmu-  
jącej dane techniczne. Przesy-  
łamy ją bezpłatnie na żądanie.

Inż. **WALERIAN WIŚNIEWSKI**

WARSZAWA 1. MARSZAŁKOWSKA 110  
Gen. Przedst. Firmy HENRY WIGGIN & Co Ltd w Londynie  
Wyłączna sprzedaż na Polskę i Konsygnacyjny Skład Fabryczny  
**WARSZAWSKA SPÓŁKA ELEKTRYCZNA**  
Warszawa, Al. Jeruzolimka 117. Telefon 667-115

**LICZNIKI**

energii elektrycznej na prąd stały i zmienny.  
Sprzedaż, wymiana, naprawa, urzędowa legalizacja.

ZAKŁAD **JULIAN SZWEDE**  
ELEKTROMIERNICZY

Warszawa, Kopernika 14, tel. 250-03 i 631-31

DO KAŻDEGO SILNIKA

**ROBOT****K. SZPOTAŃSKI I S-KA S. A.**

Rok założenia 1920

**FABRYKA MOTORÓW ELEKTRYCZNYCH**  
**L. KOREWA**

Warszawa - Wola, ul. Syreny 7, telefon 5.00.95

ZAKRES PRODUKCJI:

**Silniki** asynchroniczne: zwarte i pierścieniowe do 15 KM

**Silniki i prądnice** prądu stałego

**Silniki** komutatorowe prądu zmiennego

**Silniki** repulsyjne specjalne do prób prądnic i „magneto” samochodowych i lotniczych

**Silniki** specjalne do wbudowania

**Silniki** specjalne do maszyn drukarskich, linotypów oraz intertypów

**Prądnice** niskowoltowe do galwanizacji

**Dmuchawy** elektryczne

**Naprawa i przewijanie** wszelkich maszyn elektrycznych.

Zakłady elektrochemiczne w Ząbkowicach  
(tel. Sosnowiec 68-085)

**TOWARZYSTWO ELEKTRYCZNOŚĆ Sp. Akc.**  
**WARSZAWA, UL. CZACKIEGO NR. 6. TELEFON 634-94**

produkują najwyższej jakości:

a) w dziale chemicznym:

1) Wapno chlorowane (chlórek bielący), 2) Chlor ciekły, 3) Sódę kaustyczną, 4) Karbid, 5) Wodę utlenioną 30% wag. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> medyczną, techniczną i chemiczną czystą, 6) Nadboran sodu.

b) w dziale elektrotechnicznym:

1) Szczotki węglowe do maszyn elektrycznych, grafitowe, metalowe, elektrografitowe, brązowe, miedziane, z blaszek i z tkanin metalowych, galwanizowane lub czyste z armaturą lub bez, dla wszelkiego rodzaju maszyn elektrycznych.  
2) Węgle sztuczne dla suchego elementu, światła, kinematografii i projektorów, węgle oporowe, pierścienie grafitowe do turbin parowych etc.  
3) Elektrody węglowe i grafitowe, składane i jednolite, dla celów elektrochemicznych i elektrotermicznych.


**PROSTOWNIK**  
**STYKOWY**

- ładuje akumulatory
- zasila aparaty i centrale telefoniczne, aparaty Morse'a i Juza
- urządzenia sygnalizacyjne i alarmowe
- urządzenia galwanotechniczne

**INŻ. J. RODKIEWICZ i S-ka**  
**FABRYKA URZĄDZEŃ ZASILAJĄCYCH**  
 Warszawa 36, ul. Podchorążych 57, tel. 7-22-80

CENTRALNE BIURO SPRZEDAŻY PRZEWODÓW

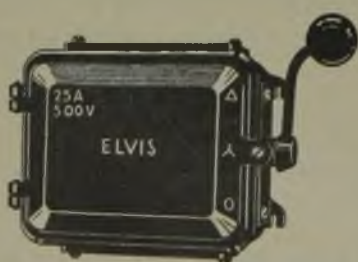
**„CENTROPRZEWÓD“**

Spółka z ogr. odp.

WARSZAWA, KRÓLEWSKA 23. Tel. 340-31, 340-32, 340-33 i 340-34

**PRZEWODY IZOLOWANE**

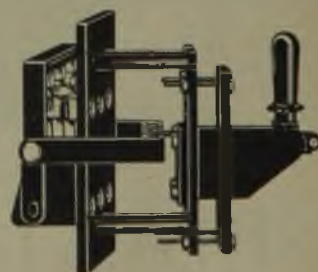
Z FABRYK KRAJOWYCH W WYKONANIU PRZEPISOWYM, OZNACZONE ŻÓLTĄ NITKĄ S. E. P.



WYŁĄCZNIKI I PRZEŁĄCZNIKI  
nożowe i walcowe.

PRZEŁĄCZNIKI z gwiazdy w trójkąt.  
AUTOMATY SCHODOWE.  
TABLICE LICZNIKOWE.  
BEZPIECZNIKI. LAMPY RĘCZNE.  
KONTAKTY I WTYCZKI.

Prasowane części ze sztucznej żywicy dla celów elektro- i radiotechnicznych



FABRYKA ELEKTROTECHNICZNA

**PAWEŁ ZAUDER i S-ka**

Łódź, ul. Sienkiewicza 163, tel. 187-06 i 187-02

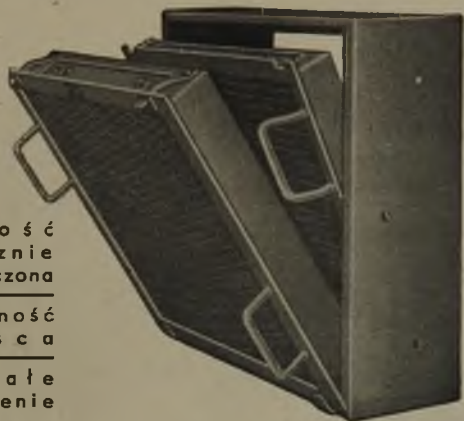


## PRECZ Z KURZEM!

z pomieszczeń maszynowych i roboczych.

Dla ochrony generatorów, silników, kompresorów i t. p. przed szkodliwym działaniem kurzu stosujcie opatentowane w kraju i zagranicą

## FILTRY DO POWIETRZA DELBAG VISCIN



Trwałość  
praktycznie  
nieograniczona

Oszczędność  
miejsca

Doskonałe  
oczyszczenie  
powietrza

Bliższych informacji udziela

Wylączny  
wytwórca

# B. FILIPSKI

ŻORY, GÓRNY ŚLĄSK, UL. NOWA 6, TEL. 30

SILNIKI 3-faz. małej mocy  
1-faz. małej mocy



PRZEWIJANIE  
NAPRAWY

ZAKŁADY ELEKTROTECHNICZNE  
INŻ. J. BOYE i S-ka, Sp. z o. o.  
WARSZAWA 1, UL. CHŁODNA 19, TEL. 698-86

## RURKI IZOLACYJNE

lakierowane od 0,5 – 30 mm  $\varnothing$

## RURKI IZOLACYJNE

z masy plastycznej od 0,5 – 20 mm  $\varnothing$

dla potrzeb przemysłu radiowego, elektro-  
technicznego, samochodowego i lotniczego  
dostarcza

Wytwórnia artykułów izolacyjnych

*Elektrizola*

Spółka z ogr. odp.

Tarnowskie Góry G.-Śl. Skr. poczt. 60



Rozdzielnia napowietrzna dla napięcia 15/30 kV.

REPREZENTACJA W POLSCE

# STATOR

Elektrotechniczna  
Spółka z ogr. odp.

## WARSZAWA 1

Lwowska 5

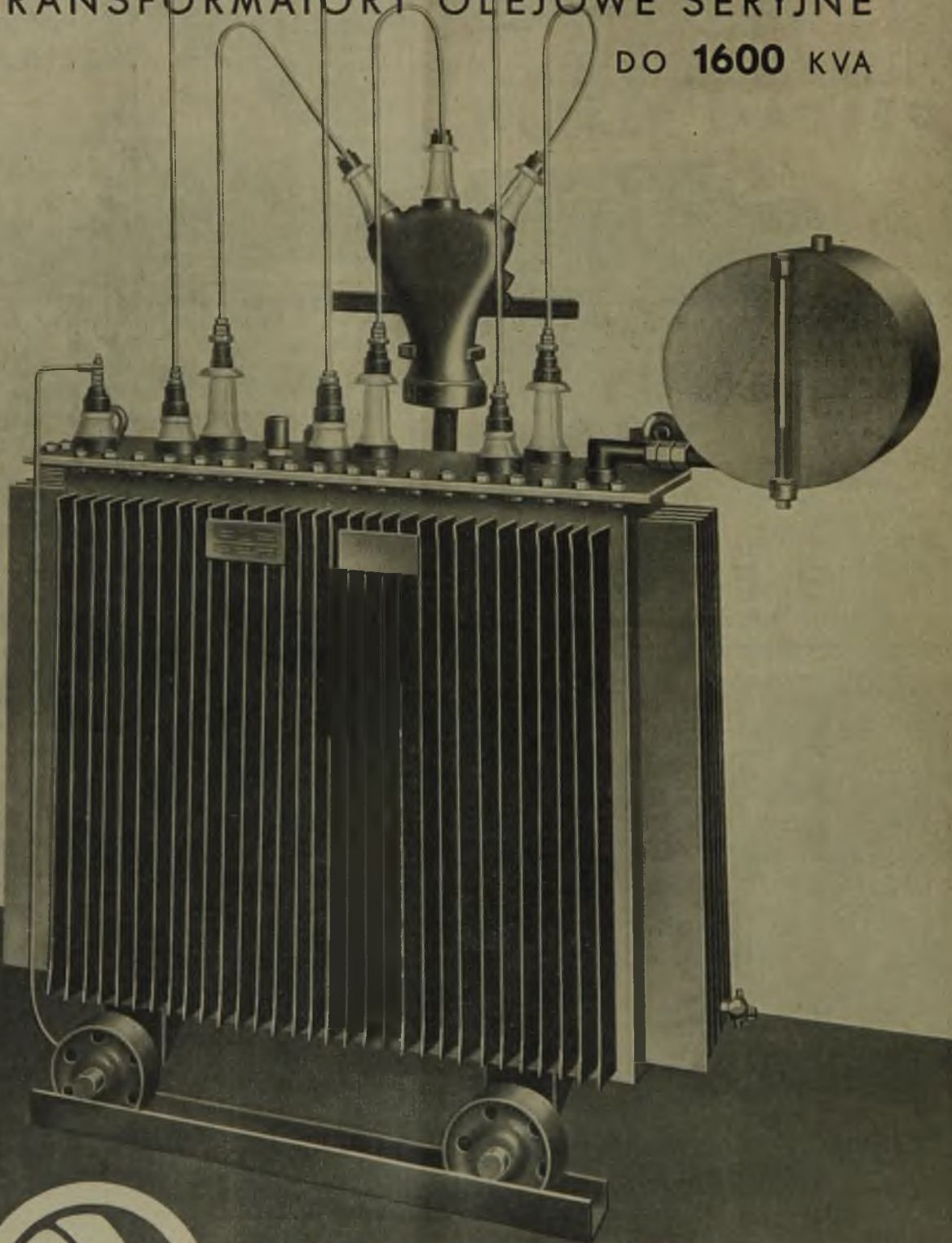
Telefon 9-51-43

## SACHSENWERK A. G.,

NIEDERSEDLITZ

buduje i dostarcza  
w krótkich terminach  
prądnicę, silniki, tran-  
sformatory do naj-  
wyższej mocy, wypo-  
sażenie elektryczne  
dla kolei, dźwigów i  
kopalń, aparaty dla  
wysokiego napięcia

# TRANSFORMATORY OLEJOWE SERYJNE DO 1600 KVA



# SKODA

WARSZAWA



# W I A D O M O Ś C I E L E K T R O T E C H N I C Z N E

C Z A S O P I S M O D L A E L E K T R Y K Ó W - P R A K T Y K Ó W

Redaktor: inż. el. Włodzimierz Kotelewski • Warszawa, ul. Królewska 15. Tel. 522-54

R O K VII • K W I E C I E Ń 1939 R. • Z E S Z Y T 4

Treść zeszytu 4-go. 1. PROSTOWNIKI RTĘCIOWE inż. St. Szafrąński. 2. ELEKTROMAGNETYCZNE PRZYRZĄDY POMIAROWE inż. T. Kuliszewski. 3. WYZNACZANIE NAPIĘĆ TRANSFORMATORÓW TRÓJFAZOWYCH METODĄ WYKRĘSLNĄ inż. Ludwik Sarnowiec. 4. O ELEKTROMEDYCYNIE I APARATACH ELEKTROMEDYCZYNYCH. 5. NOWINY ELEKTROTECHNICZNE. 6. SKRZYŃKA TECHNICZNA. 7. BIBLIOGRAFIA.

## Prostowniki rtęciowe.

Inż. ST. SZAFRAŃSKI, Żychlin  
(Dokończenie)

### Budowa prostowników o bańkach szklanych.

#### Części składowe prostownika.

Po rozpatrzeniu zasady działania prostowników rtęciowych\*) sposobów ich zasilania i regulacji napięcia oraz pracy równoległej i zwrotnej\*\*), przejdziemy obecnie do omówienia budowy prostowników rtęciowych oraz ich zastosowania w praktyce.

Na ogół wszystkie prostowniki pod względem wykonania dadzą się podzielić na dwie kategorie, a mianowicie na:

- 1) prostowniki o bańkach szklanych, i
- 2) prostowniki o naczyniach metalowych.

Zastosowanie prostowników o bańkach szklanych (zwanych często — dla prostoty — prostownikami „szklanymi“) ogranicza się przeważnie do mocy mniejszych, co jest uwarunkowane wytrzymałością mechaniczną szkła. Poza tym koszty instalacji i eksploatacji prostowników szklanych są mniejsze od kosztów prostownika metalowego dla mocy poniżej 1000 kW. Górną granicą dla prostowników szklanych wydaje się być prąd roboczy o natężeniu 500 A oraz napięcie robocze 600 V.



Rys. 29  
Widok prostownika rtęciowego w naczyniu szklanym.

Na rys. 29 pokazany jest zewnętrzny widok prostownika rtęciowego w naczyniu szklanym; rozróżniamy w nim trzy zasadnicze części, a mianowicie: komorę odparowania  $k_1$ , komorę kondensacyjną  $k_2$  oraz ramiona anodowe  $k_3$  (w liczbie 6-ciu przy pokazanym na rys. 29 typie prostownika). Jeżeli chodzi o części składowe prostownika zawarte wewnątrz naczynia szklanego, to wyraźniej są one widoczne na

rys. 30. Komora odparowania  $k_1$  zawiera w dolnej swej części katodę rtęciową  $k$ . Dookoła komory rozmieszczone są wyloty ramion anodowych  $k_3$  (o których mowa jeszcze będzie niżej), pomocnicza elektroda zapłonowa  $b$  oraz anoda wzbudna  $c$ . Komora kondensacyjna  $k_2$ , umieszczona w górnej części naczynia prostowniczego i łącząca się z komorą odparowania, musi posiadać powierzchnię chłodzącą odpowiednio dobraną, a to celem nieprzekroczenia zarówno dopuszczalnych temperatur ( $70^{\circ}\text{C}$ ), jak i dopuszczalnego ciśnienia pary rtęciowej (0,045 mm). Ramiona anodowe  $k_3$  zawierają anody  $a$  oraz siatki sterujące.



Rys. 30.  
Prostownik rtęciowy o naczyniu szklanym.

Na rys. 31 pokazane jest osobno ramię anodowe wraz z anodą  $a$  oraz siatką sterującą  $s$ ; widoczna jest tu również końcówka  $d$  dla przyłączenia przewodu do anody. Zwykle liczba ramion anodowych wynosi od dwóch do sześciu. Kształt ramion musi zapewniać minimalny spadek napięcia w łuku, a jednocześnie zapobiec kondensacji pary rtęciowej, mogącej spowodować zapłon zwrotny.



Rys. 31.  
Ramie anodowe z anodą i siatką sterującą.

Anody prostownika mogą być wykonane bądź z czystego żelaza elektrolitycznego, bądź też z molibdenu; najlepsze jednak wyniki daje grafit, pozwalający się łatwo odgazować i posiadający wysoki punkt topliwości. Walce grafitowe tworzące anodę (rys. 32) są nałożone na pręty miedziane lub żelazne o odpowiednim przekroju. Siatki sterujące wykonywane są również z grafitu (rys. 33). Na rys. 34 pokazane są gotowe anody oraz siatki węglowe prostownika rtęciowego.

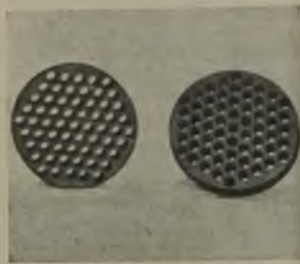
\*) Zeszyt 1/1939 r., „W. E.“, str. 16.

\*\*) Zeszyt 2/1939 r., „W. E.“, str. 47.

W miejscu przejścia przez szklaną ściankę naczynia na doprowadzeniach są przylutowane pierścienie wykonane ze stopu o spójności rozszerzalności zbliżonym do spójności rozszerzalności szkła. W ostatnich latach



Rys. 32.  
Widok anod w postaci walców grafitowych.



Rys. 33.  
Siatki sterujące wykonane z grafitu.

znajdują duże zastosowanie bańki wykonane ze szkła o wysokim punkcie topliwości a małej rozszerzalności cieplnej („silico - borat“, „Pyrex“ i in.).

Co się tyczy chłodzenia, to prostowniki szklane małych mocy (przy prądzie do 80 A) posiadają chłodzenie naturalne. Dla większych mocy stosuje się wentylatory (w — rys. 36) umieszczone pod bańką szklaną i zaopatrzone w odpowiednie dysze kierunkowe.



Rys. 34.  
Anody i siatki węglowe.

#### Zapłon. Wzbudzenie. Układ połączeń.

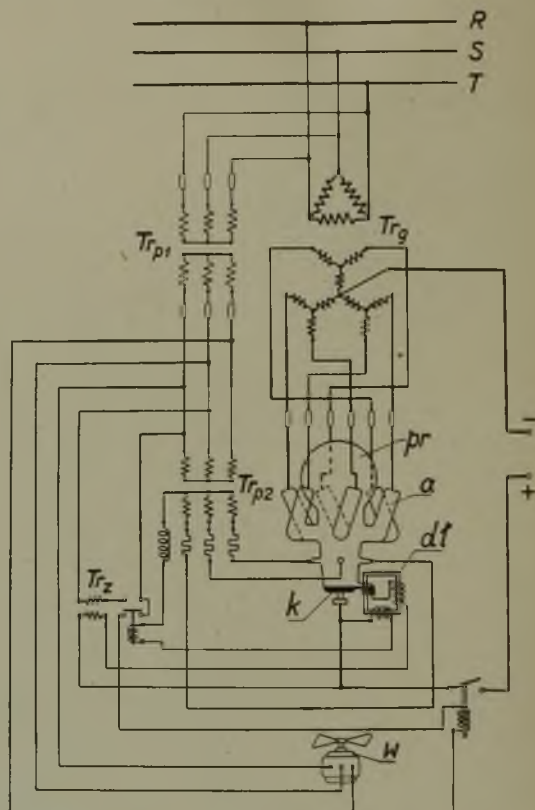
Do zapłonu prostownika o naczyniu szklanym służy specjalna elektroda zapłonowa wykonana z grafitu lub z wolframu. Elektroda ta jest przyłączona do jednego z zacisków jednofazowego transformatora zapłonowego ( $Tr_z$  — rys. 36), którego drugi zacisk łączy się z katodą rtęciową. Dla wywołania

zapłonu prostownika wystarczy zanurzyć elektrodę zapłonową do rtęci, przechylając bańkę ręcznie lub za pomocą elektromagnesu (małe typy prostowników); a następnie **przerwać** to połączenie.

rys. 35 pokazany jest przekrój tego rodzaju elektrody zapłonowej (Hewittic); jej sposób działania wynika bezpośrednio z rysunku i nie wymaga bliższych wyjaśnień.

Inne rozwiązanie samoczynnego zapłonu prostownika jest oparte na ruchu elektrody umieszczonej na osi rdzenia elektromagnesu osadzonego na zewnątrz bańki (A.E.G.). Można również uczynić elektrodę zapłonową nieruchomą i spowodować wytrysk strumienia rtęciowego w kierunku elektrody zapłonowej (S.S.W.).

W celu podtrzymania łuku przy małych prądach (przy małym obciążeniu prostownika) oprócz anod głównych prostownik jest zaopatrzonej w **anody wzbudne**, zasilane stale, bezpośrednio, bądź też przez opory, z pomocniczego transformatora ( $Tr_{p2}$  — rys. 36).



Rys. 36.

Ogólny układ połączeń prostownika w naczyniu szklanym.

$Tr_g$  — transformator główny do zasilania prostownika;  $pr$  — naczynie prostownika;  $a$  — anody;  $k$  — katoda;  $dl$  — dławik;  $Tr_{p1}$  i  $Tr_{p2}$  — transformatory pomocnicze;  $Tr_z$  — transformator zapłonowy;  $w$  — wentylator dla chłodzenia naczynia prostownika.

Ogólny układ połączeń prostownika w naczyniu szklanym pokazany jest na rys. 36. Poszczególne aparaty wyszczególnione są w podpisie pod rysunkiem; zorientowanie się w działaniu całości — po dokładnym przestudiowaniu poprzedniej części artykułu — nie powinno nastręczać trudności. Sterowanie siatkami nie jest w tym układzie przewidziane.

#### Prostowniki o naczyniach metalowych.

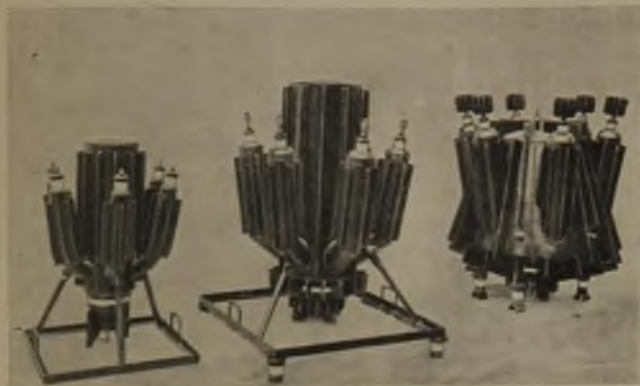
##### Opis budowy prostowników.

W prostownikach szklanych o większej mocy zapłon odbywa się automatycznie; istnieje szereg różnorodnych rozwiązań tego rodzaju zapłonu. Jedno z nich polega na umieszczeniu elektrody zapłonowej na końcu bimetalowego elementu składającego się z dwu płytek metalowych o bardzo różnych współczynnikach rozszerzalności; koniec elektrody jest zanurzony w rtęci. Gdy zamkniemy obwód zapłonowy, bimetalowy element nagrzewa się i wygina się, powodując wreszcie przerwę kontaktu z rtęcią, a tym samym iskrę wystarczającą do wywołania zapłonu. Na

Przy prądach roboczych ponad 500 A i napięciach powyżej 600 V (liczby te są, oczywiście, orientacyjne, przybliżone) prostowniki posiadają naczynia metalowe wykonane z żelaza; nie wyklucza to bynajmniej możliwości stosowania naczyń metalowych także przy natężeniach prądu mniejszych od 500 A.



Dla prostowników o naczyniach metalowych trudno byłoby przytoczyć jeden charakterystyczny typ prostownika, jeżeli chodzi o kształt zewnętrzny, jak to można było uczynić przy prostowniku szklanym.



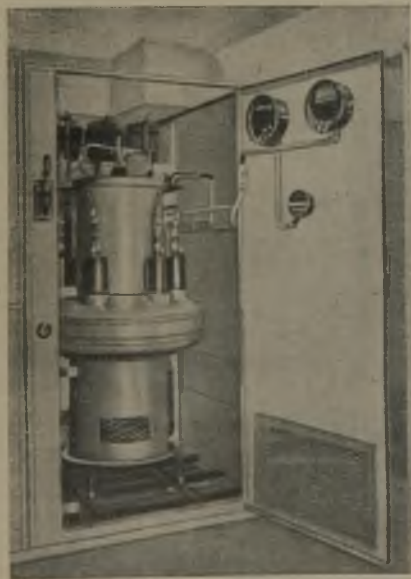
a b c

Rys. 37.

Prostowniki w naczyniach żelaznych (bez pomp), 600 V, na prądy znamionowe (od lewej strony ku prawej) 300 A, 400 A i 500 A (Siemens).

Jeżeli chodzi o prostowniki na mniejsze natężenia prądu, to mamy tu do zanotowania szereg nowszych wykonania o charakterystycznym wyglądzie zewnętrznym, całkowicie odmiennym od typowego prostownika dużej mocy w naczyniu żelaznym. Kształty tych prostowników (rys. 37) wyróżniają się dużym wykorzystaniem przestrzeni. Anody prostownika umieszczono — dla lepszego chłodzenia — w wystających na zewnątrz ramionach, których powierzchnię zwiększono za pomocą żeber z blachy stalowej; żebra te służą jednocześnie dla skierowania strumienia powietrza, dostarczanego przez wentylator ustawiony pod naczyniem prostownika.

Przy większych typach prostowników (na prąd 500—600 A, rys. 37-e) specjalny kształt komory prostownika — w postaci kropli — jest korzystny zarówno dla chłodzenia, jak i dla chwilowego przepływu pary rtęci. Ze



Rys. 38.

Prostownik o naczyniu żelaznym, 500 A, z chłodzeniem naturalnym (A.E.G.).

względem stosunkowo wysoką temperaturę ścianek naczynia, a zwłaszcza ramion anodowych, ważną rolę odgrywa kwestia uszczelnienia naczynia; wykonano je w ten sposób, że metalizowana w odpowiednich miejscach po-



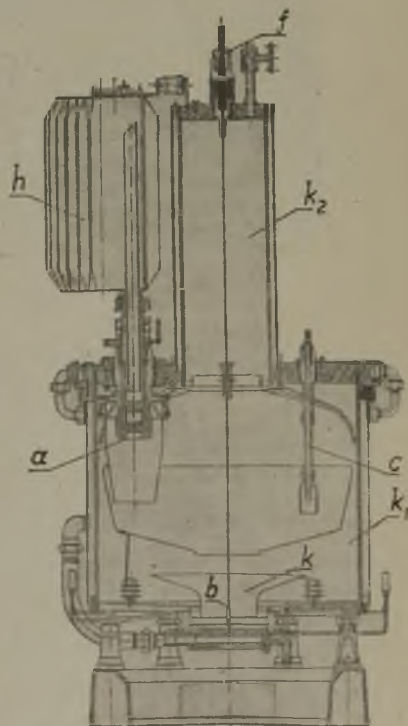
Rys. 39.

Prostowniki rtęciowe w naczyniach żelaznych, w wykonaniu firmy General Electric Co.

wierzchnia porcelany zlutowana jest z żelaznymi częściami naczynia prostownika; połączenia te są szczelne i trwałe. Głowice anodowe prostownika wykonane są z grafitu. Prostowniki omawianego typu bywają także budowane z siatkami sterowanymi, wykonanymi również z grafitu. Każdy z prostowników tego typu posiada anodę zapłonową. Zapłon odbywa się na skutek wtrysnięcia na anodę — za pomocą dyszy — pewnej ilości rtęci; zostaje on wywołany na skutek przerwania powstałego w ten sposób połączenia przewodzącego. Prostowniki wzbudzone są prądem zmiennym. Należy także podkreślić, że naprawa naczyń żelaznych jest łatwiejsza, aniżeli naczyń szklanych.

Odmienne od opisanego wyżej zewnętrzny kształt prostownika w naczyniu żelaznym widoczny jest rys. 38; jest to prostownik bez pompy, z chłodzeniem naturalnym. Na rys. 39 pokazana jest grupa prostowników rtęciowych o naczyniach metalowych, z chłodzeniem naturalnym, w wykonaniu wytwórni General Electric Co.

Jeżeli chodzi o prostowniki rtęciowe dużej mocy o naczyniach żelaznych, to, ogólnie biorąc, poszczególne typy tych prostowników nie różnią się znacznie między sobą. Na rys. 40



Rys. 40.

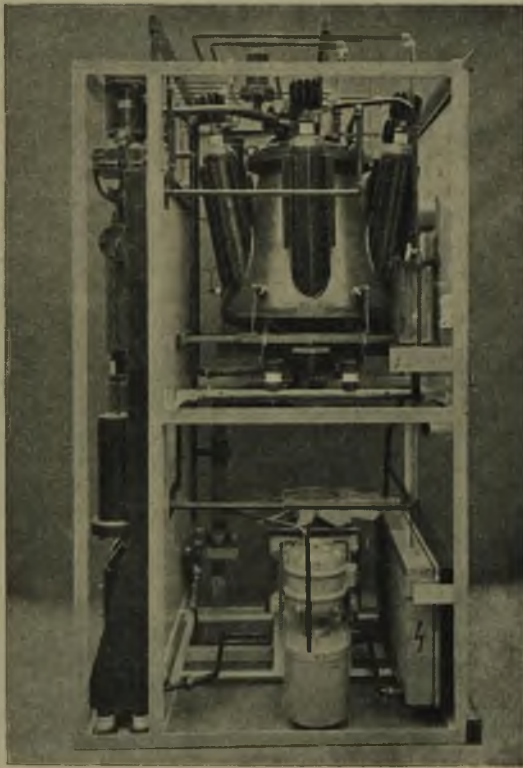
Przekrój prostownika o dużej mocy typu Brown-Boveri (opis w tekście).



pokazany jest przekrój prostownika typu Brown-Boveri. Komora parowania  $k_1$  posiada kształt kotła, w którego pokrywie są umieszczone doprowadzenia anodowe: anody głównych  $a$  oraz anody wzbudnej  $c$ ; anody umieszczone są stosunkowo nisko celem zmniejszenia wpływu ścianek. W dolnej części komory znajduje się katoda  $k$  wykonana w kształcie czaszy z materiału izolacyjnego wypełnionej rtęcią, w której zanurzona jest anoda zapłonowa  $b$ , sterowana elektromagnetycznym przekaźnikiem  $f$ .

**Chłodzenie prostowników.**

Zależnie od typu prostownika o naczyniu metalowym chłodzenie jego komór odbywa się bądź za pomocą powietrza, bądź też przy pomocy wody. Chłodzenie za pomocą powietrza może być uskuteczniane przez naturalne ruchy powietrza, albo też za pomocą napędzanego elektrycznie wentylatora, ustawionego pod naczyniem prostownika (rys. 41).



Rys. 41.

Widok prostownika typu VS, 575 V, 500 A (S.S.W.).

Przy prostownikach dużej mocy chłodzenie odbywa się za pomocą wody krążącej w podwójnych ściankach zarówno komory parowania, jak i komory kondensacyjnej  $k_2$ . Na rys 1\*) pokazany jest widok zewnętrzny podobnego prostownika. Obieg wody jest zapewniony za pomocą pompy lub termosyfonu i regulowany przez przekaźniki termiczne utrzymujące temperaturę wnętrza prostownika w okolicy 30° C. Anody chłodzone są zazwyczaj przez radiatory ( $h$  — rys. 40), jakkolwiek nie jest to regułą, gdyż np. pokazane na rys. 38, 39 i 42 prostowniki nie posiadają radiatorów dookoła anod.

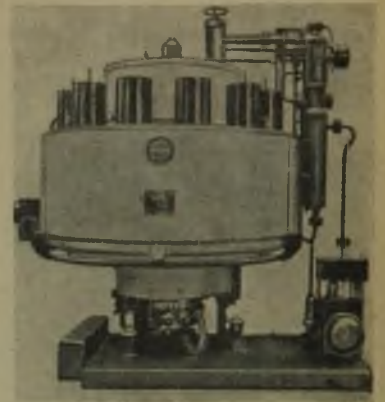
**Utrzymanie próżni. Wskaźnik próżni.**

Największe trudności, z jakimi spotkali się konstruktorzy przy budowie prostowników metalowych, polegają na wykonaniu pewnej izolacji oraz na starannym uszczelnieniu doprowadzeń prądowych do anod, poprzez

przewodzące ścianki naczynia (kotła) prostownika. O sposobie uszczelniania stosowanym przy prostownikach mniejszej mocy typu S. S. W. mowa była wyżej. Przykłady dwu innych konstrukcyjnych rozwiązań uszczelnień są pokazane na rys. 43 i 44; są to rozwiązania: systemu Brown - Boveri z uszczelnieniem za pomocą rtęci oraz systemu General Electric Co. z zastosowaniem specjalnej masy izolacyjnej „mycalex“. Poza tym firma Siemens używa do uszczelnienia kauczuku, A. E. G. zaś stosuje w tym celu metale plastyczne.

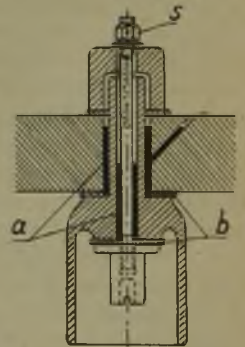
Ciśnienie wewnątrz metalowego naczynia prostownika utrzymywane jest w granicach od 0,0001 do 0,01 mm słupka rtęci — za pomocą zespołu składającego się z dwu pomp połączonych szeregowo, a mianowicie: pompy statycznej rtęciowej oraz wirującej pompy olejowej. Pompy próżniowe widoczne są na rys. 42.

Ze względu na doniosłe znaczenie, jakie posiada dla prawidłowej pracy prostownika stan próżni, prostowniki są zaopatrzone w specjalne przyrządy wskazujące stopień rozrzedzenia pary rtęciowej; aparaty te są często skombinowane z przekaźnikami, które włączają pompę próżniową, z chwilą, gdy próżnia staje się niewystarczająca dla nienagannej pracy prostownika. Najbardziej rozpowszechnione są wskaźniki elektryczne w układzie mostkowym, oparte na zasadzie zmian przewodności cieplnej gazów w zależności od stopnia ich rozrzedzenia. Dwa boki mostka są nawinięte drutem oporowym o du-



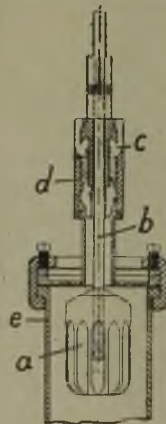
Rys. 42.

Widok prostownika o mocy 2000 kW w wykonaniu f-my Alsthom.



Rys. 43.

Uszczelnienie prostownika małej mocy.  $a$  — rtęć;  $b$  — podkładka izolacyjna;  $s$  — zacisk anody.



Rys. 44.

Jedno z rozwiązań uszczelnienia przy prostowniku małej mocy.  $a$  — anoda;  $b$  — doprowadzenie;  $c$  — izolacja z mycalexu;  $d$  — złącze;  $e$  — rura anodowa.

\*) Bliższe dane o urzemywaniu próżni w prostowniku i jej pomiarach znajdzie Czytelnik w zeszytce 9/1937 r. „W. E.“, str. 260 — 262.

\*) Zeszyt 1/1939 r. „E. W.“, str. 16.



**Możliwości rozwoju prostowników o naczyniach metalowych. Zalety prostowników.**

W ostatnich latach wysiłki konstruktorów poszły przede wszystkim w kierunku podniesienia napięcia roboczego prostowników. Tak np. niektóre nadawcze stacje radiowe zasilane są prostownikami rtęciowymi o napięciu 50.000 woltów i mocy 15.000 kW. Przeważnie jednak spotykamy w przemyśle napięcia robocze rzędu od 3.000 do 10.000 woltów obok napięć 300—800 V. (rys. 45). Dla niższych napięć zbudowano jednostki o wielkich prądach roboczych (rys. 46) — do 18.000 A przy napięciu rzędu 500 V.



Rys. 45.  
Prostownik 2 000 A, 600 V  
w wykonaniu f-my A.C.E. de  
Jeumont.

Zainstalowanych w pewnej fabryce elektrochemicznej przy elektrolizie aluminium; łączny prąd tego zespołu wynosi 80.000 amperów, przy czym regulacja, napięcie i rozkład obciążenia między poszczególne prostowniki jest regulowany przy pomocy siatek anodowych.

Na rys. 47 pokazany jest widok hali montażowej w nowoczesnej fabryce wyrabiającej prostowniki rtęciowe.

Jeżeli chodzi o zwięzłe wyszczególnienie ważniejszych zalet prostowników rtęciowych w zestawieniu z maszynami wirującymi, to można je ująć, jak następuje:

Z pośród wielkich zespołów prostownikowych znajdujących się obecnie w ruchu warto wymienić zespół pracujących równolegle prostowników rtęciowych

1. wysoka sprawność, zwłaszcza dla wysokich napięć przy małych mocach znamionowych; małe straty biegu jałowego;

2. odporność na zwarcia oraz możliwość b. dużych przeciążeń krótkotrwałych; niewrażliwość na wahania napięcia w pierwotnej sieci oraz na wahania jej częstotliwości;

3. łatwe uruchamianie i łączenie równolegle zarówno szeregu prostowników ze sobą, jak i prostowników z innymi źródłami prądu stałego; czynności te mogą być całkowicie zautomatyzowane i sterowane z odległości;

4. mały ciężar, brak wirujących mas, zbyteczność fundamentów;

5. praca pozbawiona szmerów, wobec czego prostowniki mogą być zainstalowane nawet w domach mieszkalnych.



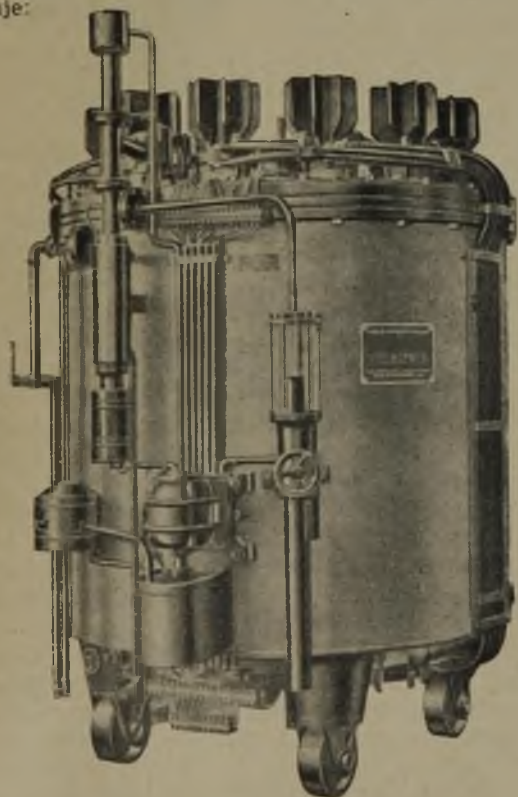
Rys. 47.  
Widok hali montażowej działu budowy prostowników  
w zakładach B.B.C. w Badenie (Szwajcaria).

**Zastosowanie prostowników rtęciowych.**

Na zakończenie naszych rozważań warto, chociażby pokrótce, wymienić ważniejsze zastosowania prostowników rtęciowych.

Szeroką dziedzinę prostowników stanowią urządzenia do ładowania baterii akumulatorów. Do regulowania prądu ładowania poszczególnych baterii służą opory regulacyjne. Do ładowania dużych baterii (stosowanych np. w kolejnictwie) używane są prostowniki z regulacją napięcia przy pomocy transformatora z zaczepami oraz ładownicy.

Jako następną dziedzinę zastosowania prostowników rtęciowych można wymienić zasilanie elektrycznych sieci do światła i siły. Zwłaszcza jeżeli chodzi o małe miejscowości, zakłady przemysłowe, hotele, domy handlowe itd.; których przestarzałe własne elektrownie prądu stałego stały się już nieekonomiczne, — to wskazane bywa często przyłączenie ich sieci do elektrowni okręgowej za pośrednictwem prostowników rtęciowych; bezpośrednio przejście bowiem z prądu stałego na trójfazowy jest często zbyt uciążliwe i kosztowne, gdyż wymaga przebudowy sieci, wymiany liczników, silników itp.; w tych warunkach kalkuluje się nieraz taniej ustawienie prostowników rtęciowych. Bywają również stosowane prostowniki w większych sieciach elektrycznych do pokrywania obciążeń szczytowych oraz do ruchu w godzinach mniejszego zapotrzebowania prądu (np. w nocy). Poza tym coraz częściej stosowane są prostowniki do zasilania przeciążonych punktów zasilających w większych sie-



Rys. 46.  
Prostownik 8 000 A, 500 V w wykonaniu f-my Delle.



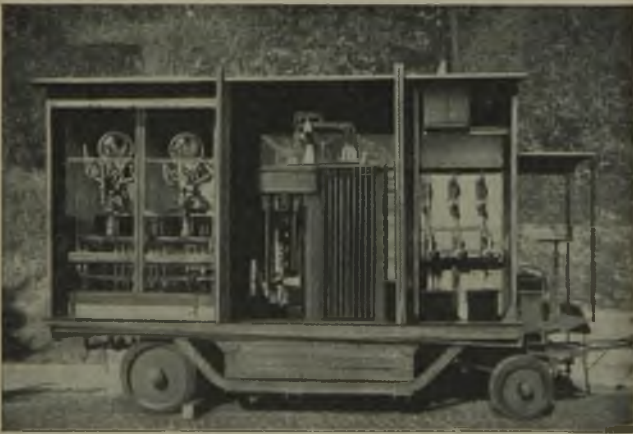
ciach miejskich; podstacje prostownikowe obsługiwane są w tym przypadku przeważnie bądź przez sterowanie na odległość, bądź też są wykonywane, jako całkowicie automatyczne.

Bardzo rozległe jest zastosowanie prostowników rzęciowych do zasilania **podstacji trakcji elektrycznej**. Sieci jezdne, z których czerpią prąd elektrowozy nowoczesnych kolei elektrycznych i tramwajów, zasilane są coraz częściej przez prostowniki. W sieciach wybudowanych dawniej prostowniki ustawione w ciągu ostatnich lat pracują równolegle z zainstalowanymi wcześniej prądnicami prądu stałego i przetwornicami wirującymi.

Na uwagę zasługuje również zasilanie **urządzeń elektrochemicznych** za pomocą prostowników rzęciowych. Dotyczy to zwłaszcza rozbudowującego się coraz bardziej w wielu krajach przemysłu aluminiowego. Prąd stały służy tu do zasilania tzw. elektrolizerów — kadzi, w których odbywa się proces otrzymywania aluminium na drodze elektrolizy; aluminium wydziela się na katodzie elektrolizera, tworząc na dnie kadzi warstwę ciekłego metalu. Poza tym prostowniki są stosowane przy zasilaniu urządzeń do elektrolizy innych metali, jak np. miedzi i cynku, fabryk związków azotowych i in.

Warto także zwrócić uwagę na coraz większe zastosowanie prostowników rzęciowych do zasilania **silników walcowniczych, urządzeń wyciągowych** (kopalnie), **dźwigowych** (np. portowe dźwigi przeładunkowe) i inn. Liczne zalety prostowników: duża przeciążalność (krótkotrwała), niewrażliwość na wahania napięcia w sieci zasilającej, samoczynny rozruch z chwilą powrotu napięcia w sieci zasilającej, wysoka sprawność i małe straty biegu jałowego — nabierają w tych właśnie urządzeniach specjalnej wartości.

Prostowniki rzęciowe znajdują również zastosowanie na **radiowych stacjach nadawczych** do zasilania obwodów anodowych, itp



Rys. 48.

Ruchome urządzenie prostownikowe 2 × 250/200 A, 230/560 V (przełączalne) do zasilania sieci tramwajowej.

Na zakończenie należy wspomnieć jeszcze o **ruchomych urządzeniach prostownikowych**. W sieciach, zasilających wąskotorowe kolejki elektryczne, tramwaje miejskie itp. wahania obciążenia są nieraz b. znaczne — w zależności od pory roku, godzin dnia itd. Bardzo pomocną staje się w tych warunkach **ruchoma podstacja prostownikowa**, zmontowana wraz z transformatorem zasilającym i dodatkową aparaturą na wozie, platformie (rys. 48) itp. Tego rodzaju urządzenie może być łatwo umieszczone — zależnie od chwilowego zapotrzebowania — w dowolnych punktach sieci.

Sprostowanie. Do druku pierwszej części niniejszego artykułu\*) wkradły się następujące pomyłki:

Na str. 17, wiersz 28 i następne, powinno być: „Jeżeli anodę przyłączymy do biegunu **ujemnego**...” (a nie dodatniego).

Na str. 20, wzór na sprawność prostownika powinien brzmieć, jak następuje:  $\eta = \frac{U - \Delta u}{U}$ .

## Elektromagnetyczne przyrządy pomiarowe.

Inż. T. KULISZEWSKI

(Ciąg dalszy).

### Przyrządy elektromagnetyczne z ruchomym rdzeniem żelaznym.

Najczęściej stosowane są w praktyce przyrządy elektromagnetyczne z ruchomym rdzeniem bez magnesu stałego.

Zasada działania przyrządów elektromagnetycznych tego typu polega albo na wciąganiu rdzenia żelaznego (blaszki) przez zagezupconne linie sił pola magnetycznego, albo też na odpychaniu się dwóch blaszek żelaznych, znajdujących się we wspólnym polu magnetycznym.

Najprostszym przykładem pierwszej z powyższych zasad, w praktyce zresztą już zarzuconym, jest układ pokazany na rys. 6.

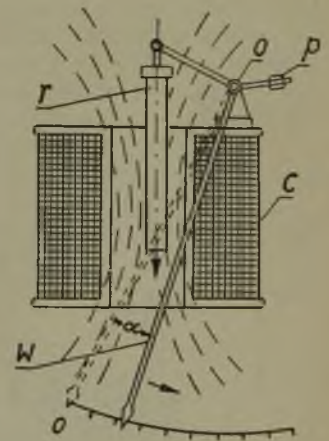
Przez cewkę **c**, wykonaną z miedzianego drutu izolowanego, przepływa prąd elektryczny. Pod wpływem tego prądu amperozwoje cewki wytwarzają pole magnetyczne (na rys. 6 jego przebieg w pobliżu cewki pokazany jest liniami przerywanymi); linie sił tego pola najbardziej są zagęszczone wewnątrz cewki.

Układ ruchomy przyrządu składa się z żelaznego rdzenia **r**, wykonanego z miękkich, żelaznych — izolowanych od siebie (np. przez polakierowanie) — drucików lub blaszek, wskazówki w oraz przeciwwagi **p\*\***). Układ spoczywa ostrzami w łożyskach poziomych **o**. Z chwilą powstania strumienia w cewce **c**, rdzeń **r** zostaje wciągnięty do wnętrza cewki, — i to niezależnie od kierunku prądu w cewce **c**. Zjawisko to można wyjaśnić w następujący sposób: linie sił pola magnetycznego cewki (rys. 7-a) magnesują także rdzeń **r**. Biegunowość namagnesowanego w ten sposób rdzenia **r** będzie taka, jak to pokazane jest na rys. 7-b; ponieważ linie sił wychodzą od spodu rdzenia **r** powstaje tam biegun północny (**n**). W ten sposób powstaje zjawisko przyciągania pomiędzy górnym biegunem **S** cewki **c** a rdzeniem, jako biegunami różnoimiennymi.

Gdy prąd w cewce **c** płynąć będzie w przeciwnym kierunku, opisane wyżej zjawisko wciągania rdzenia **r** przez cewkę powtórzy się, jakkolwiek zmieni się zarówno biegunowość cewki **c**, jak i rdzenia **r** (rys. 8-a i b).

\*) Zeszyt 1/1939 r., „W. E.” str. 16.

\*\*\*) Rola przeciwwagi w elektrycznym przyrządzie pomiarowym została omówiona w zeszycie 11/1937 r., „W. E.”, str. 306.



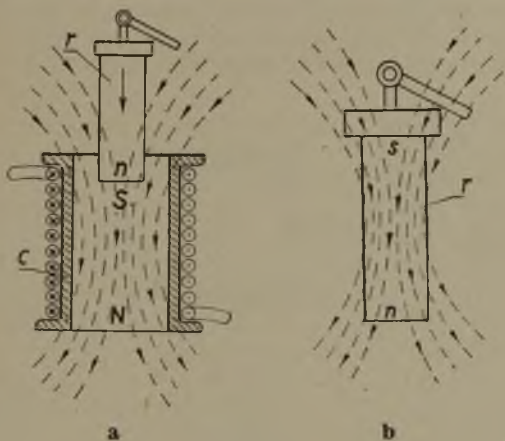
Rys. 6.

Układ przyrządu elektromagnetycznego z rdzeniem żelaznym.



Wskutek powyższego cały ruchomy układ przyrządu obróci się w łożysku *o*, wychylając wskazówkę *w* z pierwotnego jej położenia o pewien kąt  $\alpha$  (rys. 6).

Czynny moment obrotowy, pod wpływem którego układ obróci się, powoduje tu strumień magnetyczny cewki. Im większy jest ten strumień, tym większy jest

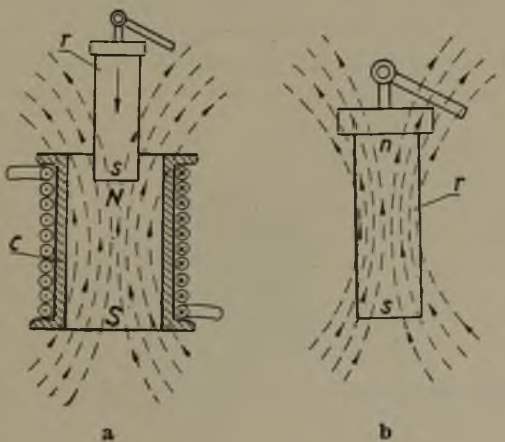


Rys. 7.

Wyjaśnienie zjawiska wciągania rdzenia do nieruchomej cewki amperomierza elektromagnetycznego.

moment obrotowy. Ponieważ strumień ten zależy jest od wielkości prądu, płynącego przez cewkę *c*, a właściwie od amperozwojów cewki, zatem moment obrotowy zależy jest od natężenia prądu w cewce. Jednakże, jak wykazują ścisłe rozważania, zmiany momentu obrotowego nie są tu proporcjonalne do natężenia prądu w cewce, wskutek czego skala przyrządu jest nierównomierna, zagęszczona więcej na początku oraz nieco na końcu skali.

Moment zwracający wytwarza tu (rys. 6) siła ciężkości układu ruchomego, który nie jest zrównoważony (środek ciężkości układu znajduje się poniżej punktu zawieszenia).



Rys. 8.

Rdzeń żelazny *r* jest nadal wciągany do cewki *c*, mimo że prąd w cewce zmienił swój kierunek na przeciwny.

Na rys. 9 pokazane jest inne rozwiązanie przyrządu elektromagnetycznego z ruchomym rdzeniem żelaznym. Wykorzystane zostało tu zjawisko polegające na tym, że wewnątrz cewki *c* (na rys. 9 cewka ta pokazana jest z góry) linie sił strumienia magnetycznego najbardziej skupiają się w pobliżu wewnętrznych ścianek cewki. Ruchomy rdzeń *r*, w postaci blaszki, umieszczony jest wewnątrz cewki. Oś obrotu tego układu ruchomego umieszczona jest w punkcie *o* — mimośrodowo do osi cewki. Wskutek obecności linii sił, rdzeń *r* przyciągany jest w kierunku wewnętrznej ścianki cewki, tj. do ośro-

dką o większym zagęszczeniu linii sił magnetycznych, wskutek czego cały układ ruchomy obraca się dookoła osi *o*.

Wspomnianą już wyżej zasadę odpychania się żelaznych blaszek w polu magnetycznym podaje rys. 10. Widzimy tu wewnątrz cewki *c* dwie żelazne blaszki *r*<sub>1</sub> i *r*<sub>2</sub>. Blaszka *r*<sub>1</sub> jest ruchoma — wskutek przymocowania jej



Rys. 9.

Ruchomy rdzeń *r* przyciągany jest w kierunku ścianki cewki *c*.

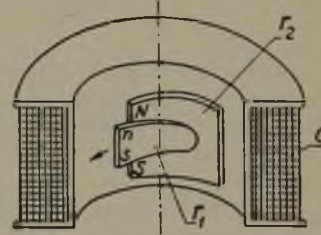


Rys. 10.

Blaszki *r*<sub>1</sub> i *r*<sub>2</sub> odpychają się, powodując obrót wskazówki przyrządu.

do ruchomego układu przyrządu; blaszka *r*<sub>2</sub> natomiast jest nieruchoma i przymocowana jest do wewnętrznej ścianki *c*.

Z chwilą powstania strumienia magnetycznego wewnątrz cewki *c* — na skutek przepływu prądu przez tę cewkę — obie wspomniane wyżej blaszki — ruchoma *r*<sub>1</sub> i nieruchoma *r*<sub>2</sub> — magnesują się, tworząc dwa jednakowo równoległe położone obok siebie magnesy. Ponieważ magnesy te posiadają jednoimienne bieguny, skierowane w tę samą stronę i leżące obok siebie, będą one wzajemnie się odpychały (rys. 10). Zasada ta jest obecnie często stosowana w przyrządach elektromagnetycznych, budowanych przez niektóre wytwórnie. Widok blaszek *r*<sub>1</sub> i *r*<sub>2</sub> wewnątrz cewki *c* pokazany jest na rys. 11. Konstrukcyjne rozwiązanie tej zasady — w wykonaniu wytwórni Hartmann & Braun pokazane jest na rys. 12. Widzimy tu nieruchomą cewkę *c*, przez którą przepływa prąd mierzony przez przyrząd, z przymocowaną do wewnętrznej jej ścianki blaszką *r*<sub>2</sub>. Ruchoma blaszka *r*<sub>1</sub> przymocowana jest do układu ruchomego przyrządu, który obraca się w łożyskach *o*<sub>1</sub> i *o*<sub>2</sub>. Układ ruchomy stanowi tu sztywno przymocowana do blaszki *r*<sub>1</sub> wskazówka *w* wraz ze skrzydełkiem tłumika powietrznego *t*. Odpychanie się blaszek *r*<sub>1</sub> i *r*<sub>2</sub> powoduje obrót ruchomego układu w łożyskach *o*<sub>1</sub> oraz *o*<sub>2</sub>; wskazówka *w* wskaże wówczas na skali pewną wartość. Widzimy więc, że moment obrotowy, wychylający wskazówkę przyrządu, wytwarza tu siła odpychania się blaszek *r*<sub>1</sub> i *r*<sub>2</sub>.



Rys. 11.

Blaszki *r*<sub>1</sub> i *r*<sub>2</sub> umieszczone wewnątrz cewki *c*.

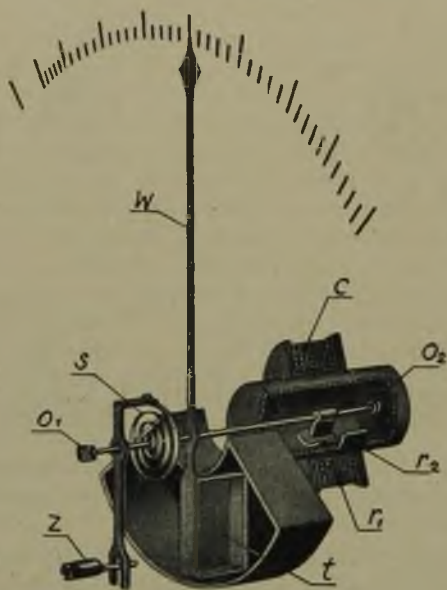
Do wytworzenia momentu zwracającego służy spiralna sprężynka *s*, przymocowana wewnętrznym swym końcem do osi układu ruchomego, drugim zaś końcem — do dźwigni tzw. zerownika *z*. Dźwignia zerownika w miarę potrzeby może być odchylana z początkowego swego położenia w obie strony przy pomocy śrubki z mimośrodowym trzpieniem, a to w celu ustawienia wskazówki

Do wytworzenia momentu zwracającego służy spiralna sprężynka *s*, przymocowana wewnętrznym swym końcem do osi układu ruchomego, drugim zaś końcem — do dźwigni tzw. zerownika *z*. Dźwignia zerownika w miarę potrzeby może być odchylana z początkowego swego położenia w obie strony przy pomocy śrubki z mimośrodowym trzpieniem, a to w celu ustawienia wskazówki



przyrządu — przed dokonaniem pomiaru — dokładnie na zerze skali.

Skala przyrządów elektromagnetycznych, jak już zaznaczyliśmy, jest nierównomierna. Przy odpowiednim doborze kształtu obu blaszek  $r_1$  i  $r_2$  oraz sposobu ich zamocowania, możemy jednak tę nierównomierność zmniejszyć w b. szerokich granicach. W tym celu w niektórych przyrządach możemy w pewnym stopniu zmieniać również (przesuwać) położenia nieruchomej blaszki.

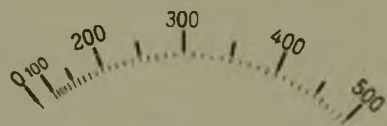


Rys. 12.

Konstrukcyjne rozwiązanie amperomierza elektromagnetycznego z odpychającymi się wzajemnie blaszkami  $r_1$  i  $r_2$  (opis w tekście).

Normalna skala tablicowego przyrządu elektromagnetycznego pokazana jest na rys. 13. Jak widzimy, na początku skali działki są bardziej zagęszczone, poczynając zaś od  $2/3$  skali działki ułożone są prawie równomiernie.

Zdarzają się przypadki, kiedy konieczne jest, aby skala posiadała kształt odmienny od pokazanego na rys. 13, a więc np. działki na początku poszerzone, lub mocno zagęszczone na końcu skali. Takie lub inne rozmieszczenie działek na skali osiągamy przez wspomniane zmiany kształtu blaszek  $r_1$  i  $r_2$  oraz odpowiednie ich rozmieszczenie względem siebie.



Rys. 13.

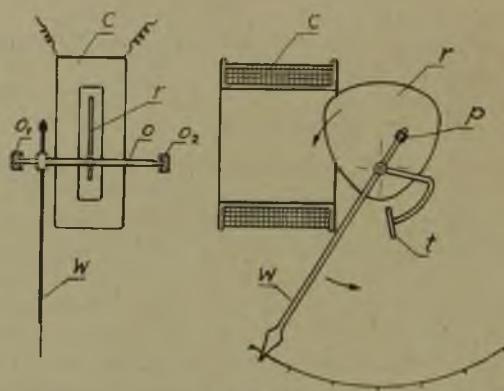
Skala tablicowego przyrządu elektromagnetycznego.

Na rys. 14 pokazany jest schemat przyrządu elektromagnetycznego zbudowany na omówionej wyżej zasadzie wciągania rdzenia żelaznego do cewki. Cewka  $c$  jest tu spłaszczoną; do cewki wciągana jest żelazna blaszka  $r$  o kształcie pokazanym na rysunku. Blaszka, wskazówka  $w$  z przeciwwagą  $p$  oraz tłoczek  $t$  tłumika powietrznego są przymocowane do osi stalowej  $o$  i stanowią razem ruchomy układ przyrządu. Układ ten podparty jest na dwóch łożyskach  $o_1$  i  $o_2$ .

Moment zwracający może być tu wytworzony bądź przez spiralną sprężynkę, a wówczas układ winien być dokładnie zrównoważony, bądź też przez siłę ciężkości samego układu ruchomego wskutek umieszczenia jego

środką ciężkości poniżej osi obrotu. W tym ostatnim przypadku przeciwwaga wskazówki jest niekiedy zbędna.

Na rys. 15 widzimy konstrukcyjne rozwiązanie tego typu przyrządu elektromagnetycznego przez firmę Siemens i Halske; oznaczenia na tym rys. są te same, jak na rys. 12. Bardzo ważną jest rzeczą w tym typie przyrządów dobranie odpowiedniego kształtu blaszki ruchomej bowiem od jej kształtu zależny jest rodzaj skali przyrządu (rozmieszczenie działek na skali).

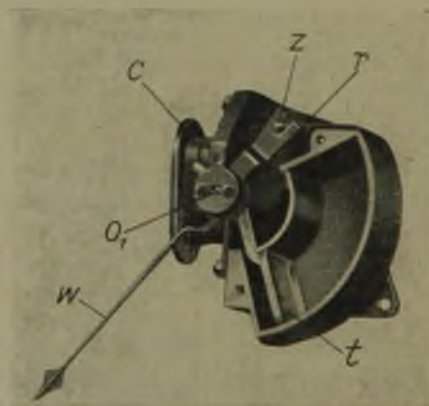


Rys. 14.

Schemat przyrządu elektromagnetycznego opartego na zasadzie wciągania żelaznego rdzenia  $r$  do cewki  $c$ .

Jasną jest rzeczą, że przyrządy w układzie ruchomym niezrównoważonym (bez sprężynki spiralnej) mogą być używane tylko w ściśle określonym położeniu pionowym.

Główną zaletą przyrządów elektromagnetycznych z rdzeniem żelaznym jest to, że mogą one być stosowane zarówno do pomiarów prądu stałego, jak i zmiennego, albowiem kierunek prądu w cewce, jak już wykazaliśmy wyżej, nie ma wpływu na kierunek wychylenia wskazówki przyrządu. Jednakże przy odwracaniu kierunku prądu w cewce — wskutek magnetyzmu szczątkowego — jaki może pozostawać w rdzeniu żelaznym wskazania przyrządu różnić się mogą nieco od siebie.



Rys. 15.

Konstrukcyjne rozwiązanie przyrządu elektromagnetycznego, opartego na zasadzie pokazanej na rys. 14.

Różnica we wskazaniach da się również zauważyć przy prądzie stopniowo wzrastającym, a następnie malejącym (np. przy wzorcowaniu). Dobierając odpowiedni skład chemiczny żelaza, z którego ma być wykonany rdzeń ruchomy, możemy różnicę tę znacznie zmniejszyć tak, że nie będzie ona przekraczała 1%.

Przy prądzie zmiennym wpływ histerezy nie przejawia się, odgrywają zato rolę prądy wirowe, wpływ któ-



rych zależy od częstotliwości prądu. Przy zachowaniu pewnych środków ostrożności (np. przecinając wzdłuż cylinder metalowy, na którym nawinięta jest cewka, odsuwając dalej od cewki części metalowe oraz wykonywując rdzeń z bardzo cienkich blaszek), możemy wpływ prądów wirowych zmniejszyć do tego stopnia, że jedna i ta sama skala może być stosowana zarówno dla prądu stałego, jak i zmiennego. W przeciwnym wypadku przyrząd powinien by posiadać dwie skale — dla każdego rodzaju prądu oddzielnie.

Co się tyczy częstotliwości prądu, na jaką używane są przyrządy elektromagnetyczne, to zazwyczaj przyrządy te są budowane na 15 do 60 okr./sek., a nawet do 100 okr./sek. — bez zmiany skali. Należy zaznaczyć, że przyrządy elektromagnetyczne posiadają przy prądzie stałym takie same wskazania, co i przy prądzie zmiennym tylko wówczas, gdy prąd stały pochodzi np. z ogniów galwanicznych lub akumulatorów i nie posiada jakichkolwiek składowych zmiennych. O ile natomiast prąd stały otrzymujemy np. z prostownika, a przy tym prąd ten jest nieodstępnie dokładnie wyprostowany (np. z powodu braku odpowiednich filtrów) i posiada dodatkową składową zmienną, to ta ostatnia będzie oddziaływała na wskazania przyrządu i to niekiedy w bardzo znacznym stopniu. Dlatego też przyrządów elektromagnetycznych nie można stosować do pomiaru prądów niedokładnie wyprostowanych, prądów tętniących itp.

Przy prądzie zmiennym wpływ na wskazania przyrządu wywiera w pewnym stopniu także kształt krzywej prądu; wpływ ten jest tym większy, im bardziej kształt tej krzywej odbiega od sinusoidy tj. im wyższe harmoniczne posiada krzywa prądu.

Wadą przyrządów elektromagnetycznych jest ich zdolność reagowania na obce pola magnetyczne, wywołane np. prądami w pobliskich przewodach. Dla uniknięcia tych szkodliwych wpływów przyrządy elektromagnetyczne winny być umieszczane jak najdalej od przewodów, w których płyną prądy o dużym natężeniu, a prócz tego powinny być one osłonięte obudową z blachy żelaznej.

(Dokończenie nastąpi).

## Wyznaczanie napięć transformatorów trójfazowych metodą wykreślną.

Inż.-el. LUDWIK SARNOWIEC  
(Dąbowa Górnicza).

(Ciąg dalszy).

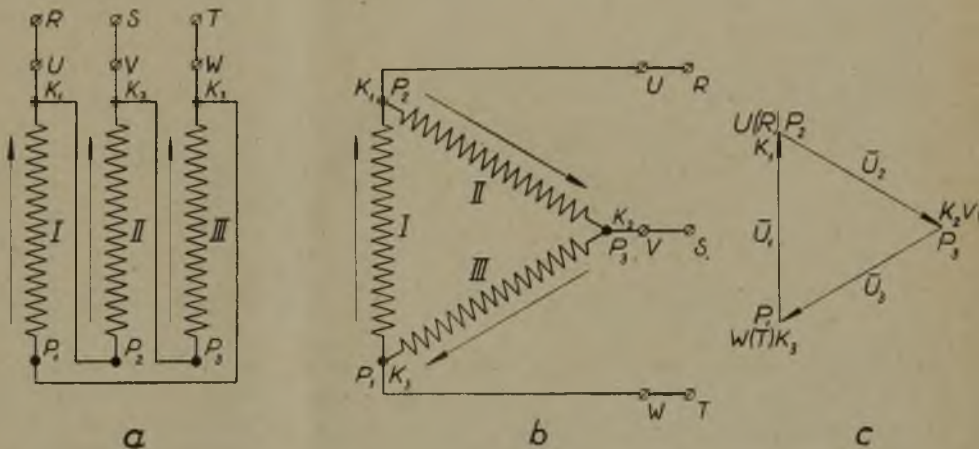
### Układy połączeń uzwojeń transformatora.

Rozpatrzmy teraz poszczególne układy połączeń faz uzwojeń transformatora trójfazowego. W układzie trójkątowym (rys. 17-a) łączymy koniec **K** uzwojenia jednej fazy z początkiem **P** następnej, dzięki czemu uzwojenia trzech faz połączone są w obwód, tworząc jakby trójkąt (rys. 17-b). Wierzchołki tego trójkąta łączą się z prze-

wodami sieci **R, S, T**. Wyznaczając początki i końce faz, przekonał się, że gdy kierunek nawinięcia dwóch cewek był zgodny, to napięcie się zwiększało, przy odwrotnych zaś kierunkach nawinięcia napięcia się odejmowały \*). Właściwie, ściśle mówiąc, chodzi tu o siły elektromotoryczne **E** a nie napięcia **U**, ale, pomijając spadki napięcia wewnątrz cewek, można przyjąć, że liczbowo napięcia na poszczególnych zaciskach są równe siłom elektromotorycznym, więc dla wartości skutecznych otrzymamy

$$U_1 = E_1 \quad U_2 = E_2 \quad U_3 = E_3.$$

Na rys. 17-a obok uzwojeń poszczególnych faz zaznaczone są wektory czyli odcinki o pewnej wielkości i kierunku, wyobrażające napięcia poszczególnych faz; wektory te są zwrócone w kierunku nawinięcia a więc od początku **P** do końca **K** uzwojenia fazy. Rys. 18 przedstawia uzwojenie górnego napięcia omawianego transformatora połączone w trójkąt oraz wykres wektorowy na-



Rys. 17.

Schemat oraz wykres wektorowy dla układu połączeń uzwojeń transformatora w trójkąt.

pięć fazowych i napięć międzyprzewodowych; w układzie tym napięcia fazowe równe są napięciom międzyprzewodowym.

W układzie gwiazdowym (rys. 18-a i b) jedno końce uzwojeń faz, zwykle początki **P**, są połączone we wspólny węzeł zwany punktem zerowym lub obojętnym, drugie zaś końce — łączą się z przewodami **R, S, T**. Rys. 18 przedstawia uzwojenie górnego napięcia omawianego transformatora, połączone w gwiazdę, a także wykres wektorowy napięć fazowych i napięć międzyprzewodowych (rys. 18-c).

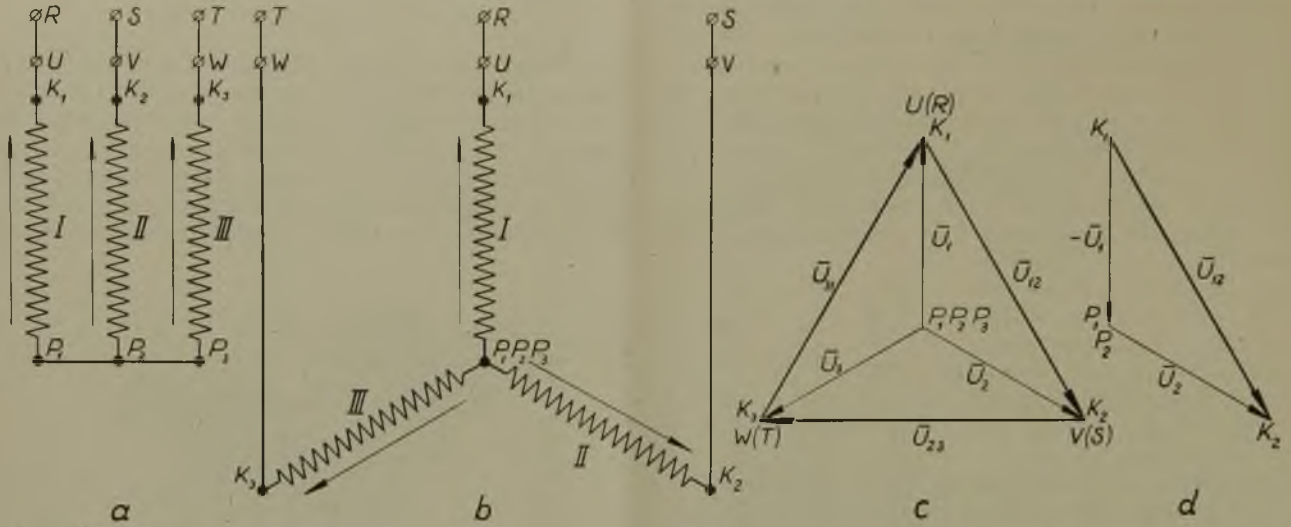
Przy budowie wykresu wektorowego postępujemy w następujący sposób: zaczynamy od napięć fazowych  $\bar{U}_1, \bar{U}_2$  i  $\bar{U}_3$ ; wektory tych napięć są przesunięte względem siebie o kąt  $120^\circ$  \*\*), przy czym ich początki stanowią jeden punkt wspólny — zgodnie zresztą z układem uzwojeń. Przechodząc następnie do napięć międzyprzewodowych, na wykresie pomocniczym (rys. 18-c) rysujemy dwa wektory napięć fazowych  $\bar{U}_1$  i  $\bar{U}_2$  pod kątem  $120^\circ$ . Celem znalezienia napięcia międzyprzewodowego panującego między fazami **R** i **S** czyli między **U** i **V** idziemy od **K**<sub>1</sub> do **P**<sub>1</sub> i dalej — od **P**<sub>2</sub> do **K**<sub>2</sub>, obserwując wektory; otóż na drodze tej od **K**<sub>1</sub> do **P**<sub>1</sub> szliśmy prze-

\*) Jest to doskonałą ilustracją faktu, że napięcia fazowe są wektorami.

\*\*\*) Zgodnie z zasadami ogólnej teorii prądu trójfazowego.

ciwko zwrotowi wektora  $\vec{U}_1$ , zaś od  $P_2$  do  $K_2$  posuwamy się zgodnie ze zwrotem wektora  $\vec{U}_2$ . Musimy więc wektor  $\vec{U}_1$  odjąć od wektora  $\vec{U}_2$ ; w tym celu zmieniamy zwrot wektora  $\vec{U}_1$  (na  $-\vec{U}_1$ ), zachowując jego położenie równoległe do pierwotnego (rys. 18-d). Teraz już możemy oba wektory dodać; łącząc początek wektora  $(-\vec{U}_1)$  z końcem wektora  $\vec{U}_2$  otrzymujemy wektor  $\vec{U}_{12}$ , który jest właśnie szukanim wektorem napięcia międzyprzewodowego między R i S. W podobny sposób znaleźlibyśmy dwa pozostające

nam poniższy przykład. Przypuśćmy, że dokonaliśmy połączenia pokazanego na rys. 19-a; określmy napięcia międzyprzewodowe. Postępując przy znajdowaniu napięć międzyprzewodowych w sposób podobny, jak poprzednio, otrzymujemy, że napięcie  $\vec{U}_{12}$  między R i S (rys. 19-b) jest równe napięciu fazowemu, gdyż jest to trójkąt równoboczny, napięcie  $\vec{U}_{23}$  między S i T (rys. 19-c) jest także równe napięciu fazowemu, zaś napięcie  $\vec{U}_{31}$  między T i R (rys. 19-d) jest  $\sqrt{3}$  razy większe (!) od napięcia fazowe-

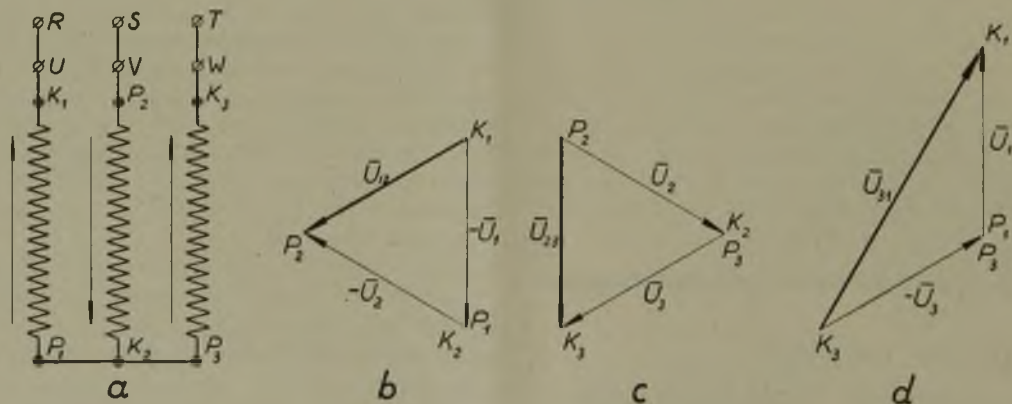


Rys. 18. Schemat oraz wykresy wektorowe dla układu połączeń uzwojeń transformatora w gwiazde.

stałe napięcia międzyprzewodowe — między S i T oraz T i R. Napięcia  $\vec{U}_{12}$ ,  $\vec{U}_{23}$  i  $\vec{U}_{31}$  w stosunku do napięć  $\vec{U}_1$ ,  $\vec{U}_2$  i  $\vec{U}_3$  są więc obrócone o kąt  $30^\circ$  w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówki zegara. Jak widać z rys. 13-c  $\vec{U}_{12} + \vec{U}_1 = \vec{U}_2$  czyli  $\vec{U}_{12} = \vec{U}_2 - \vec{U}_1$ , czyli: napięcie międzyprzewodowe równa się różnicy geometrycznej napięć fazowych. Gdy wszystkie trzy fazy są obciążone prądem o jednakowym natężeniu (lub gdy w ogóle nie są obciążone)

Widzimy więc, że przy połączeniu w gwiazde nie wystarczy połączyć w węzeł trzy dowolne zaciski transformatora; trzeba koniecznie połączyć ze sobą bądź **wszystkie początki** faz, bądź też **wszystkie końce**, gdyż tylko wtedy napięcia międzyprzewodowe będą równe sobie.

Jeżeli chodzi o odbiorniki, zasilane np. przez transformator, to przy układzie trójkątowym silniki



Rys. 19.

Przykład, wykazujący, że napięcia międzyprzewodowe wtedy tylko będą sobie równe, gdy w punkt zerowy zostaną połączone właściwe zaciski.

zone), czyli gdy mamy absolutną symetrię obciążeń, — wówczas napięcia międzyprzewodowe (jako bok trójkąta równoramiennego leżący naprzeciw kąta  $120^\circ$ ) wyniesie  $\vec{U}_{12} = \sqrt{3} \cdot \vec{U}_1 = 1,73 \cdot \vec{U}_1$ , — jest więc prawie 1,75 razy większe od napięcia fazowego.

Jak bardzo ważną jest znajomość początków i końców uzwojeń oraz odpowiedniego ich łączenia, wskaże

przyłącza się do wszystkich trzech przewodów, a przy układzie gwiazdowym — do trzech przewodów skrajnych (fazowych); lampy (żarówki) elektryczne włącza się przy układzie trójkątowym między każde dwa przewody, a przy układzie gwiazdowym — między jeden z przewodów skrajnych a przewód zerowy.

Rys. 20 przedstawia schemat zasilania żarówek i silnika przez generator wysokiego napięcia — przy pomocy

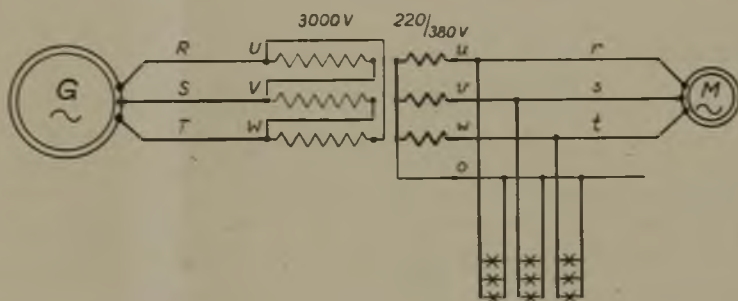


trójfazowego transformatora połączonego w trójkąt po stronie wysokiego (górnego) napięcia oraz gwiazdę z przewodem zerowym po stronie niskiego (dolnego) napięcia; widoczny tu jest sposób przyłączenia silnika i żarówek. Napięcie oświetleniowe, odpowiadające napięciu lamp przyłączonych do sieci, równa się w układzie trójkątowym, jak już wiemy, napięciu międzyprzewodowemu:  $U_{12}, U_{23}, U_{31}$ , a w układzie gwiazdowym — fazowemu  $U_1, U_2, U_3$ . Wreszcie najwyższe napięcie, panujące między przewodami, w pierwszym układzie równa się napięciu oświetleniowemu, a w układzie gwiazdowym jest  $\sqrt{3}$  razy większe od napięcia oświetleniowego.

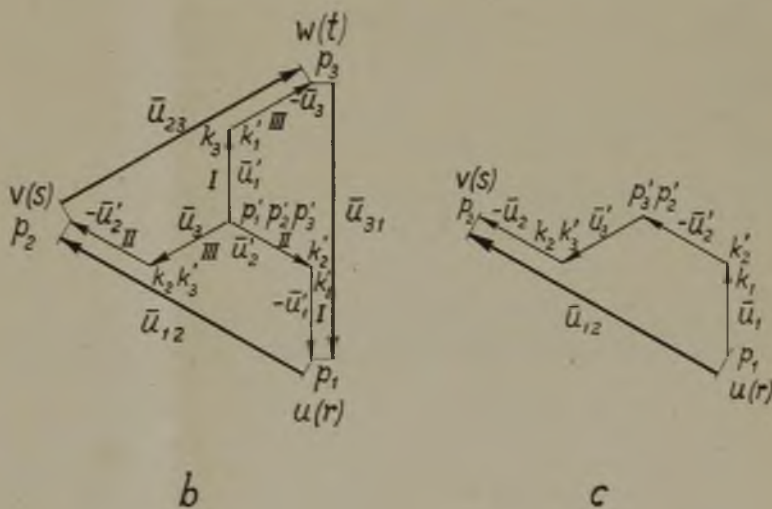
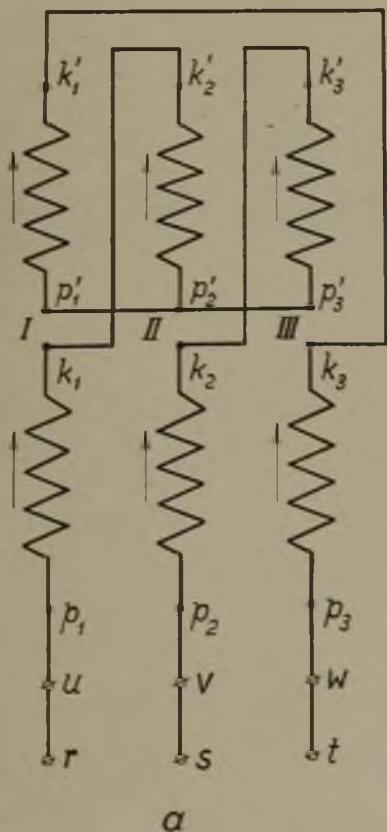
W układzie **zygzakowym** (rys. 21-a) skojarzone są połówki uzwojeń fazowych. Mianowicie trzy początki górnych połówek uzwojeń połączone są w węzeł (górne więc połówki połączone są w gwiazdę), zaś ich końce łączą się z końcami dolnych połówek; początki dolnych połówek łączą się z przewodami r, s, t. Rys. 21-a przedstawia uzwojenie niskiego (dolnego) napięcia omawianego

wego, zaczynamy od napięć fazowych górnych połówek faz połączonych w gwiazdę, dla której już umiemy zbudować wykres. Następnie kreślimy na tym samym wykresie napięcia dolnych połówek uzwojeń — w ten sposób, że od wektora  $U'_1$  odejmujemy wektor  $U_3$ , gdyż od  $p'_1$  do  $p_3$  posuwamy się zgodnie z wektorem  $U'_1$  zaś od  $k_3$  do  $p_3$  — przeciwko zwrotowi wektora  $U_3$ ; podobnie od wektora  $U'_2$  odejmujemy wektor  $U_1$  i wreszcie od wektora  $U'_3$  odejmujemy wektor  $U_2$ . Tak otrzymaną figurę nazywamy **zygzakiem**.

Przechodzimy następnie do napięć międzyprzewodowych. Celem wyznaczenia napięcia panującego między r i s czyli między u i v kreślimy wykres pomocniczy (rys. 21-c), biorąc pod uwagę, że na drodze od r do s idziemy zgodnie z wektorem  $U_1$ , przeciwko zwrotowi wektora  $U'_2$  (wektor ten należy odjąć od wektora  $U_1$ ), potem — znów zgodnie z wektorem  $U'_2$  (trzeba więc go dodać do dwóch poprzednich) i wreszcie przeciwko zwrotowi wektora  $U_2$ .



Rys. 20. Schemat zasilania silnika i żarówek przez prądnicę wysokiego napięcia za pośrednictwem transformatora.



Rys. 21.

Schemat oraz wykresy wektorowe dla układu połączeń uzwojeń transformatora w zygzak.

transformatora połączone w zygzak, rys. zaś 21-b — wykres wektorowy napięć w połówkach faz oraz napięć międzyprzewodowych. Siły elektromotoryczne (a więc także i napięcia) wzbudzone w połówkach uzwojeń faz niskiego napięcia, umieszczonych na tym samym rdzeniu, mają ten sam kierunek czyli, jak mówimy, są ze sobą w fazie, gdyż wywołane są przez ten sam strumień magnetyczny danego rdzenia. Przystępując do budowy wykresu wektorowego,

(trzeba zatem go odjąć od trzech poprzednich); łącząc punkt  $p_1$  z punktem  $p_2$ , otrzymujemy szukany wektor napięcia międzyprzewodowego panującego między r i s. Analogicznie znajdujemy dwa pozostałe napięcia międzyprzewodowe — między s i t oraz t i r. Jak widać z rys. 21-c  $\bar{U}_{12} = \bar{U}_1 - \bar{U}'_2 + \bar{U}'_3 - \bar{U}_2$ . Przy jednakowym obciążeniu faz względnie przy biegu luzem transformatora, a więc w przypadku symetrii, napięcia międzyprzewodowe

wyniesie  $U_{12} = 3 U_1^*$ ) jest więc 3 razy większe od napięcia fazowego jednej połowki uzwojeń fazowych.

Na zasadzie otrzymanych wyżej wykresów wektorowych napięć fazowych dla poszczególnych połączeń uzwojeń fazowych zostały przyjęte następujące oznaczenia:

- $\Delta$  — połączenie uzwojeń faz w trójkąt,
- $\lambda$  — połączenie uzwojeń faz w gwiazdę,
- $\text{Z}$  — połączenie uzwojeń faz w zygzak.

**Wyznaczanie napięć na wtórnych zaciskach transformatora.**

Po zapoznaniu się ze sposobami połączeń uzwojeń faz oraz występującymi tu zależnościami między napięciami fazowymi i międzyprzewodowymi przystępujemy do wyznaczania napięć na wtórnych zaciskach naszego transformatora przy różnych układach połączeń w założeniu, że mamy stan jałowy transformatora\*\*) i że napięcie pierwotne (napięcie doprowadzone-międzyprzewodowe) jest stałe i równe 220 V dla wszystkich faz.

**Układ gwiazda — gwiazda ( $\lambda/\lambda$ )**

Budujemy wykres wektorowy (rys. 23) dla uzwojenia górnego napięcia transformatora; przyjmujemy skalę 1:5 — tzn. 1 milimetr  $\equiv$  5 woltom, skąd 220 V  $\equiv$  44 mm. Rysujemy trójkąt równoboczny o boku 44 mm — będzie to trójkąt napięć międzyprzewodowych. Rysujemy następnie gwiazdę napięć fazowych i mierzymy na wykresie bok tej gwiazdy; wynosi on 25,4 mm czyli, przeliczając wg obranej skali na wolty, otrzymamy  $25,4 \cdot 5 = 127$  V. Widzimy więc, że napięcie fazowe jest  $\sqrt{3}$  razy mniejsze od napięcia międzyprzewodowego  $\frac{220}{\sqrt{3}} = 127$ . Znając przekładnię danego transformatora, można obliczyć całkowite napięcie fazowe po stronie wtórnej. Ponieważ w naszym przypadku przekładnia jest równa  $\frac{1}{2}$ , więc oznaczając:

- $U_{fdn}$  — napięcie fazowe dolnego napięcia
- $U_{fgn}$  — " " " górnego " "

otrzymujemy

$$\frac{U_{fdn}}{U_{fgn}} = \frac{1}{2} \text{ stąd } U_{fdn} = \frac{1}{2} U_{fgn} = \frac{1}{2} \cdot 127 = 63,5 \text{ V}$$

tzn., że woltomierz załączony na zaciski  $p_1'$  i  $k_1$ , przy połączeniu ze sobą zacisków  $k_1'$  i  $p_1$ , wskaże 63,5 V, zatem

\*) Wynika to z następującego rozważania. Niech figura rys. 22 przedstawia dolną część wykresu rys. 21-b, wówczas trójkąty ABC i ADE mają odpowiednie boki



Rys. 22.

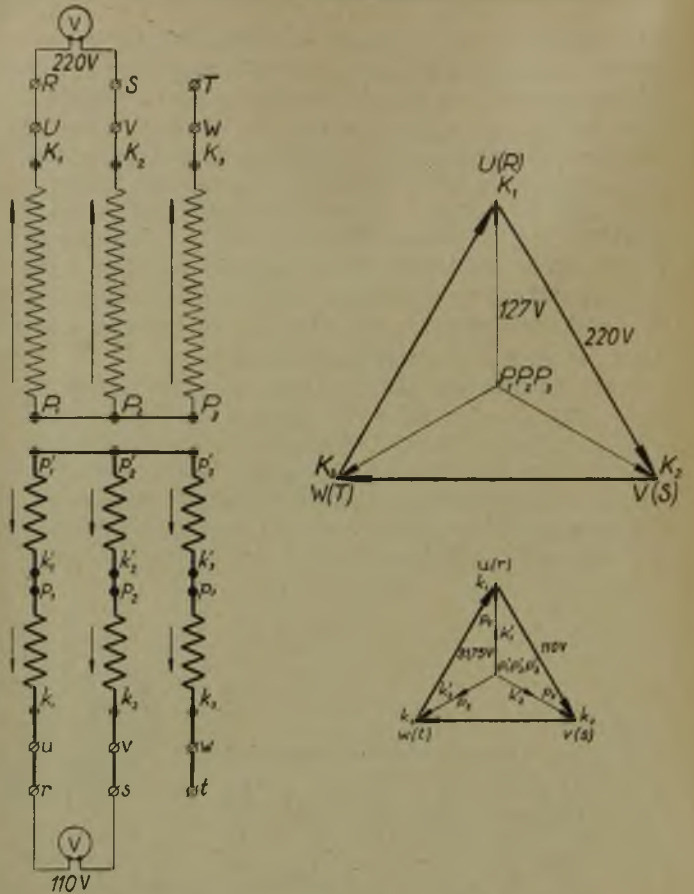
równe, czyli  $AB = BC = AD = DE$ , są więc trójkątami równoramiennymi, w których kąty B i D mają po  $120^\circ$ ; boki AC i AE tych trójkątów również są między sobą równe, a w stosunku do poprzednich są  $\sqrt{3}$  razy większe, czyli:

$$AC = AE = \sqrt{3} AB = \sqrt{3} AD.$$

Wynika stąd, że trójkąt ACE jest także równoramienny, w którym kąt EAC równa się  $120^\circ$ , zatem jego bok EC, jako leżący naprzeciwko kąta  $120^\circ$ , będzie  $\sqrt{3}$  razy większy od boków AC i AE czyli otrzymamy

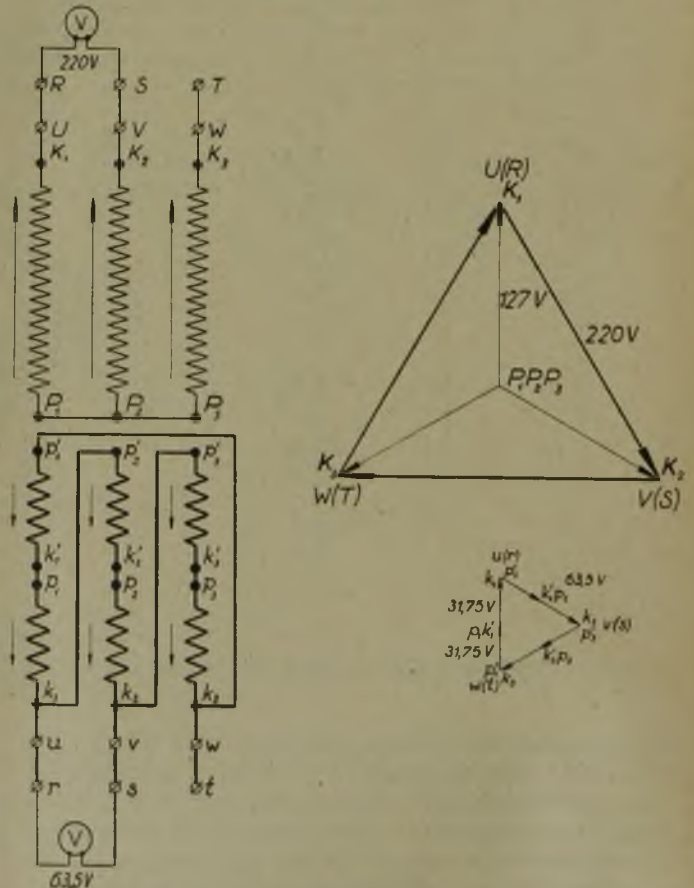
$$EC = \sqrt{3} AC = \sqrt{3} \cdot \sqrt{3} AB = 3 AB.$$

\*\*) Transformator nieobciążony (obwód wtórny otwarty).



Rys. 23.

Schemat połączeń oraz wykresy wektorowe dla układu połączeń uzwojeń transformatora gwiazda — gwiazda.



Rys. 24.

Schemat połączeń oraz wykresy wektorowe dla układu połączeń uzwojeń transformatora gwiazda — trójkąt.



na połówkę fazy — czyli między zaciskami  $p_1'$  i  $k_1$  — przypada  $\frac{63,5}{2} = 31,75$  V. Połówki poszczególnych faz są połączone zgodnie tzn. koniec jednej łączy się z początkiem drugiej, więc i wektory ich napięć działają zgodnie, czyli dodawanie geometryczne wektorów jest tu równoznaczne z algebraicznym.

Teraz już możemy przystąpić do budowy wykresu wektorowego dla strony dolnego napięcia. Zaczynamy od napięć fazowych (dolny — mniejszy — wykres na rys. 23); rysujemy ich gwiazdę, której bok równa się sumie napięć dwóch połówek, a więc wynosi:  $\frac{31,75 + 31,75}{5} = 12,7$  mm. Łącząc wierzchołki tej gwiazdy, otrzymujemy trójkąt napięć międzyprzewodowych; np. odcinek  $k_1k_2$  przedstawia napięcie międzyprzewodowe między r i s. Mierząc odcinek ten, otrzymujemy 22 mm czyli — przechodząc na wolty —  $22 \cdot 5 = 110$  V. Woltomierz załączony między zaciski r i s wskaże właśnie 110 V. Jest to napięcie międzyprzewodowe po stronie dolnego napięcia, a więc między s i t oraz t i r otrzymamy również po 110 V.

**Układ gwiazda — trójkąt ( $\lambda/\Delta$ ).**

W tym układzie strona górnego napięcia pozostaje bez zmiany toteż dla niej wykres wektorowy nie ulegnie zmianie. Dla strony dolnego napięcia rysujemy trójkąt równoboczny o boku równym sumie napięć dwóch połówek czyli  $\frac{31,75 + 31,75}{5} = 12,7$  mm, tj. dokładnie tyle, ile wynosił bok gwiazdy w poprzednim przypadku. Wol-

tomierz załączony między r i s wskaże napięcie fazowe  $31,75 + 31,75 = 63,5$  V, które jest jednocześnie napięciem międzyprzewodowym (rys. 24).

**Układ gwiazda — zygzak ( $\lambda/\lambda$ )**

I tu również strona górnego napięcia pozostaje całkowicie bez zmiany. Dla zygzaka po stronie dolnego napięcia budujemy wykres wektorowy w sposób podany poprzednio już w przykładzie. Bok zygzaka jest równy napięciu połówki fazy, czyli:  $\frac{31,75}{5} = 6,35$  mm. Mierząc odcinek  $p_1p_2$  wykresu wektorowego, który określa nam napięcie międzyprzewodowe, otrzymujemy 19,05 mm co — po przeliczeniu wg obranej skali na wolty — daje:  $19,05 \cdot 5 \cong 95,3$  V. Woltomierz załączony na zaciski r i s wskaże 95,3 V; to samo napięcie otrzymamy między s i t oraz pomiędzy t i r (rys. 25).

(Dokończenie nastąpi).

**Przyrządy elektromedyczne\*).**

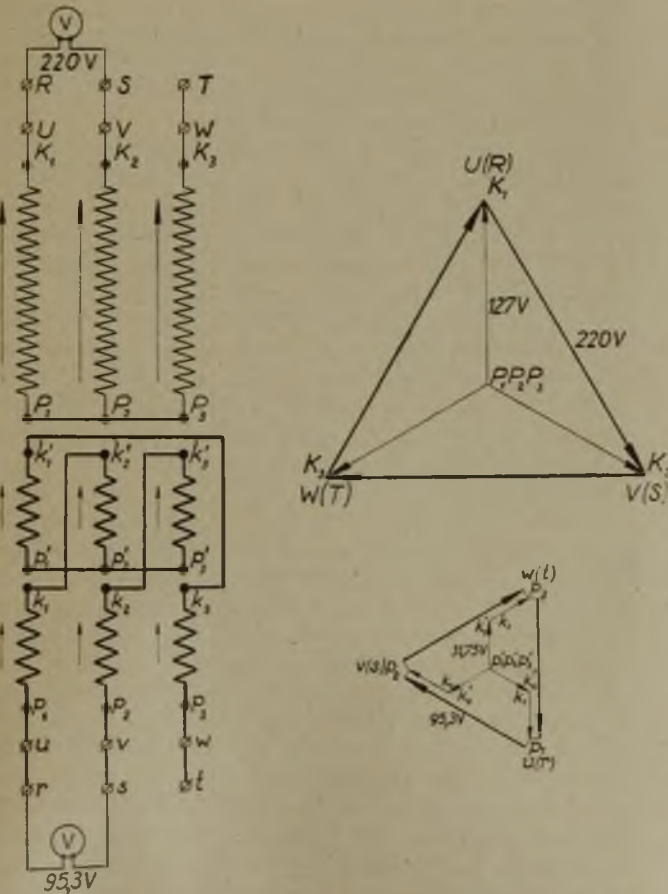
**O elektromedycynie i aparatach elektromedycznych.**

**Historia lecznictwa elektrycznością.**

Idea leczenia elektrycznością znana już była w starożytności, jakkolwiek nie zdawano sobie wówczas sprawy ze zjawisk elektrycznych, jako takich. W Rzymie, za czasów cesarza Klaudiusza (wiek I po Chrystusie), mieszkiał lekarz Scribonius Largo, który, jako środek na silne bóle głowy, stosował przykładanie żywych drzew (gatunek raji — „torpedo marmorata”) do miejsca cierpiącego; ryba ta, żyjąca w morzu Śródziemnym, znana jest przyrodnikom z tej właściwości, iż posiada specjalny organ, będący źródłem prądów o napięciu dochodzącym niekiedy do paruset woltów. Podobnie przeciwko bólom reumatycznym stosowano okłady z żywych ryb wspomnianego gatunku, albo też, kładąc je w wielkiej ilości do wanny, zażywano kąpeli silnie elektryzującej.

Wszystko to jednak były — rzecz prosta — jedynie prymitywne próby, oparte wyłącznie na trafnej zresztą poniekąd intuicji. Całkowita nieznanomość zjawisk elektrycznych, zupełny brak znajomości podstawowych pojęć i praw elektrotechniki, jak i umiejętności wytwarzania energii elektrycznej nie pozwalały w owych czasach na żadne rzeczowe i celowe doświadczenia w kierunku leczenia elektrycznością. Średniowiecze, jak wiemy, również nie było okresem rozwoju ani teoretycznej, ani praktycznej elektrotechniki. Dopiero wiek XVIII, a zwłaszcza XIX, przyniosły ze sobą rozkwit zainteresowań, prób i doświadczeń w tej dziedzinie. W tym okresie czasu zostały odkryte podstawowe zjawiska elektryczne: prawa elektrostatyki (Coulomb, Faraday), zjawisko prądu galwanicznego (doświadczenia Volty), prawa elektrodynamiki i indukcji (Oerstedt, Ampère, Faraday). Przełomowy pod względem rozwoju techniki wiek XIX przyniósł w dziedzinie elektrotechniki nie tylko olbrzymi rozwój znajomości jej praw teoretycznych, lecz również wielką ilość wynalazków i zastosowań praktycznych. W drugiej jego połowie Gramme konstruuje pierwszą racjonalną prądnicę prądu stałego, później

\*). W tym dziale będą systematycznie omawiane najrozmaitsze typy nowoczesnych przyrządów elektromedycznych.



Rys. 25.

Schemat połączeń oraz wykresy wektorowe dla układu połączeń uzwojeń transformatora gwiazda — zygzak.



Edison stwarza pierwszą żarówkę (węglową), Siemens buduje w Berlinie pierwszą kolejkę elektryczną...

XIX stulecie, wiek doświadczeń i odkryć naukowych, stanowi jednocześnie okres, w którym szereg badaczy — zarówno fizyków, jak i fizjologów, podejmuje próby\*) celem ustalenia, jaki wpływ na żyjący organizm mają zjawiska elektryczne w rozmaitych ich postaciach. Zadawano sobie wciąż przy tym pytanie, czy nie dadzą się te zjawiska zastosować dla celów leczniczych; prace te podejmują zarówno uczeni niemieccy, jak Eulenburg, Remak, Erb jak i francuscy — Duchenne, de Boulogne i inni. Powstają pierwsze publikacje z zakresu leczenia elektrycznością, przy czym jedna z najpierwszych była pióra Polaka (Cybulski — *De vis electricae usu medicali* — Kraków, r. 1837). Ogólny podręcznik elektroterapii wydaje Erb w r. 1886 pt. „*Handbuch der Elektrotherapie*“, pierwszy zaś kongres elektroterapeutów, odbyty we Frankfurcie w r. 1891, ujmuje całokształt ówczesnego elektroleczenia w ramy ściśle naukowe, rozpoczynając okres nowych, bardziej gruntownych i wszechstronnych, badań oraz powszechnego zainteresowania nową gałęzią sztuki lekarskiej.

Jednocześnie rozwija się z końcem XIX w. w początkach XX stulecia techniczna strona elektroterapii w sposób nad wyraz szybki, przy czym rozwój ten w ostatnich dwóch dziesiątkach lat przybiera tempo wprost oszałamiające. Od naiwnych, choć może niekiedy i skutecznych prób Scriboniusa Largo, posunęliśmy się więc w dziedzinie elektromedycyny do bardzo wysokiego rozwoju metod leczenia i stosowanych przyrządów elektrycznych. Współczesna elektromedycyna, oparta na gruntownej znajomości zarówno anatomii, jak i fizjologii ciała ludzkiego — z jednej, na teorii zaś zjawisk elektrycznych — z drugiej strony, — korzysta z bogatego kompletu wysoce udoskonalonych, różnorodnych pod względem konstrukcji, celu zastosowania, a niekiedy ogromnie skomplikowanych i precyzyjnych, aparatów elektromedycznych. Energia elektryczna występuje w tych przyrządach pod najrozmaitszymi postaciami; mamy tam do czynienia zarówno z prądem stałym, jak i zmiennym, z wyładowaniami ładunków statycznych, z prądami wysokiej i ultrawysokiej częstotliwości (do 100 milionów okr./sek.); z napięciami niskim i wysokim (do 100.000 woltów przy d'Arsonwalizacji, a nawet 250.000 V w aparatach Röntgena); a wreszcie — z mocami od znikomych ułamków wata do dziesiątków kW (zdjęcia aparatem Röntgena).

Spotykamy się dziś w praktyce z przyrządami elektromedycznymi od najprymitywniejszych, jak najprostsze termofory (grzejniki lecznicze), do najbardziej skomplikowanych, jak elektrokardiografy (przyrządy do badania rytmu serca) i aparaty rentgenowskie. Trudno dziś już sobie wyobrazić nie tylko większy szpital czy klinikę, ale nawet racjonalnie i nowoczesnie urządzone prywatne gabinety lekarza, pozbawiony większego lub mniejszego kompletu przyrządów elektromedycznych. Duże zakłady lecznicze i sanatoria posiadają nawet specjalne oddziały poświęcone wyłącznie elektroterapii, czyli leczeniu za pomocą elektryczności.

Widzimy więc, że energia elektryczna w walce z cierpieniem stanowi dziś potężny, niekiedy zaś wprost niezastąpiony środek leczniczy. Toteż, na rynku pojawiła się, zwłaszcza w ostatnich latach, ogromna wprost ilość

aparatów elektromedycznych różnych typów, firm i konstrukcji. W tych warunkach elektryk-praktyk spotyka się obecnie w codziennej swej praktyce zawodowej, coraz częściej z montażem, konserwacją i naprawą tych urządzeń. Stąd nieodzowną wprost staje się dlań potrzeba bliższej znajomości tych przyrządów.

### Zastosowanie prądów elektrycznych we współczesnej medycynie.

Wspólny zakres leczenia i elektrotechniki możemy ogólnie podzielić na 4 działy; są to:

1) **elektroterapia** — czyli leczenie chorego organizmu za pomocą różnych form energii elektrycznej;

2) **elektrodiagnostyka**, polegająca na korzystaniu z pomocy elektrycznych przyrządów przy rozpoznawaniu schorzeń (stawianie tzw. diagnozy lekarskiej); należą tu m. inn. prześwietlanie promieniami Röntgena, wzierniki elektryczne, elektrokardiograf i inni;

3) **elektropatologia** — czyli nauka o szkodliwych zaburzeniach, jakie może wywołać energia elektryczna w organizmie ludzkim, a więc o porażeniach prądem elektrycznym itp.; tą dziedziną, jako interesującą więcej fizjologów, niż techników, zajmować się w naszych rozważaniach nie będziemy. Jedynym „aparatem“, którego działanie pod względem medycznym zaliczyć by należało do elektropatologii, byłby chyba amerykański „fotel elektryczny“ przeznaczony do trawienia przestępców;

4) ostatni wreszcie dział stanowi wszelkiego rodzaju  **pomocnicze zastosowanie energii w przyrządach lekarskich**, jak napęd aparatów lekarskich za pomocą silniczków elektrycznych, sterylizatory z grzaniem elektrycznym itp.

Pod względem czysto lekarskim przyrządy elektromedyczne możemy podzielić na: mające zastosowanie w zakresie chorób wewnętrznych, w chirurgii, w dentystryce i inni; wreszcie możnaby tu zaliczyć przyrządy elektryczne używane w kosmetyce.

Jak wielki jest zakres zastosowania przyrządów elektromedycznych, wynika z wyczerpania odmian i rodzajów ważniejszych zresztą tylko ich typów, które przytoczamy poniżej. Bliższe omówienie wszystkich — po kolei — tych aparatów stanowić będzie właśnie temat naszych rozważań. Mamy więc: grzejniki lecznicze (termofory), pomocnicze grzejniki lekarskie (sterylizatory, suszarki laboratoryjne i inni); aparaty do: franklinizacji, galwanizacji (działanie na organizm prądem stałym) i elektrolizy leczniczej (rozkład tkanki drogą elektrochemiczną) i jontoforezy (wprowadzanie leków przez skórę za pomocą prądu elektrycznego), przyrządy dla faradyzacji (działanie na organizm prądami indukcyjnymi) i galwanofaradyzacji; wodne kąpiele elektryczne; aparaty do leczenia prądem stałym przerywanym, prądem tętniącym, prądem zmiennym sinusoidalnym; aparaty do d'Arsonwalizacji (działanie prądami wysokiego napięcia i wysokiej częstotliwości), do diatermii (przegrzewanie ciała za pomocą prądów szybkozmiennych); aparaty iskrowe i lampowe (diatermia falami ultrakrótkimi); aparaty do galwanokaustyki (cięcia platynową nitką rozżarzoną prądem elektrycznym) i diatermii chirurgicznej (cięcia prądem wysokiej częstotliwości) i inni. Należą tu poza tym silniczki chirurgiczne (dla cięć kości i świdrowań), wiertarki dentystryczne o napędzie elektrycznym, lampy lecznicze do naświetlań (aktinoterapia) — żarowe, łukowe, „kwarcowe“; wzierniki diagnostyczne, lampy operacyjne specjalne — czołowe i górne bezcieniowe; elektrokardiografy (notujące rytm serca); aparaty Röntgena

\*) Pierwsze efekty lecznicze, uzyskane przy pomocy elektryczności (statycznej, gdyż innej podówczas jeszcze nie znano) otrzymał mianowicie Kratzenstein, w Halle jeszcze w połowie XVIII wieku, w r. 1741).



do prześwietleń, zdjęć, leczenia naświetlaniem; ozonizatory; elektryczne aparaty do masażu leczniczego; powietrzne pompy medyczne; fonofory (elektryczne aparaty dla głuchych); elektromagnesy do ekstrakcji (wyciągania) połączonych części żelaznych oraz przyrządy do usuwania opilek z oka; pomocnicze aparaty lekarskie z napędem elektrycznym, jak: wirówki laboratoryjne, szlifiarki do narzędzi chirurgicznych, elektryczne aparaty do celów kosmetycznych itp. Należy też jeszcze zaznaczyć, że istnieje szereg aparatów tzw. „uniwersalnych“, przystosowanych do wielu jednocześnie zabiegów i zastosowań elektromedycznych (np. tzw. „Multostat“, „Pantostat“ i inn.), posiadających urządzenia do galwanizacji, faradyzacji, kaustyki, endoskopii (wzierania) oraz wmontowany dla masażu i celów chirurgicznych silnik napędowy.

Bogata nad wyraz dziedzina aparatów elektromedycznych powiększa się zresztą niemal z dnia na dzień o nowe pomysły i zastosowania.

### Ógólne cechy i zalety aparatów elektromedycznych.

Olbryzmie swe rozpowszechnienie we współczesnej medycynie zawdzięczają **przyrządy elektryczne przede wszystkim** faktowi, iż wiele z pośród nich cechuje bardzo daleko idąca, niekiedy rewelacyjna wprost, skuteczność i celowość zastosowania w lecznictwie. W pierwszym rzędzie należy to powiedzieć o elektrycznych aparatach diagnostycznych; tak np. w wielu przypadkach dopiero prześwietlenie aparatem Röntgena umożliwia racjonalne leczenie schorzeń; niejednokrotnie ratuje to życie ludzkie, pozwalając np. określić miejsce, w którym utkwiała kula przy postrzale itd. Inny znów przyrząd — elektrokardiograf — stanowi niemal przewrót w leczeniu cierpień serca. Wzierniki diagnostyczne pozwalają wreszcie oświetlić najbardziej ukryte zakątki ludzkiego ciała itp.

W zakresie samego procesu leczenia, jakkolwiek energia elektryczna działa w sposób wprawdzie niezupełnie jeszcze wytłumaczony, tym nie mniej częstokroć b. skuteczny i nie dający się zastąpić przez żadne inne środki. Tak np. diatermia pozwala ogrzewać najbardziej głębokie pokłady tkanek i narządy, czego za pomocą zwykłych środków osiągnąć się nie da. Bardzo dodatnio działają również na organizm różnego rodzaju elektryzacje. Należy tu zaznaczyć, że energia elektryczna daje się z wielką łatwością „dozować“, co ma w lecznictwie znaczenie zasadnicze. Zastosowanie elektryczności — w postaci napędu narzędzi lekarskich, jak piły, świdry chirurgiczne, aparaty do masażu, wirówki itp. napędzanych za pomocą silniczków elektrycznych, posiada wszystkie zalety właściwe napędowi elektrycznemu, jak: czystość, cichy chód, łatwość regulacji liczby obrotów i inn.

Ogólnie możemy wreszcie jeszcze powiedzieć o aparatach elektromedycznych, że są one czyste, higieniczne (niekiedy same przez się nawet antyseptyczne — jak np. aparaty do cięcia rozżarzoną nitką platynową lub prądem wysokiej częstotliwości), co ma w lecznictwie doniosłe znaczenie. Ponadto są one na ogół wygodne w użyciu i niewielkich stosunkowo rozmiarów.

### Podział przyrządów elektromedycznych wdg. technicznej zasady działania.

Wszystkie wyszczególnione poprzednio, bardzo liczne, aparaty elektromedyczne możemy — niezależnie od ich zastosowania w medycynie — podzielić — pod względem ich technicznej zasady działania — na szereg grup, a mianowicie na:

1) **grzejniki**, zaopatrzone w drut oporowy (z nikieliny, konstantanu itp.), w którym wywiązuje się ciepło używane do różnych zabiegów leczniczych lub pomocniczych;

2) **źródła prądu**: stałego, jak aparaty dla galwanizacji, kaustyki, elektrolizy leczniczej; prądów: stałego przerywanego, tętniącego, zmiennego sinusoidalnego, indukcyjnego okresowego (faradyzacja); źródła ładunków statycznych (przyrządy do franklinizacji) i inn.;

3) **źródła światła** wszelkiego rodzaju do różnych zastosowań; należą tu wszelkie lampy żarowe, łukowe, „kwarcowe“ (łuk w atmosferze pary rtęci) przeznaczone do naświetlań leczniczych oraz wszelkie lampy do oświetlenia specjalnego w medycynie (lampy operacyjne, reflektorki wziernikowe itp.);

4) **aparaty wysokiej częstotliwości**, obejmujące także np. przyrządy, jak aparat d'Arsonvala, aparaty diatermiczne dla nagrzewania i chirurgii, dla leczenia tzw. falami „ultrakrótkimi“ itp.; w przyrządach tych istnieje zawsze pewien obwód drgający z generatorem drgań — bądź to w postaci iskiernika, bądź też generatora lampowego; częstotliwość prądów występujących w tych obwodach jest rzędu setek tysięcy i milionów okr./sek.,

5) **aparaty Röntgena**, stanowiące odrębną grupę przyrządów; ich działanie opiera się na znanych z fizyki promieniach Röntgena — zjawisku odkrytym w r. 1895 przez uczonego niemieckiego tegoż nazwiska; w aparatach tych napięcie dochodzi do 200 000 V i wyżej; moce zaś osiągają (chwilowo) wartości do 100 kW.

6) osobną grupę aparatów stanowią **przyrządy mechaniczne o napędzie elektrycznym**; zasada działania tych aparatów jest mechaniczna (świdry, piły chirurgiczne, przyrządy do masażu, wirówki itp.), wyposażone są one natomiast w napęd elektryczny w postaci niewielkich silniczków prądu stałego lub zmiennego (silniki komutatorowe — uniwersalne) o mocach rzędu kilkudziesięciu do kilkuset watów.

7) w ostatniej wreszcie grupie znajdzie się **szereg innych przyrządów** medycznych, których techniczna istota działania nie podpada pod żadną z grup powyżej wyodrębnionych; zaliczymy tu także np. aparaty, jak elektrokardiograf, którego działanie polega na b. ciekawej zasadzie charakterystycznej, a mianowicie na chwytności przez czuły galwanometr prądów, powstających samoczynnie w żywym organizmie ludzkim; należą tu również fonofory — aparaty elektryczne dla osób głuchych, stanowiące rodzaj malutkiego, specjalnie przystosowanego, urządzenia telefonicznego; ozonizatory (wytwarzanie ozonu za pomocą wyładowań iskrowych); dalej przystosować tu możemy szereg aparatów rzadziej stosowanych, a przy tym używanych do bardzo specjalnych celów, jak np. elektromagnesy do wyciągania z przełyku, a nawet z żołądka połączonych przedmiotów żelaznych oraz do oczyszczania oka z opilek; elektryczne termometry do mierzenia temperatury ciała i szereg innych.

W dalszym ciągu naszych rozważań omówimy szczegółowo poszczególne grupy aparatów; przy tym jednak nie zawsze będziemy przytrzymywać się podanej wyżej kolejności, co zresztą nie jest rzeczą istotną. Zaczniemy od przyrządów pod względem konstrukcji i działania najmniej może skomplikowanych, jakimi są wszelkiego rodzaju elektryczne grzejniki oporowe.



# WYKAZ ŹRÓDEŁ ZAKUPU

## Akumulatory.

„PETEA” Polskie Tow. Akumulatorowe  
S. A. Fabryka i biura: Biała k/Bielska — poczta Bielsko sk. p. 262, telefon: Bielsko, 20-43. Zarząd: Warszawa, ul. Kopernika 13, tel. 539-09.

**Sanocka Fabryka Akumulatorów S. A.**  
Fabryka i biura: Sanok, ul. Reymonta 10, tel. 112-3, 122, Oddziały: Warszawa, Kredytowa 8, tel. 660-05 i 660-06, Katowice: dla baterii starterowych i radiowych, ul. Francuska 1, tel. 312-66, dla baterii stacyjnych, trakcyjnych i telefonicznych, Mickiewicza 15, tel. 324-90, Kraków, ul. Wygoda 9, tel. 131-20, Poznań, ul. Marsz. Focha 60, tel. 82-84, Wilno, ul. Gościnną 1/2, tel. 3-30, Łódź, ul. Piotrkowska 171/3, tel. 107-22, Gdynia, ul. Portowa 8, tel. 16-91.

**Z. A. T. Zakłady Akumulatorowe syst. „TUDOR” Sp. Akc.** Warszawa, Złota 35, tel. centrala: 5.62-60. Oddziały: Bydgoszcz, ul. Gdańska 62, tel. 13-77. Katowice, Mariacka 23, tel. 326-50. Łwów, Sykstuska 44, tel. 252-35. Poznań, ul. Działyńskich 3, tel. 11-67. Fabryka akumulatorów ołowianych i żelazo-niklowych w Piastowie st. kol. Pruszków

## Aparaty dla prądów silnych wysokiego i niskiego napięcia.

„Elektroautomat”, Zakłady Elektrotechniczne, Warszawa, ul. Dzielna 72, tel. 11.94-77, 11.94-78 i 11.94-88.

inż. Józef Imass, Fabryka Aparatów Elektrycznych, Łódź, ul. Piotrkowska 255, tel. 138-96 i 111-39.

Fabryka Aparatów Elektrycznych Krajowy Przemysł Elektryczny „S. K. W.” Sp. Akc. Warszawa, Okopowa 19 (gmachy własne), tel. 234-26, 234-53, 683-77 i 645-31.

## Aparaty elektr. do odbijania kamienia kotłowego.

„Devoorde” inż. Józef Felner, Kraków, Zyblikiewicza 19.

## Armaty porcelanowe, wodoszczelne.

„Artepor”, Kraków, ul. Jagiellońska 9, telefon Nr. 107-87

## Armaty i przybory do oświetlenia elektrycznego.

**Bracia Borkowscy Zakł. Elektr. Sp. Akc.**  
Fabr. i Zarz. Warszawa, Grochowska 306/308, tel. 10-02-98. Sklepy własne: Jerozolimska 6, tel. 642-79 i Marszałkowska 129, tel. 310-50.

**A. Marcinlak, S. A. (fabr.)** Warszawa. Zarząd i fabryka, ul. Wronia 23, tel. 595-72 i 592-02. Sklep, ul. Bracka 4, tel. 960-55.

## Automaty rozruchowe.

„Elektroautomat”, Zakłady Elektrotechniczne, Warszawa, ul. Dzielna 72, tel. 11.94-77, 11.94-78 i 11.94-88.

**K. i W. Pustoła**, Warszawa 4, Jagiellońska 4—6 tel. 10-33-30 i 10-33-26.

## Automaty schodowe.

„Artepor”, Kraków, ul. Jagiellońska 9, telefon Nr. 107 87.

**Bracia Borkowscy Zakł. Elektr. Sp. Akc.**  
Fabr. i Zarz. Warszawa, Grochowska 306/308, tel. 10-02-98. Sklepy własne: Jerozolimska 6, tel. 642-79 i Marszałkowska 129, tel. 310-50.

**Paweł Zauder i S-ka (fabr.)**, Łódź, Sienkiewicza 163, tel. 187-06.

## Bakelit.

**M. Penczek, Biuro Techn.-Handl.** Warszawa, Nowy Świat 42, tel. 508-36.

**A. Hoerschelmann i S-ka, Biuro Techniczno-Handlowe**, Warszawa, Wspólna 44, tel. 958-85 i 729-48, Hurtowy skład materiałów izolacyjnych.

## Bezpieczniki napowietrzne.

„Artepor”, Kraków, ul. Jagiellońska 9, telefon Nr. 107-87.

## Biura i zakłady elektr.

**Michał Zucker, Jan Straszewicz, Biuro Elektrotechniczne**, Warszawa, Marszałkowska 119, tel. 274-84 i 609-98.

## Ceramiczne materiały izolacyjne, kształtki i elementy grzejne.

**Władysław Lehman, Fabryka Wyrobów Ceramicznych dla potrzeb Grzejnictwa Elektrycznego w Łazach k/Zawiercia**, adres dla listów: Sosnowiec, ul. 3-go Maja 31, skrz. poczt. 196.

## Chromonikielina, nikielina, konstantan.

Stanisław Cohn, Warszawa, Senatorska 36, tel. 641-61 i 641-62.

## Dmuchawy kuzienne.

Fabryka Motorów Elektr. L. Korewa, Warszawa, Syreny 7, tel. 500-95.

## Druty i taśmy oporowe.

„Artepor”, Kraków, ul. Jagiellońska 9, telefon Nr. 107-87. Wyłączne przedstawicielstwo na Polskę f-my Huber & Drott, Wiedeń.

„Brimac”, Biuro Agent.-Handl., Warszawa, Próżna 12, tel. 599-75 i 627-76.

„Panelektra” Biuro elektro-techniczno-handlowe, Kraków, Zyblikiewicza 10, tel. 112-66, skrz. poczt. 639.

## Dźwigi elektryczne.

**Roman Gronlowski, Spółka Akcyjna, Fabryka Dźwigów**, Warszawa, Emilji Piater 10, tel. 918-20, 918-22, 955-17.

**Braća Jenke, Fabryka Dźwigów, Sp. Akc.** Warszawa, Zarząd: Al. Jerozolimskie 20, tel. 220-00 i 629-64.

„Moc” Fabryka Maszyn, Sp. Akc., Warszawa, Wojska 121, tel. 217-30 i 248-30

## Elektrolit do akumulatorów żelazo-niklowych.

**Z. A. T. Zakłady Akumulatorowe syst. „TUDOR” Sp. Akc.** Warszawa, Złota 35, tel. centrala: 5.62-60. Oddziały: (patrz rubryka Akumulatory).

## Elektropompy, dmuchawki.

Fabryka Maszyn i Aparatów Elektrycznych, A. Grzywacz, Warszawa, ul. Złota 24, tel. 584-80.

## Elektrowiertarki i szlifierki.

„Ferro-Electricum”, Łódź, Piotrkowska 123, tel. 111-09.

inż. Józef Felner, Kraków, Zyblikiewicza 19, tel. 118-33.

## Emaljowane przewodniki miedziane.

Stanisław Cohn, Warszawa, Senatorska 36, tel. 641-61 i 641-62.

**A. Hoerschelmann i S-ka, Biuro Techniczno-Handlowe**, Warszawa, Wspólna 44, tel. 958-85 i 729-48.

## Formy do prasowania mieszanek fenolowo-formalinowych.

Lignoza, Spółka Akcyjna, Katowice, Dworcowa 13, tel. 339-81.

## Galwanotechnika.

Stanisław Cohn, Warszawa, Senatorska 36. Jeneralne Przedstawicielstwo i Oddział Fabryczny Zakładów Langbein - Pfanhauser S. A.

## Grzejniki elektryczne dla przemysłu.

**Bracia Borkowscy Zakł. Elektr. Sp. Akc.**  
Fabr. i Zarz. Warszawa, Grochowska 306/308, tel. 10-02-98. Sklepy własne: Jerozolimska 6, tel. 642-79 i Marszałkowska 129, tel. 310-50.

„Elektrotermia”, Warszawa, Nowy Świat 61, tel. 527-08.

**Warszawska Wytwórnia Maszyn i Spawarek Elektrycznych**, Warszawa Żytła 20, tel. 621-81

## Izolacyjne materiały.

„Brimac”, Biuro Agent.-Handl., Warszawa, Prózna 12, tel. 599-75 i 627-76.

„Ferro-Electricum”, Łódź, Piotrkowska 123, tel. 111-09.

**A. Hoerschelmann i S-ka, Sp. z o. o.** Warszawa, Wspólna 44, tel. 958-85

**Daniel Landau**, Warszawa, ul. Długa 26, tel. 11.67-72 i 11.74-93.

**M. Penczek, Biuro Techn.-Handl.** Warszawa, Nowy Świat 42, tel. 508-36.

## Kablowe końcówki, złącza i masa kablowa.

„Elektroautomat”, Zakłady Elektrotechniczne, Warszawa, ul. Dzielna 72, tel. 11.94-77, 11.94-78 i 11.94-88.

**Fabryka Aparatów Elektrycznych Krajowy Przemysł Elektryczny „S. K. W.” Sp. Akc.** Warszawa, Okopowa 19 (gmachy własne), tel. 234-26, 234-53, 683-77 i 645-31.

## Kondensatory.

„Hydra”, Berlin. Gen. Reprezentant: Biuro Techn.-Handl. M. Godlewski, Warszawa, ul. Krucza 3, tel. 860-44.

## Kotły do gotowania chemikalii.

„Elektrotermia”, Warszawa, Nowy Świat 61, tel. 527-08.

## Kuchenki elektryczne.

**Bracia Borkowscy Zakł. Elektr. Sp. Akc.** Fabr. i Zarz. Warszawa, Grochowska 306/308, tel. 10-02-98. Sklepy własne: Jerozolimska 6, tel. 642-79 i Marszałkowska 129, tel. 310-50.

## Kwas siarkowy do akumulatorów.

**Z. A. T. Zakłady Akumulatorowe syst. „TUDOR” Sp. Akc.** Warszawa, Złota 35, tel. centrala: 5.62-60. Oddziały: (patrz rubryka Akumulatory).

## Lampy.

**Bracia Borkowscy Zakł. Elektr. Sp. Akc.** Fabr. i Zarz. Warszawa, Grochowska 306/308, tel. 10-02-98. Sklepy własne: Jerozolimska 6, tel. 642-79 i Marszałkowska 129, tel. 310-50.

**A. Marcinia, S. A. (fabr.)** Warszawa. Zarząd i fabryka, ul. Wronia 23, tel. 595-72 i 592-02. Sklep, ul. Bracka 4, tel. 960-55.

**Nowik i Serejski, Fabryka Lamp**, Warszawa, Elektoralna 20, tel. 670-89.

## Maszyny elektryczne (silniki, prądnice, przetwornice).

„Elektrobudowa”, Wytwórnia Maszyn Elektrycznych, S. A., Łódź, ul. Kopernika 56/58, tel. 111-77 i 191-77.

„Elektromotor”, Warszawa, Leszno 61, tel. 11.21-33.

„Elin”, Polski Przemysł Elektr., Sp. z o. o., Kraków, Kopernika 6, Warszawa, Jaworzyńska 8, Lwów, Zimorowicza 15.

**Fabryka Maszyn i Aparatów Elektrycznych, A. Grzywacz**, Warszawa, ul. Złota 24, tel. 584-80.

**Fabryka Motorów Elektr. L. Korewa**, Warszawa, Syreny 7, tel. 500-95.

**K. i W. Pustola**, Warszawa 4, Jagiellońska 4—6 tel. 10-33-30 i 10-33-26.

**Georg Schwabe. Najstarsza w Kraju Fabryka Silników**, Bielsko — Śląsk, tel. Bielsko 2828.

## Maszyny do spawania elektrycznego.

„Elin”, Polski Przemysł Elektr., Sp. z o. o., Kraków, Kopernika 6, Warszawa, Jaworzyńska 8, Lwów, Zimorowicza 15.

**Warszawska Wytwórnia Maszyn i Spawarek Elektrycznych**, Warszawa, Żytła 20, tel. 621-81.

## Materiały instalacyjne.

**Bracia Borkowscy Zakł. Elektr. Sp. Akc.** Fabr. i Zarz. Warszawa, Grochowska 306/308, tel. 10-02-98. Sklepy własne: Jerozolimska 6, tel. 642-79 i Marszałkowska 129, tel. 310-50.

**Spółka Akcyjna Przemysłu Elektrycznego „Czechowice” w Czechowicach, Śląsk Cieszyński.**

## Materiały izolacyjne, stętyłowe i porcelanowe.

„Artepor”, Kraków, ul. Jagiellońska 9, telefon Nr. 107-87.

## Materiały prasowane dla celów elektro- i radio-technicznych.

„Elektroautomat”, Zakłady Elektrotechniczne, Warszawa, ul. Dzielna 72, tel. 11.94-77, 11.94-78 i 11.94-88.

**Jan Makowski, Fabryka Materiałów Prasowanych i Elektrotechnicznych**, Łódź, Sienkiewicza 78, tel. 182-94.

**Paweł Zauder i S-ka (fabr.)**, Łódź, Sienkiewicza 163, tel. 187-06.

## Mieszanki fenolowo-formalinowe dla celów elektrotechnicznych, galanteryjnych i inn.

**Lignoza, Spółka Akcyjna**, Katowice, Dworcowa 13, tel. 339-81.

## Naprawa i przewijanie maszyn elektrycznych.

„Elektro-Pretsch”, Poznań, Stroma 23. **Fabryka Motorów Elektr. L. Korewa**, Warszawa, Syreny 7, tel. 500-95.

## Naprawa przyrządów pomiarowych.

„Era” Polskie Zakłady Elektrotechniczne S. A. Zarząd i Fabryka Włochy p/Warszawą, tel. 548-88.

## Nastawniki, elektromagnesy i t. p.

„Elektroautomat”, Zakłady Elektrotechniczne, Warszawa, ul. Dzielna 72, tel. 11.94-77, 11.94-78 i 11.94-88.

## Ograniczniki prądu.

**Inż. Józef Imasz, Fabryka Aparatów Elektrycznych**, Łódź, ul. Piotrkowska 255, tel. 138-96 i 111-39.

**Jan Makowski, Fabryka Materiałów Prasowanych i Elektrotechnicznych**, Łódź, Sienkiewicza 78, tel. 182-94

## Oporniki dokładne.

**Inż. J. Zubko**, Brwinów.

## Oporniki suwakowe.

„Elektrotermia”, Warszawa, Nowy Świat 61, tel. 527-08.

## Piece elektryczne.

**Bracia Borkowscy Zakł. Elektr. Sp. Akc.** Fabr. i Zarz. Warszawa, Grochowska 306/308, tel. 10-02-98. Sklepy własne: Jerozolimska 6, tel. 642-79 i Marszałkowska 129, tel. 310-50.

**Inż. J. Zubko**, Brwinów.



## Piece elektryczne dla przemysłu metalowego.

Bracia Borkowscy, Zakł. Elektro-techn. S. A. (fabr.) Warszawa, Al. Jerozolimska 6, tel. 642-79.

## Piece elektryczne przemysłowe i laboratoryjne

Bracia Borkowscy Zakł. Elektr. Sp. Akc. Fabr. i Zarz. Warszawa, Grochowska 306/308, tel. 10-02-98. Sklepy własne: Jerozolimska 6, tel. 642-79 i Marszałkowska 129, tel. 310-50.

Technika Hartownicza, Inż. A. Sierzputowski i S-ka, Warszawa, Rakowiecka 9, tel. 443-71.

## Pirometry.

Inż. J. Zubko, Brwinów.

## Pomoce szkolne

„WAT”—Władysław Arnold Trembliński, Wytw., W-wa, Bema 91, tel. 28775.

## Prostowniki

„Elin”, Polski Przemysł Elektr., Sp. z o. o., Kraków, Kopernika 6, Warszawa, Jaworzyńska 8, Lwów, Zimorowicza 15.

## Prostowniki stykowe

Inż. J. Rodkiewicz (wytwórnia), Warszawa 36, ul. Podchorążych 57, tel. 722-80.

Westinghouse, London, Gen. Reprez. „Zetwest”, S. A. Warszawa, Jasną 8, tel. 613-24 (Składy w Warszawie).

## Przełączniki z gwiazdy w trójkąt.

Inż. J. Reicher i S-ka, Łódź, ul. Południowa 28.

Paweł Zauder i S-ka (fabr.), Łódź, Sienkiewicza 163, tel. 187-06.

## Przewody.

„Centroprzewód”, Warszawa, Królewska 23, tel. 340-31, 340-32, 340-33, 340-34.

## Przyrządy pomiarowe elektryczne.

Chauvin Arnoux, Fabryka Aparatów Pomiarowych Elektrycznych w Polsce, Warszawa, ul. Górnośląska 26.

„Era” Polskie Zakłady Elektrotechniczne S. A. Zarząd i Fabryka Włochy p/Warszawę, tel. 548-88.

Hartmann & Braun, Przedstawicielstwo: Biuro Elektrotechniczne Michał Zucker, Jan Straszewicz, Warszawa, Marszałkowska 119, telef. 274-84 i 609-98.

„Polam” — W-wa, Wilcza 47 m. 3, tel. 927-64.

## Reflektory (daszki) emal-jowane.

Leon Bytner, Emaljerna i Wytłaczalnia „Tytan”, Poznań 10, ul. Wrzesińska 2.

## Silniki elektryczne.

(patrz dział „Maszyny elektryczne”).

## Syreny elektryczne alarmowe.

Fabryka Maszyn i Aparatów Elektrycznych, A. Grzywacz, Warszawa, ul. Złota 24, tel. 584-80.

K. i W. Pustola, Warszawa 4, Jagiellońska 4—6 tel. 10-33-30 i 10-33-26.

## Szczotki węglowe.

„Elektro-Pretsch”, Poznań, Stroma 23. A. Hoerschelmann i S-ka, Sp. z o. o. Warszawa, Wspólna 44, tel. 958-85

## Szkoło do oświetlenia i potrzeb technicznych.

Huta i Rafinerja Szkła „Targówek” Kazimierz Klimczak i Synowie, Warszawa, ul. Orła 7, tel. 251-62.

## Transformatory.

„Elektroautomat”, Zakłady Elektrotechniczne, Warszawa, ul. Dzielna 72, tel. 11.94-77, 11.94-78 i 11.94-88.

„Elektrobudowa”, Wytwórnia Maszyn Elektrycznych, S. A., Łódź, ul. Kopernika 56/58, tel. 111-77 i 191-77.

Fabryka Maszyn i Aparatów Elektrycznych, A. Grzywacz, Warszawa, ul. Złota 24, tel. 584-80.

K. i W. Pustola, Warszawa 4, Jagiellońska 4—6 tel. 10-33-30 i 10-33-26.

## Wentylatory.

Bracia Borkowscy Zakł. Elektr. Sp. Akc. Fabr. i Zarz. Warszawa, Grochowska 306/308, tel. 10-02-98. Sklepy własne: Jerozolimska 6, tel. 642-79 i Marszałkowska 129, tel. 310-50.

Fellchenfeld Adam, Inż. Warszawa, Zielna 11, tel. 527-01.

## Wyłączniki automa-tyczne.

„Elektroautomat”, Zakłady Elektrotechniczne, Warszawa, ul. Dzielna 72, tel. 11-94-77, 11-94-78 i 11-94-88.

Fabryka Aparatów Elektrycznych Krajo-  
wy Przemysł Elektryczny „S. K. W.”  
Sp. Akc. Warszawa, Okopowa 19  
(gmachy własne), tel. 234-26, 234-53,  
683-77 i 645-31.

## Żarówki.

„Tungsram”, Zjednoczona Fabryka Żarówek S. A., Warszawa, ul. 6-go Sierpnia 13, telefon: 803-00 centrala. Przedstawicielstwa: Bydgoszcz, St. Ustynowicz, ul. Gamma 2; Gdańsk, Edward Schimmel, ul. Dominikswall 8; Gdynia, Włodzimierz Morozewicz, ul. Świętojańska 37 m. 1, skrz. poczt. 175; Katowice: E. M. Busbach, ul. Reymonta 6; Kraków: Biuro Sprzedaży, ul. Szewska 17; Lwów, Wilhelm Bojko, ul. Gródecka 18; Łódź: D. H. Wł. Kirszbraun, ul. Piramowicza 2; Łuck, A. Szejner, ul. Kordeckiego 2; Poznań: inż. Henryk Segal, Pl. Działowy 6; Wilno: S. Esterowicz, ul. Zawalna 16.

## Żyrandole.

Bracia Borkowscy Zakł. Elektr. Sp. Akc. Fabr. i Zarz. Warszawa, Grochowska 306/308, tel. 10-02-98. Sklepy własne: Jerozolimska 6, tel. 642-79 i Marszałkowska 129, tel. 310-50.

A. Marcinia, S. A. (fabr.) Warszawa. Zarząd i fabryka, ul. Wronia 23, tel. 595-72 i 592-02. Sklep, ul. Bracka 4, tel. 960-55.

Nowik i Serejski, Fabryka Lamp, Warszawa, Elektoralna 20, tel. 670-89.

## RADJOTECHNIKA

## Lampy radiowe.

„Tungsram”, Zjednoczona Fabryka Żarówek S. A., Warszawa, ul. 6-go Sierpnia 13, tel. 803-00. Przedstawicielstwa: Bydgoszcz: St. Ustynowicz, ul. Gamma 2; Gdańsk: Edward Schimmel, ul. Dominikswall 8; Gdynia: Włodzimierz Morozewicz, ul. Świętojańska 37 m. 1, skrz. poczt. 175; Katowice: E. M. Busbach, ul. Reymonta 6; Kraków: Biuro Sprzedaży, ul. Szewska 17; Lwów, Wilhelm Bojko, ul. Gródecka 18; Łódź: D. H. Wł. Kirszbraun, ul. Piramowicza 2; Łuck, A. Szejner, ul. Kordeckiego 2; Poznań: inż. Henryk Segal, Pl. Działowy 6; Wilno: S. Esterowicz, ul. Zawalna 16.



## NOWINY ELEKTROTECHNICZNE.

**RZADKI WYPADEK KATASTROFY LODOWEJ W ELEKTROWNI NA NIAGARZE.** Na skutek ruchu wielkich ilości lodów utworzył się 26 stycznia ub. r. na rzece Niagara (Ameryka Północna), poniżej wodospadu, olbrzymi zator dzięki czemu poziom wody w rzece podniósł się o 14 metrów powyżej normalnego. Na skutek tego woda wraz z olbrzymią masą lodu przedostała się do hali maszyn elektrowni wodnej Ontario (moc zainstalowana 175 000 KM), zatapiając wszystkie jej zespoły poziome.

Po obniżeniu się poziomu wody, w hali maszyn pozostało 7 000 ton lodu (rys. 1), pod zwalami którego na głębokości 3 m znajdowały się turbiny oraz generatory elektrowni w liczbie 7 prądnic o żłobkach półzamkniętych oraz 8 prądnic o żłobkach otwartych; 3 spośród tych generatorów — o mocy po 7 500 kVA, jednaście — po 8 770 kVA oraz jeden o mocy 15 000 kVA; wszystkie — trójfazowe, na napięciu robocze 12 kV i napędzane za pomocą poziomych turbin wodnych 187,5 obr./min.



Rys. 1.  
Fragment hali maszyn elektrowni Ontario w czasie katastrofy lodowej.

Do likwidacji skutków tej, nie mającej sobie równej, katastrofy przystąpiono natychmiast po opadnięciu poziomu wody. Przede wszystkim usunięto lód z hali maszyn — za pomocą łopaty mechanicznej oraz taśmowego transportera. Następnie do sali maszyn została doprowadzona energia elektryczna; jednocześnie naprawiono dźwig, po czym przystąpiono do usuwania z powierzchni uzwojeń maszyn smarów mineralnych, które w olbrzymiej ilości 70 ton rozlały się w chwili katastrofy po całej maszynowni. Smary usuwano z powierzchni cewek przez zmywanie ich specjalnymi rozтворami i rozpuszczalnikami.

Na uwagę zasługują sposoby suszenia maszyn, jakie zastosowano przed ponownym ich uruchomieniem. Prądnice o żłobkach otwartych suszono najpierw gorącym powietrzem, a następnie — za pomocą prądu zwarcia. W tym celu każda z omawianych prądnic została przykryta specjalnym pokrowcem z azbestową izolacją cieplną. Ogrzane powietrze wytwarzano przy pomocy elektrycznego grzejnika o mocy 125 kW, przez który przedmuchiwano je w ilości 110 m<sup>3</sup>/min — za pomocą wentylatora napędzanego silnikiem o mocy 3 KM. Prawidłowość obiegu gorącego powietrza kontrolowano za pomocą 18 termopar. Ocena stopnia wilgotności (z dokładnością do 0,5%) powietrza wchodzącego i wychodzącego spod pokrowca była dokonywana dość oryginalnym sposobem, polegającym na jej określeniu metodą kolejnego ochładzania i „pocenia się” polerowanej powierzchni metalu. W czasie suszenia prądnice oddawały do 9 kg wody w ciągu godziny. Temperatura włączanego (ogrzanego) powietrza wynosiła ok. 125° C przy temperaturze uzwojeń ok. 85° C.

Taki przebieg suszenia każdej z prądnic o żłobkach otwartych trwał bez przerwy ok. tygodnia — dopóki

oporność uzwojeń wirnika nie osiągnęła wartości ok. 400 Ω. Następnie wirniki prądnic napędzano w ośrodku ogrzanego powietrza od 2 do 3 tygodni, po czym dopiero odbywało się suszenie uzwojeń stojana prądem zwarcia. Cały proces suszenia tych prądnic trwał do 2 miesięcy, wskutek czego pierwsza z nich została uruchomiona dopiero w końcu kwietnia.

Inny zupełnie sposób suszenia zastosowano przy prądnicach o półzamkniętych żłobkach stojana (oprócz generatora 15 000 kVA); suszono je mianowicie przy użyciu próżni. W tym celu na prądnicach zmontowano specjalne, szczególnie dopasowane, tarcze boczne z blachy żelaznej, przy czym wszystkie wylotowe otwory powietrzne w statorze stojana hermetycznie zamknięto. W ten sposób cała prądnica stawała się swego rodzaju kotłem próżniowym.

Przebieg suszenia prądnicy był tu następujący: początkowo wtłaczano w ciągu doby do wewnątrz prądnicy ogrzane powietrze, wskutek czego temperatura metalowych jej części stopniowo wzrastała, dochodząc do 85° C. Następnie — w ciągu drugiej doby — wytwarzano stopniową próżnię dochodzącą do 660 mm słupka rtęci; jednocześnie regulowano temperaturę uzwojenia prądnicy, doprowadzając do zacisków uzwojenia stojana napięcie 250 V; odpowiadało to mocy ok. 50 kW. Temperatura uzwojeń była utrzymywana stale o 10° C poniżej punktu parowania wody przy odpowiednim ciśnieniu. Przy tym sposobie suszenia trwało ono zaledwie 3 doby.

Ogólny koszt doprowadzenia prądnicy z powrotem do stanu używalności wynosił zaledwie ok. 10% wydatków, połączonych z ewent. przewinięciem prądnicy, nie mówiąc już o znacznym skróceniu terminu ponownego uruchomienia elektrowni — dzięki zastosowaniu wspomnianych wyżej sposobów suszenia. (Electrical News and Engineering. Zeszyty 4 i 10/1938 r.).

**NOWY TYP WENTYLATORA DLA DUŻYCH POMIESZCZEŃ.** W dążeniu do połączenia wymogów higieny ze względami estetyki — amerykański przemysł budowy wentylatorów tworzy coraz to nowe ich modele. Dzięki swym wykwintnym i oryginalnie pomyślanym kształtom wentylatory te nie tylko nie szpecą wnętrz reprezentacyjnych, teatralnych czy mieszkalnych, lecz stanowią pewien specjalny moment dekoracyjny. Przykładem takiego wentylatora o linii wybitnie estetycznej może być pokazany na rys. 2 wentylator, którego skrzydła zbudowane są na kształt płatków koniczyny wzgl. jakiegoś egzotycznego kwiatu. Odpowiednio pomalowany i umieszczony na wierzchołku smukłego statywu o estetycznej podstawie wentylator ten stanowi urządzenie bardzo stosowne dla dużych hallów, sal reprezentacyjnych, salonów, teatrów i in.

Moc wentylatora przyłączonego do kontaktu ściennego za pomocą zwykłego sznura zakończonego wtyczką, wynosi 1/16 KM. Wentylator posiada regulację obrotów (kilka szybkości dla różnych intensywności przewietrzania). Precyzyjna budowa wentylatora (silnik na łożyskach kulkowych) oraz zastosowanie stosunkowo małej szybkości obrotów przy dużej powierzchni skrzydeł — zapewnia cichą, bezszmerową pracę wentylatora. (Guide of Importers — New York. Zeszyt 1/1939 r.).



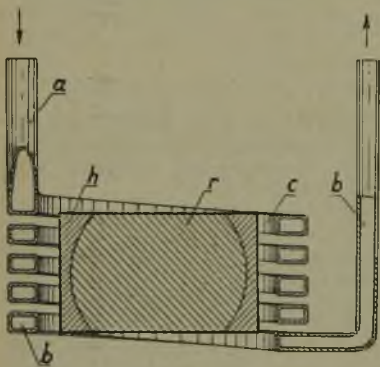
Rys. 2.  
Widok nowego rodzaju wentylatora.

**HARTOWANIE PRZY POMOCY PRĄDÓW SZYBKOKOZMIENNYCH.** Należyte przeprowadzenie hartowania odgrywa w nowoczesnej technice budowy maszyn, a zwłaszcza w przemyśle zbrojeniowym, lotniczym i samochodowym olbrzymią rolę. Badania wykazują, że hartowanie stosowanym dotychczas sposobem — przez podgrzewanie całego przedmiotu hartowanego — nie zawsze daje dobre wyniki, gdyż powoduje wzrost twardości wewnątrz całego przedmiotu, co zmniejsza jego sprężystość, a jednocześnie zwiększa kruchość.



Poszukiwania nowego, bardziej doskonałego, sposobu hartowania dały wyniki dodatnie, wynaleziono bowiem parę lat temu w Stanach Zjednoczonych A. P. i w Z. S. R. R. sposób hartowania powierzchniowego — za pomocą prądów szybkozmiennych, czyli prądów wysokiej częstotliwości. Sposób ten polega na wywołaniu przepływu prądu szybkozmiennego w hartowanym przedmiocie — bądź przez bezpośrednie włączenie tego przedmiotu w obwód prądu, bądź też drogą wzbudzenia — przez indukcję — w hartowanym przedmiocie prądów szybkozmiennych w postaci prądów wirowych. Odbywa się to w ten sposób, że hartowany przedmiot umieszcza się wewnątrz specjalnej cewki grzejnej, przez którą przepływa prąd szybkozmienny, wywołując naokoło niej pole magnetyczne; na skutek indukcji zostają wzniecone w przedmiocie, umieszczonym w tym polu, szybkozmiennie prądy wirowe; prądy te, skupiając się bliżej powierzchni hartowanego przedmiotu, nagrzewają (zależnie od częstotliwości) cieńszą lub grubszą jego warstwę.

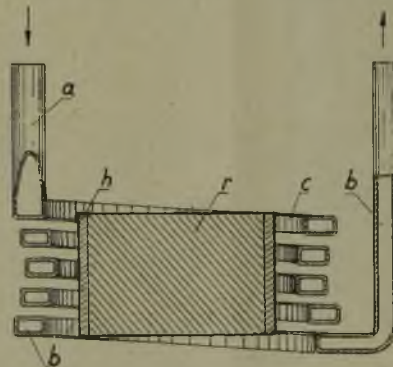
Ważniejsze zalety hartowania przy pomocy prądów szybkozmiennych są następujące: 1. ciepło wydzielają się jedynie w obszarze wymagającym zahartowania, przy czym pozostałe części przedmiotu (głównie na skutek b. krótkiego czasu trwania nagrzewania — kilku zaledwie sekund) nie zdążą po prostu się zagrzać; 2. można dokładnie i łatwo regulować grubość hartowanej warstwy; 3. możemy hartować tym sposobem przedmioty o b. skomplikowanych kształtach, jak np. wały korbowe,



Rys. 3.

Nierównomierne zahartowanie walca przy pomocy cewki grzejnej.

a i b — rura miedziana, z której wykonana jest cewka grzejna c; r — hartowany walec; h — warstwa zahartowana na powierzchni walca.



Rys. 4.

Cewka grzejna do równomierne- go hartowania walca.

koła zębate, frezy, matryce itd.; 4. mamy możliwość z góry nastawić i zautomatyzować — przy obróbce masowej — takie wielkości, jak: grubość hartowanej warstwy, temperaturę oraz czas hartowania i inn., umożliwiając przy tym przeprowadzenie tzw. hartowania „wysokowarstościowego“ bez przepalania powierzchniowej warstwy przedmiotu.

Częstotliwości prądu przy hartowaniu sposobem „elektrycznym“ stosuje się — zależnie od potrzeby — od 2.000 do 200.000 okr./sek. i wyżej. Źródła prądu mogą być stosowane zarówno maszynowe, jak i lampowe, przy czym generatory lampowe (jak w radiotechnice) są używane przy bardziej wysokich częstotliwościach.

Jeżeli chodzi o cewkę grzejną, to kształt jej zależy od wielu czynników, a m. inn. od kształtu hartowanego przedmiotu oraz zahartowanej warstwy. Na rys. 3 pokazana jest (w przekroju) cewka grzejna przeznaczona do hartowania przedmiotu r w kształcie walca; z pewnych przyczyn (których bliżej nie poruszamy) gęstość prądów wirowych, wznieconych w walcu przez cewkę grzejną c, będzie na końcach walca znacznie większa, aniżeli w środkowej jego części, wskutek czego końce walca nagrzewać się będą więcej i warstwa zahartowana h posiadać będzie niejednakową grubość. Cewka grzejna wykonana jest z rury miedzianej a, chłodzonej wewnątrz (b) wodą. Chcąc, aby walec r został zahartowany rów-

nomiernie na całej swej powierzchni, należy nadać cewce grzejnej kształt pokazany na rys. 4.

Przy hartowaniu przedmiotów o stosunkowo znacznej długości można stosować tzw. hartowanie stopniowe; cewka grzejna wraz z umieszczonym wewnątrz niej hartowanym przedmiotem jest widoczna na rys. 5. W tym przypadku hartowany przedmiot jest stopniowo przesuwany względem cewki grzejnej, co powoduje nagrzanie do temperatury hartowania coraz to innej części jego powierzchni, a następnie jej ochłodzenie. Do hartowania płaszczyzn stosowane są płaskie cewki grzejne przesuwane wzdłuż tych płaszczyzn; podobnie istnieją specjalne cewki do hartowania szyn kolejowych itp.

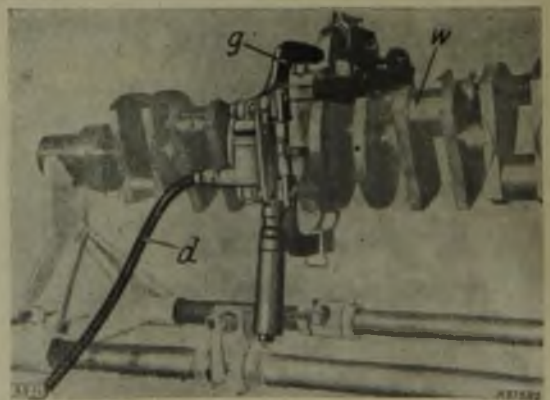


Rys. 5.

Cewka grzejna wraz z umieszczonym wewnątrz niej hartowanym walcem.

Godne uwagi jest hartowanie wałów korbowych, stanowiących, jak wiadomo, b. odpowiedzialną część silników spalinowych. Stosunkowo znaczna moc grzejna, jaka jest potrzebna, aby powierzchnię czopu wału korbowego w ciągu ok. 4 sekund zagrzać do temperatury hartowania, wymaga ześrodkowania prądów wirowych na stosunkowo małym obszarze. Dlatego też cewka grzejna składa się tu z jednego tylko zwoju, przyłączonego do zacisków źródła prądu; cewka ta, wykonana w postaci specjalnej głowicy grzejnej, obejmuje czop wału, poddawany hartowaniu.

Niedawno została uruchomiona w Niemczech instalacja do masowego hartowania wałów korbowych prądami szybkozmiennymi. Źródło prądu wysokiej częstotliwości stanowi tu jednofazowa prądnicą o mocy 100 kVA, na napięcie 450 — 600 V, o częstotliwości 3.000 okr./sek. Generator ten zasila 2 transformatory o cewkach chłodzonych wodą; wtórne uzwojenia tych transformatorów składają się z jednego tylko zwoju i są połączone przewodami (d — rys. 6) z dwudzielnymi głowicami grzejnymi g, ukształtowanymi w postaci miedzianych panewek obejmujących hartowany czop wału w. Proces hartowania jest prawie całkowicie zautomatyzowany — przy pomocy b. czułych przełączników; czas nagrzewania każdego z czopów wału trwa ok. 4 sek. Instalacja umożliwia zahartowanie — w ciągu godziny — 40 wałów korbowych o 8-miu hartowanych czopach każdy.



Rys. 6.

Hartowanie wału korbowego przy pomocy prądów szybkozmiennych.

(Przegląd Elektrotechniczny. Zeszyty 3 i 4/1939 r. oraz AEG — Mitteilungen. Zeszyt 3/1939 r.)



### OŚWIETLENIE ZABYTKÓW MIASTA ROUEN.

Wielu turystów zwiedza Rouen (Francja) — miasto, posiadające liczne zabytki historyczne. Magistrat miasta zrozumiał znaczenie, jakie posiada umiejętne naświetle-

flektor wytwarza strumień świetlny o natężeniu 62 000 lumenów dając światłość osiową 15 000 świec. Do naświetlania szczytu wieży oraz stron południowych wieży „Beurre“ katedry zainstalowano 9 projektorów, rozmie-



Rys. 7.  
Naświetlenie fasady katedry m. Rouen.



Rys. 9.  
Wieża główna kościoła Saint - Ouen w oświetleniu reflektorów.

nie gmachów dla propagandy turystyki, i zrealizował szereg imponujących naświetleń fasad najciekawszych gmachów w mieście. Naświetlono następujące obiekty o dużej wartości architektonicznej: katedrę (fasadę i szczyt wieży), kościół Saint-

Maclou (fasadę oraz szczyt wieży), kościół Saint-Ouen (wieżę główną), Pałac Sprawiedliwości (wewnętrzne podwórze) oraz Wielki Zegar Wieżowy i jego dzwonnice.

Ponieważ administracja gmachów zabytkowych miasta zabroniła umieszczać naświetlacze na naświetlanych gmachach, ustawiono je na dachach przeciwnych domów.

Każdą grupę naświetlaczy zapala się z jednego miejsca — w drodze sterowania z odległości za pomocą przycisków umieszczonych w skrzyneczkach zamontowanych na ulicy. Miało to na celu ułatwienie zapalania i gaszenia naświetlaczy. W niektórych przypadkach wyłącznik umieszczano przy wyjściu kabla ze stacji transformatorowej.

**Katedra.** Katedrę naświetlono 36-ma naświetlaczami o mocy 3 kW każdy. Każdy re-

szczonych w następujący sposób: 7 spośród nich skierowano na wieżę, z czego 4 — na części metalowe, 3 zaś — na podmurowanie kamienne, 2 naświetlacze skierowano na część południową wieży „Beurre“ (rys. 7).

**Kościół Saint-Maclou.** Do oświetlenia tego kościoła zainstalowano w sumie 9 naświetlaczy, rozmieszczonych w następujący sposób: 6 z pośród nich ustawiono na dachu przeciwległego domu, z czego dwa skierowano na szczyt fasady kościoła, 4 zaś — na inne jej części. Poza tym ustawiono jeden naświetlacz specjalnie do naświetlania bramy głównej oraz 2 reflektory do naświetlania południowej nawy (rys. 8).



Rys. 8.  
Kościół Saint - Maclou.



Rys. 10.  
Naświetlenie Pałacu Sprawiedliwości.

**Kościół Saint-Ouen.** Do naświetlania wieży głównej kościoła Saint-Ouen użyto 6 naświetlaczy, z których 3 umieszczono na gmachu magistratu i skierowano na północną i zachodnią stronę wieży kościoła, 3 zaś naświet-



lacze skierowano na zachodnią i południową stronę wieży (rys. 9).

**Pałac Sprawiedliwości.** Wewnętrzne podwórze tego gmachu naświetlono 9 naświetlaczami o mocy 1000 watów każdy; naświetlacze umieszczono w ziemi, ukrywając je przed okiem przechodnia (rys. 10).



Rys. 11.

Naświetlenie wielkiego zegara wieżowego i dzwonnicy.

**Wielki zegar wieżowy oraz jego dzwonnica.** Zegary słoneczne, umieszczone po obu stronach wielkiego zegara wieżowego, naświetlono naświetlaczami po 1000 watów każdy. Ponadto zużyto jeszcze 2 prożektory — jeden o mocy 1000 watów, drugi zaś o mocy 3000 watów, skierowane jednocześnie na wewnętrzną część dzwonnicy oraz na tzw. „fontannę miłości“ (rys. 11).

(B. I. P. Zeszyt 8/1938 r.).

## SKRZYŃKA TECHNICZNA.

Od Redakcji :

Skrzynka Techniczna udziela porad tylko stałym Czytelnikom „Wiadomości Elektrotechnicznych“, którzy nie zalegają z opłatą prenumeraty.

**p. PALUS STEFAN, Kraków, ul. Barska 50.** Pytanie. W jaki sposób można zastrzec wykonywanie instalacji oświetlenia elektrycznego w mieszkaniu?

Chcąc uniknąć konkurencji, postanowiłem zastrzec (względnie opatentować) pewną instalację; jednakże fabryka, w której zamówiłem puszki wg własnego mego wzoru, może je wypuścić na rynek i wówczas każdy instalator miałby możliwość ich nabywania i wykonywania instalacji mego pomysłu.

Proszę o wskazanie, czy można w ogóle opatentować lub zastrzec wykonywanie instalacji elektrycznych?

Odpowiedź. Jeżeli chodzi o nowe pomysły przy rozwiązywaniu technicznym pewnego zagadnienia, to można uzyskać:

- a — patent na wynalazek, albo
- b — wzór użytkowy\*).

Patenty na wynalazki są nadawane przez Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej (skrót U. P. R. P.) —

\*) Często zachodzi pomieszenie pojęć „wzór użytkowy“ i „znak ochronny“. Są to rzeczy różne; znak ochronny jest to marka fabryczna, umieszczana na towarze, wyrobie, opakowaniu, drukach firmowych i reklamach i jest prawnie strzeżona.

na nowe rozwiązania zagadnień technicznych\*). Patenty dotyczą spraw poważniejszych, zawierających myśl zasadniczą, która może być realizowana w wielu odmianach; wzory użytkowe natomiast dotyczą drobniejszych spraw technicznych, stanowiących pojedyncze konkretne rozwiązania. Poza tym wzory użytkowe dotyczą wyrobów artystycznych, w tym jednak przypadku kwestii tej nie będziemy brali pod uwagę.

Patenty na wynalazki mogą być nadawane na:

- a) — pewną konstrukcję lub urządzenie;
- b) — na system (kombinacja nowych lub znanych już urządzeń);
- c) — na punkt a i b łącznie;
- d) — na sposób produkcji.

Wyjaśnimy to na przykładach. Do pozycji a) należą takie np. patenty, jak: „Maszyna do przedzenia lnu“; „Urządzenie do odbijania kamienia kotłowego“ lub np. „Wóz o napędzie raketowym“. Patenty te zastrzegają wyrób samych maszyn lub urządzeń, pozostawiając ich instalowanie i pracę na nich komu innemu.

Do pozycji b) należą takie np. patenty, jak: „System jednoczesnego przesyłania 4 rozmów telefonicznych na jednej parze przewodów“; „System sygnalizacji przeciwwłamaniowej“ itp. W tym przypadku na mocy patentu powstaje prawo wyłączności w instalowaniu tych urządzeń.

Do pozycji c) należą patenty, obejmujące pozycje a) i b) łącznie, jak np. „System automatycznego sterowania silników elektrycznych, zwłaszcza w lokalnych instalacjach wodociągowych oraz przekładnik do tego systemu“. W tym przypadku na mocy patentu powstaje prawo wyłączności w instalowaniu urządzenia oraz w fabrykacji jego części składowych.

Do pozycji d) należą takie patenty, jak: „Sposób wytwarzania sztucznego grafitu“; „Sposób wytwarzania syntetycznej gumy“ itp. Na mocy takich patentów powstaje wyłączność w korzystaniu z metody produkcji, która jest realizowana w jednej lub kilku fabrykach.

Do wzorów użytkowych nadają się pomysły na pojedyncze drobniejsze konkretne rozwiązania np.: „Wygodny w użyciu, trzonek do pilnika“; „Lekka oprawa do piły ręcznej“; „Trzymak do przedmiotów gorących“ itp. Należać też tu mogą wyroby artystyczne, jak np. „Czterobarwny rysunek kilimu oparty na wzorach ludowych“ itp.

Uzyskanie wzoru użytkowego jest szybsze i tańsze aniżeli patentu na wynalazek.

W odniesieniu do omawianego przypadku najracjonalniejszym wydawałoby się opatentować pomysł Pana, jako system instalacji w lokalach mieszkalnych oraz sprzęt montażowy potrzebny do wykonywania tego systemu.

Należy jednak zaznaczyć, że po otrzymaniu patentu, o ile w przedziale trzech lat nie będzie go Pan stosował w zakresie pokrywającym całkowite zapotrzebowanie w kraju, patent traci ważność, wobec czego inni będą mogli stosować ten sam system. Rozpatrując sprawę z tego punktu widzenia, należałoby opatentować tylko puszkę (wzgl. inne części składowe o ile one są), gdyż będzie je Pan mógł fabrykować w nieograniczonej ilości (sam lub zlecając dowolnej fabryce) i sprzedawać na terenie całej Polski. Czas trwania patentu wynosi 15 lat.

Aby uzyskać patent należy:

a) wnieść (prześłać) podanie do Urzędu Patentowego Rzeczypospolitej Polskiej (Warszawa, Elektoralna 2) z wyraźnie sformułowanym wnioskiem o udzielenie patentu na wynalazek;

b) dołączyć do podania 2 egzemplarze opisu wynalazku;

c) dołączyć do podania 2 egzemplarze rysunków;

d) wpłacić na konto P. K. O. Nr. 30400 kwotę 35 złotych tytułem opłaty za zgłoszenie wynalazku; w rubryce „właściciel konta“ należy wpisać „Centralna księgowość Ministerstwa Skarbu — Warszawa“; gdyby wpłata wypadła po 1 kwietnia wspomnianą kwotę należy wpłacić — na konto Urzędu Patentowego Rz. P. w P. K. O. Nr. 30577. Sposób składania podania jest następujący: podanie i opisy techniczne należy wypełniać tylko po jednej stronie arkusza (tylna strona arkusza

\*) Za nowy uważa się pomysł wtedy, gdy przed datą zgłoszenia do opatentowania nie był on ogłoszony w druku w sposób o tyle jasny i jawny, że każdy znawca rzeczy mógł go w przemyśle zastosować.



wolna) — bądź pismem maszynowym z opuszczeniem jednego wiersza (z interlinią) — z pozostawieniem z lewej strony marginesu o szerokości 5 cm. albo też b. wyraźnym pismem odręcznym z takim samym marginesem.

Opis winien zawierać: a) nazwę wynalazku; b) imię i nazwisko oraz miejsce zamieszkania zgłaszającego; c) opis wynalazku oraz d) zastrzeżenia patentowe \*).

Rysunki muszą być sporządzone jak następuje: a) jeden egzemplarz na trwałym białym papierze — grubym lub podklejonym na płótnie; b) jedna kopia wykreślona tuszem na kalce płóciennej. Rysunki nie powinny zawierać żadnych napisów prócz: a) kolejnej numeracji figur, pisanej liczbami arabskimi (fig. 1, fig. 2. fig. 3 itd.); b) oznaczenia poszczególnych części konstrukcyjnych i schematowych literami łacińskimi (A, B, C .... f, g, h). Nie można np. tej samej litery używać jednocześnie jako litery dużej (E), w innym zaś znów miejscu, jako małej (e). Rysunki muszą być wykonane czarnym tuszem i nie mogą zawierać innych kolorów. Zarówno podanie, jak i rysunki oraz opisy, winny być sporządzone na arkuszach formatu znormalizowanego, który obecnie wynosi 21 cm × 29 cm.

Po otrzymaniu od Pana podania, opisów rysunków oraz opłaty za zgłoszenie. Urząd Patentowy Rz. P. w przeciągu 1 do 4 dni przesyła Panu **potwierdzenie zgłoszenia wynalazku do opatentowania**. Data tego potwierdzenia jest prawomocna w sporach o pierwszeństwo. Następnie odbywa się badanie nowości wynalazku na podstawie przedłożonych opisów (Urząd Patentowy może wzywać zgłaszającego również do przedłożenia modeli). Badanie to trwa — ze względu na konieczność przestudowania b. dużej nieraz ilości materiałów (również zagranicznych) rok lub półtora roku po czym Urząd Patentowy decyduje o nadaniu patentu lub odmowie. W wypadku nadania patentu wzywa on do złożenia opłaty za druk patentowy. Dla informacji podajemy, że opłata za 1 stronę druku oraz 1 stronę rysunku wynosi ok. zł 50. Należy więc pisać opisy zwięźle, wyczerpująco i krótko.

Za patent należy płacić regularnie **co roku** pewną opłatę, która wzrasta z biegiem czasu trwania patentu.

Poza omówionymi przez nas tzw. patentami głównymi istnieją jeszcze patenty dodatkowe. Jeżeli mianowicie w trakcie eksploatacji patentu głównego dokona Pan jakiegoś ulepszenia swego systemu instalacyjnego lub ulepszenia konstrukcji odnoszącej się do tego systemu, — może Pan wówczas otrzymać na to patent dodatkowy. Za patent dodatkowy opłaca się tylko opłatę jednorazową (na ogół niewielką).

Trudno podać w takiej dziedzinie, jaką jest dziedzina prawa własności niematerialnej (prawo patentowe), jakieś uniwersalne załatwienie sprawy nadające się w każdym poszczególnym przypadku. Toteż nawiązując do swych planów na przyszłość (fabrykacja sprzętu, czy też prowadzenie na szeroką skalę przedsiębiorstwa instalacyjnego) oraz do swych możliwości pieniężnych (prowadzenie przedsiębiorstwa w pojedynkę lub założenie większej spółki), obierze Pan taki sposób patentowania, jaki będzie Panu najlepiej odpowiadał.

A. B.

p. S. — R. Pytanie. Czytałem niedawno w jednym z codziennych pism ogłoszenie o sprzedaży silników elektrycznych, w którym m. inn. było powiedziane do-

\*) **Zastrzeżenia patentowe są najbardziej ważną częścią patentu. Od dobrego sformułowania zastrzeżeń zależy niemożność omięcia patentu. Ze względu na to, że patenty obejmują najróżnorodniejsze dziedziny, nie ma sposobu podania jakiegoś ogólnego wzoru na dobre sformułowanie zastrzeżenia patentowego. Zastrzeżenia patentowe są formułowane zazwyczaj tak. np.:**

1) oliwiarka według wynalazku znamienne tym, że posiada pokrywkę płaską bez części wystających, utrzymaną w pozycji stałej za pomocą sprężyny ukrytej wewnątrz oliwiarki.

2) oliwiarka według zastrzeżenia 1 znamienne tym, że posiada na jednej stronie szkła olustrzenie w kształcie paska, ułatwiającej obserwację poziomu oliwy.

3) oliwiarka według zastrzeżenia 1 znamienne tym, że sprężyna utrzymująca pokrywkę posiada haczyki na obu końcach umożliwiające łatwe i szybkie wymontowanie sprężynki podczas czyszczenia oliwiarki.

słownie: „silniki różnej siły Volt i obrotów...”. Wydaje mi się, że w zdaniu tym coś nie jest w porządku, to też proszę o wyjaśnienie.

Odpowiedź. Przytoczone przez Pana zdanie jest istotnie zredagowane w sposób nie wytrzymały krytyki, to też przypuszczalnie pochodzi od osoby nie posiadającej elementarnych pojęć z zakresu elektrotechniki. A więc przede wszystkim należało powiedzieć o „mocy” silników, a nie o „sile”; poza tym zamiast zapożyczonego z niemieckiego wyrażenia „Volt” należy — w liczbie mnogiej, — używać wyrazu: „woltów”. Prawidłowo należałoby powiedzieć: „silniki o różnych mocach, napięciach i obrotach...”.

Różnego rodzaju dziwołagi ogłoszeniowe są zresztą w pismach codziennych na porządku dziennym, gdyż ogłoszenia o charakterze technicznym przyjmowane są przez administrację tych pism bez żadnej kontroli co do prawidłowości treści, wskutek czego spotyka się tu często rzeczy wręcz niesamowite.

Re.

„J.G.P.” Pytanie. Proszę o podanie prawidłowego sposobu wykonania zwojnic jedno- i wielozłobkowych w maszynie prądu zmiennego.

Odpowiedź. Do uzwojeń prądu zmiennego należą: uzwojenia stojanów maszyn synchronicznych, uzwojenia stojanów i wirników maszyn asynchronicznych oraz uzwojenia stojanów maszyn komutatorowych prądu zmiennego.

W maszynie prądu zmiennego o rodzaju zastosowanego uzwojenia a więc i o sposobie wykonania cewek uzwojenia decydują: wielkość (moc) maszyny, wysokość napięcia oraz kształt złobków.

Z treści zapytania nie możemy sądzić, jaki rodzaj uzwojenia Pana interesuje, z dokładnego zaś omówienia wszystkich rodzajów uzwojeń z powodu braku miejsca — musimy zrezygnować. Omówimy przeto ogólnie ważniejsze rodzaje uzwojeń prądu zmiennego, różniące się pomiędzy sobą sposobem wykonania, bliżej zaś omówimy wykonanie cewek tych uzwojeń, jakie przypuszczalnie może Pan najczęściej spotkać w swej praktyce. Zaznaczamy przy tym, że technika wykonywania uzwojeń w większych fabrykach z jednej, a w małych warsztatach reperacyjnych — z drugiej strony będzie zasadniczo różna, gdyż ostatnie nie posiadają tego rodzaju kosztownych urządzeń, jak nawijarki, specjalne szablony itd.

Pod względem liczby warstw w złobku rozróżniamy uzwojenia **jednowarstwowe** i **dwuwarstwowe**; przy pierwszych w każdym złobku leży jeden bok cewki, przy drugich — dwa boki cewek. Zarówno jedne, jak i drugie uzwojenia, — zależnie od rodzaju przewodów, z których nawinięte są cewki, mogą być **cewkowe** (z drutu, linki lub miedzi prostokątnej o niewielkich przekrojach) lub **prętowe** (z miedzi profilowej o większych przekrojach).

Dwuwarstwowe uzwojenia prądu zmiennego są na ogół zbliżone do uzwojeń prądu stałego, z tą tylko różnicą, że odpada tu komutator oraz, że uzwojenie prądu zmiennego jest otwarte, podczas gdy uzwojenie prądu stałego jest zamknięte. Chcąc więc otrzymać uzwojenie trójfazowe z uzwojenia prądu stałego, należy to ostatnie przeciąć w 6-ciu odpowiednich punktach, aby otrzymać początki i końce trzech faz uzwojenia. Dokładny opis wykonania cewek uzwojeń prądu stałego znajdzie Pan w zeszycie 10 1937 r. „W. E.” na str. 289 i nast. Ponieważ samo wykonanie cewek dla uzwojeń dwuwarstwowych prądu zmiennego różni się nieznacznie od uzwojeń prądu stałego, a ponadto wykonywanie tych cewek również było już omawiane, omówimy poniżej wykonywanie cewek tylko dla **jednowarstwowych** uzwojeń prądu zmiennego, przy czym weźmiemy pod uwagę maszyny ze złobkami półzamkniętymi, gdyż złobki otwarte spotyka się przy maszynach prądu zmiennego stosunkowo rzadko i to tylko przy większych mocach. (wzgl. wyższych napięciach), wobec czego wątpliwe jest, aby miał Pan często z nimi w praktyce do czynienia.

Pod względem wykonania jednowarstwowe uzwojenia możnaby podzielić na:

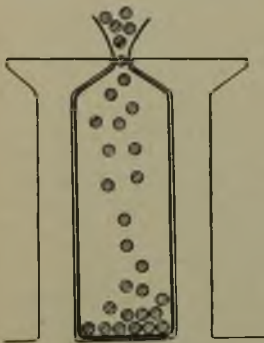
a. w sypywane, — przy których poszczególne przewody (druty) każdej z cewek wkłada się do złobków



przez szparę (przecięcie żłobka między dwoma sąsiednimi żłobkami (rys. 1).

**b. szyte lub przeciągane**, — przy których drut lub linkę przeciąga się przez żłobki z boku w kierunku osiowym, przy czym cewki kształtują się bezpośrednio w samej maszynie.

**c. lutowane**, — przy których cewkę przed umieszczeniem jej w żłobkach rozcina się z jednej strony na połączeniu czołowym, połączenia te wyprostowuje się i w tej postaci cewkę wsuwa się do żłobków w kierunku osiowym, po czym połączenia czołowe zagina się z powrotem i lutuje się ze sobą na twardo (na mosiądz) rozcięte uprzednio poszczególne pręty cewki (rys. 2).

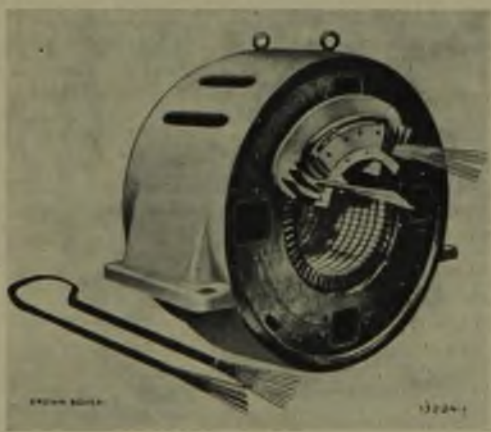


Rys. 1.

Wsypywanie przewodów (drutów) do żłobka półzamkniętego.

Uzwojenia szyte i lutowane spotyka się przeważnie przy większych maszynach przy czym uzwojenia szyte — przy wysokim napięciu (z drutu) lub przy niskim (z linki) przy niewielkiej liczbie przewodów w żłobku. Ponieważ przypuszczamy, że chodzi Panu raczej o maszyny mniejszej mocy, omówimy bliżej tylko uzwojenia „wsypywane“.

Jednowarstwowe uzwojenia wsypywane mogą się składać bądź z cewek (zwojnic) o jednokowej rozpiętości — równej lub mniejszej od podziałki biegunowej\*) bądź też z grup cewek o różnych rozpiętościach, przy czym średnia rozpiętość cewek wchodzących w skład grupy równa się podziałce biegunowej. Liczba cewek w grupie równa się w tym przypadku liczbie żłobków przypadających na biegun i fazę, a liczba grup cewek na fazę — równa się liczbie par biegunów. Ogólna liczba cewek uzwojenia jednowarstwowego równa się zawsze połowie liczby żłobków. Oba te rodzaje uzwojeń używa się przeważnie do maszyn mniejszej mocy, a czasem również i do maszyn średniej mocy.



Rys. 2.

Widok cewki rozciętej na połączeniu czołowym i wsuniętej do żłobka (obok — cewka przygotowana do założenia).

Poszczególne cewki lub grupy cewek wykonywane są bądź na szablonach metalowych, bądź — najczęściej — drewnianych, przy czym drzewo musi być wybrane specjalnie starannie, dobrze wysuszone, aby uniknąć wypaczania się szablonu. Jeden z takich drewnianych szablonów pokazany jest na rys. 3. Składa się on z dwóch płytek **P**, w których wydrążone są wycięcia **A**, odpowiadające potrzebnemu kształtowi cewki i zaznaczone linią kreskową. W wycięcia te włożone są dwie listewki **L**, przymocowane do płytek **P**, za pomocą śrubek **S**; listewki te — po złożeniu — tworzą wspólnie rdzeń szablonu. W ten sposób otrzymujemy szablon dwudzielny, co jest konieczne dla umożliwienia zdjęcia z szablonu wykona-

\*) Podziałka biegunowa była omawiana w zeszytach 4/1937 r., str. 103.

nej cewki. W krawędziach płytek **P** wykonane są po dwa wycięcia **W**, które umożliwiają związanie nawiniętej cewki przed zdjęciem jej z szablonu za pomocą tasiemek lub kawałków drutu. Przy większych szablonach takich wycięć mamy po cztery, czasem zaś jest jeszcze wycięcie dodatkowe, które służy do zacementowania końca drutu, aby nie przeszkadzał przy nawijaniu.

W przypadku przewijania maszyny kształt rdzenia szablonu najlepiej dopasować na podstawie jednej z dawnych cewek maszyny.

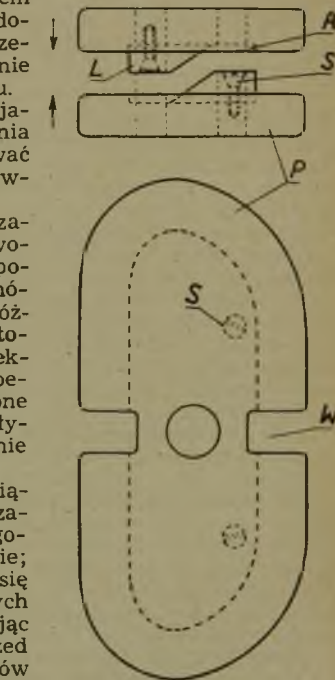
Samo nawinięcie na szablon potrzebnej liczby zwojów odbywa się w sposób podobny, jak to było już omówione\*), — z tą tylko różnicą, że zamiast głowicy tokarki, fabryki maszyn elektrycznych stosują zwykle specjalne nawijarki zaopatrzone w liczniki obrotów, co wpływa wydatnie na usprawnienie pracy nawijacza.

Po związaniu drutem wiązałkowym i zdjęciu ich z szablonu cewki są prawie że gotowe do ułożenia w maszynie; przed tym jednak wygina się połączenia czołowe (w małych maszynach ręcznie), nadając im odpowiedni kształt. Przed ułożeniem cewek do żłobków należy żłobki starannie oczyścić — najlepiej strumieniem sprężonego powietrza, a następnie ułożyć w nie tzw. izolację żłobkową; izolacja ta przy napięciach niskich (od 120 do 380 V) składa się z dwóch warstw preszpanu po 0,2 mm i z jednej warstwy ceratki o grubości 0,1 do 0,2 mm, umieszczonej w środku — między preszpanem; czasem daje się jedną tylko warstwę preszpanu, lecz o grubości 0,5 mm. Przy układaniu drutów do żłobków izolacja żłobkowa wywinęta jest na zewnątrz (rys. 1) po czym zagina się ją do środka, zamykając następnie żłobki klinami z drzewa, fibry lub tpu.

Uzwojenia takie są zwykle wykonywane z drutu okrągłego, przy czym należy pamiętać, aby szerokość szpary (wycięcia) żłobka była większa od średnicy drutu + podwójna grubość izolacji żłobka; luz powinien wynosić co najmniej 0,3 do 0,5 mm, gdyż inaczej druty ciężko wchodziły do żłobka. Po ułożeniu obu boków cewki w żłobkach, połączenia czołowe owijamy taśmą bawełnianą lub ceratową o grubości 0,2 do 0,4 mm i o szerokości 20 do 30 mm, przy czym dla ułatwienia sobie pracy posługujemy się specjalnymi drucianymi haczykami (rys. 4). Taśmowanie odbywa się na zakładkę z tzw. pokową przykrycia\*\*). Po otaśmowaniu połączeniom nadaje się ostateczny kształt przez pobijanie drewnianym młotkiem.

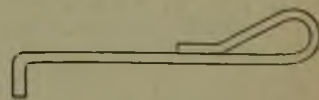
Rys. 4.

Haczyk druciany do układania cewek w żłobkach.



Rys. 3.

Szablon do wykonywania cewek.



Po ułożeniu wszystkich cewek uzwojony kadłub suszy się (w piecu), impregnuje się w specjalnych lakierych izolacyjnych (w próżni) po czym znów suszy się w temperaturze ok. 100°C w ciągu kilkunastu godzin, po czym czoła uzwojenia natryskuje się szybko schnącym lakierym asfaltowym. Stosowane przez mniejsze warsztaty reperacyjne nasycanie uzwojeń szellakiem jest stanowczo niewłaściwe i nie daje żadnych gwarancji prawidłowej pracy maszyny.

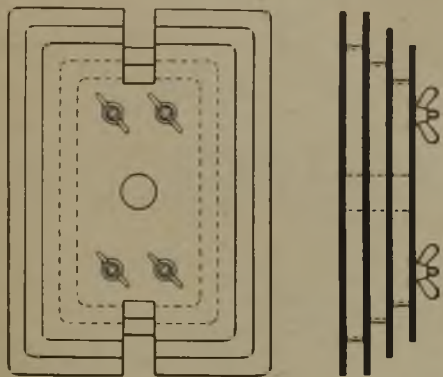
W przypadku zastosowania uzwojenia o cewkach z różnymi rozpiętościami, aby zmniejszyć liczbę połączeń, wykonywa się często całą grupę cewek na jednym szablonie; są to tzw. cewki wielożłobkowe lub wielosekcyjne. Szablon do wykonywania grupy składającej się

\*) Patrz zeszyt 10/1937 r. „W. E.“, str. 290.

\*\*\*) Patrz rys. 7-a, zeszyt 10/1937 r., „W. E.“, str. 290.



z 3 cewek o różnych rozpiętościach pokazany jest na rys. 5. Rdzenie tego szablonu wykonane są z drzewa, natomiast płytki boczne — z blachy żelaznej; całość — skrzęcona śrubami o nakrętkach motylkowych.



Rys. 5.

Szablon do wykonywania cewki wielozłobkowej (grupy cewek).

**Pytanie.** W jaki sposób można w przybliżeniu obliczyć ilość drutu nawojowego (w kg) dla maszyny prądu stałego o danej mocy, w stojanie oraz w tworniku w celu określenia orientacyjnego kosztu tego drutu?

**Odpowiedź.** Zadanie poruszone przez Pana można, jak to słusznie Pan zauważył, rozwiązać tylko w „grubym” przybliżeniu. Sama moc maszyny nie wystarcza jeszcze do określenia jej wymiarów, a zatem i ilości materiałów czynnych — miedzi i żelaza; potrzebna jest do tego jeszcze znajomość liczby obrotów maszyny na minutę. Ale nawet, gdy znamy moc maszyny i jej liczbę obrotów, — nie da się określić ciężaru miedzi w sposób jednoznaczny, gdyż każda maszyna o tej samej mocy i obrotach może być zbudowana tak, że posiada więcej żelaza, a mniej miedzi lub odwrotnie. Rozstrzygającymi są tu względy gospodarcze — cena miedzi i żelaza, którą konstruktor bierze pod uwagę przy projektowaniu serii maszyn. Na ilość miedzi w maszynie wpływają jeszcze i inne czynniki, jak np. obecność biegunów komutacyjnych, stopień wyzyskania materiałów czynnych, liczba biegunów, rodzaj budowy itp. Toteż zastrzegamy się z góry, że podane wskazówki, pozwalające ocenić ilość miedzi w tworniku i magnesach maszyny prądu stałego, mogą być uważane tylko, jako orientacyjne (przybliżone), a trafność otrzymanych wyników będzie zależała w głównej mierze od mniej lub bardziej trafnie poczynionych założeń.

Straty omowe w uzwojeniu prądu stałego lub zmiennego dadzą się wyrazić w następujący sposób:

$$\Delta P = \frac{(1 + \alpha \Delta t) \cdot G \cdot j^2 \cdot 10^3}{\gamma \cdot \lambda} \text{ (watów)} \quad \dots (1)$$

gdzie:  $\alpha$  — współczynnik cieplny oporności (dla miedzi = 0,004);

$\Delta t$  — przyrost temperatury uzwojenia ( $^{\circ}\text{C}$ );

$G$  — ciężar miedzi uzwojenia (kg);

$j$  — gęstość prądu ( $\text{A}/\text{mm}^2$ );

$\gamma$  — przewodność właściwa (dla miedzi  $\gamma = 57 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$ );

$\lambda$  — ciężar właściwy (dla miedzi  $\lambda = 8,9 \text{ gr}/\text{cm}^3$ ).

Przyjmując — zgodnie z przepisami — przyrost temperatury uzwojenia  $\Delta t = 60^{\circ}\text{C}$  i podstawiając do wzoru (1) wartości liczbowe  $\alpha$ ,  $\lambda$  i  $\gamma$  otrzymamy dla uzwojeń z przewodów miedzianych:

$$\Delta P = \frac{(1 + 0,004 \cdot 60) \cdot 10^3}{57 \cdot 8,9} G \cdot j^2 = 2,45 G j^2 \text{ (watów)} \quad (2)$$

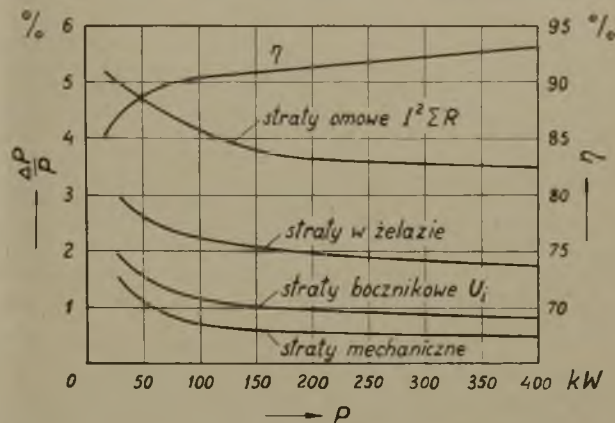
Obliczamy ze wzoru (2) ciężar miedzi  $G$  i otrzymujemy wzór ostateczny:

$$G = \frac{\Delta P}{2,45 j^2} \dots \dots \dots (3)$$

Ze wzoru (3) widzimy, że ciężar miedzi uzwojenia jest wprost proporcjonalny do wielkości strat omowych uzwojenia w stanie gorącym, a odwrotnie proporcjonalny do

kwadratu gęstości prądu  $j^2$ ; znając obie te wielkości będziemy mogli określić ciężar miedzi uzwojenia.

Początkowo rozpatrzmy uzwojenie twornika, włączając doń również uzwojenie biegunów komutacyj-



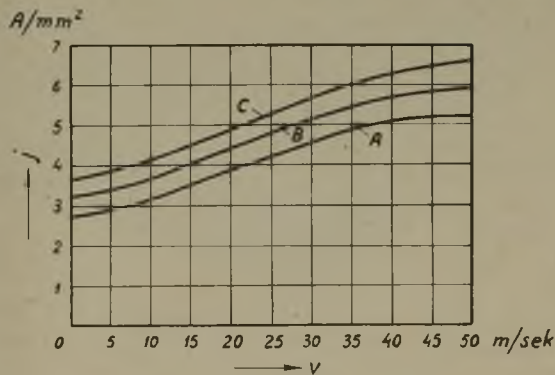
Rys. 6.

Przybliżony wykres rozdziału ważniejszych strat mocy w maszynie prądu stałego.

nych, o ile ono istnieje. Suma strat omowych w tych uzwojeniach dla maszyn o normalnej budowie otwartej, normalnym wykorzystaniu i normalnej szybkości obwodowej może być oceniona przy pomocy wykresu na rys. 6 z krzywej:  $I^2 \Sigma R$ ;  $P$  — oznacza moc znamionową maszyny w kW. Na rys. 6 podany jest przybliżony rozdział ważniejszych strat w maszynie prądu stałego, przy czym przeciętne wartości poszczególnych strat wyrażone są w % mocy znamionowej  $P$ . Krzywe te oparte są na danych zaczerpniętych z praktyki, przy czym przyjęto szybkość obwodową twornika  $v = 20 \text{ m}/\text{sek}$ , a częstotliwość prądu w tworniku:  $f = 20 \div 25 \text{ okr.}/\text{sek}$ , a więc stosunkowo nieznaczną. Podany jest tu również przebieg sprawności  $\eta$  w zależności od mocy znamionowej  $P$  maszyny.

Gęstość prądu  $j$  w uzwojeniu twornika waha się w dość szerokich granicach i wynosi  $j = 3 \div 7 \text{ A}/\text{mm}^2$  (średnio ok.  $5 \text{ A}/\text{mm}^2$ ). Dopuszczalna wielkość gęstości prądu zależy m. in. od szybkości obwodowej maszyny  $v$  ( $\text{m}/\text{sek}$ ) oraz od długości połączeń czołowych uzwojenia twornika. Przez połączenia czołowe odprowadza się znaczna część ciepła z miedzi leżącej w złobkach, toteż im dłuższe są czoła, tym większą możemy dopuścić gęstość prądu.

Zależność gęstości prądu od szybkości obwodowej pokazana jest na rys. 7 — w postaci trzech krzywych A, B i C. Krzywe A i C ograniczają obszar, w którym może się zawierać gęstość prądu dla danej szybkości ob-



Rys. 7.

Wykres zależności gęstości prądu w uzwojeniu twornika od szybkości obwodowej twornika.

wodowej, — zależnie od długości połączeń czołowych oraz pozostałych czynników wpływających na wentylację maszyny. Krzywa B przedstawia wartości średnie.

Szybkość obwodową  $v$  twornika możemy obliczyć ze wzoru:



$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60 \cdot 100} \text{ m/sek} \dots \dots \dots (4)$$

gdzie:  
**D** — średnica twornika (cm),  
**n** — liczba obrotów na minutę.

Obliczając dla danej maszyny straty przy obciążeniu ( $I^2 \Sigma R$ ) z rys. 6, oraz wybierając na podstawie podanych wyżej wskazówek odpowiednią gęstość prądu **j** (rys. 7), możemy ze wzoru (3) obliczyć ciężar miedzi twornika oraz biegunów dodatkowych. Podkreślamy, że ścisłość otrzymanych wyników zależeć będzie w dużej mierze od trafnej oceny gęstości prądu **j**.

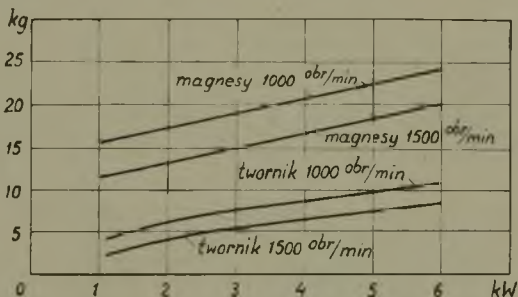
W podobny sposób możemy określić ciężar miedzi magnesów. W tym przypadku dla określenia strat wzbudzenia (bocznikowych) posługujemy się krzywą:  $U_i = f(P)$  na rys. 6. Gęstość prądu ( $j_b$ ) w uzwojeniu bocznikowym jest znacznie mniejsza od gęstości prądu w tworniku i wynosi:

$$j_o = 1,5 \div 2,5 \text{ A/mm}^2$$

co jest zrozumiałe, ponieważ uzwojenie magnesów, jako nieruchome, chłodzone jest znacznie gorzej. Dla cewek wzbudzających, które posiadają kanały wentylacyjne i są dostatecznie chłodzone, gęstość prądu może być wybrana wyższa:

$$j_b = 2,0 \div 3,5 \text{ A/mm}^2.$$

Dla maszyn o mniejszych mocach podajemy na rys. 8 bezpośrednią zależność ciężaru miedzi twornika i magnesów od mocy znamionowej dla dwóch serii czterobiegunowych maszyn prądu stałego o 1000 i 1500 obr./min., wykonywanych przez jedną z wytwórni krajowych. Z rysunku tego widać wyraźnie wpływ liczby obrotów na ciężar miedzi.



Rys. 8.

Wykres zależności ciężaru miedzi twornika i magnesów od mocy znamionowej maszyny prądu stałego przy 1000 i 1500 obr./min.

Celem lepszego zrozumienia podanych wyżej wskazań rozpatrzmy dwa przykłady liczbowe dla wykonanych maszyn prądu stałego:

**Przykład 1.** Prądnicą bocznikową firmy „Siemens-Schuckert“ o mocy 115 kW, 830 obr./min., 115 V posiada średnicę twornika **D** = 44 cm. Połączenia czołowe krótkie.

Szybkość obwodowa twornika wg wzoru (4)

$$v = \frac{\pi \cdot 44 \cdot 830}{60 \cdot 100} = 19,1 \text{ m/sek.};$$

dla tej szybkości z krzywej **A** (rys. 7) odczytujemy gęstość prądu w tworniku:

$$j = 3,8 \text{ A/mm}^2$$

Dla mocy 115 kW z rys. 6 odczytujemy:

$$\frac{\Delta P}{P} = 4\%$$

stąd:

$$\Delta P = 4 \cdot 0,01 \cdot 115 \cdot 1000 = 4600 \text{ W}$$

i ze wzoru (3):

$$G = \frac{4600}{2,45 \cdot 3,8^2} = 130 \text{ kg.}$$

Straty w uzwojeniu bocznikowym na podstawie rys. 6 (krzywa  $U_i$ )

$$\Delta P_b = 1,18\% \cdot P = 1,18 \cdot 0,01 \cdot 115 \cdot 1000 = 1360 \text{ W.}$$

Przyjmując gęstość prądu:

$$j_b = 2,1 \text{ A/mm}^2$$

otrzymujemy ze wzoru (3) ciężar miedzi uzwojenia bocznikowego:

$$G_b = \frac{1360}{2,45 \cdot 2,1^2} = 125,8 \text{ kg.}$$

W rzeczywistości łączny ciężar uzwojenia twornika i biegunów komutacyjnych omawianej maszyny wynosi 131 kg, a ciężar uzwojenia bocznikowego 125 kg, omyłka jest więc, jak widzimy, znikoma.

**Przykład 2.** Prądnicą bocznikową firmy „Skoda“ o mocy 35 kW, 1450 obr./min., 110 ÷ 135 V posiada średnicę twornika **D** = 28 cm.

Szybkość obwodowa:

$$v = \frac{\pi \cdot 28 \cdot 1450}{60 \cdot 100} = 21,2 \text{ m/sek.};$$

dla tej szybkości z krzywej **B** (rys. 7) odczytujemy

$$j = 4,5 \text{ A/mm}^2$$

Z rys. 6 dla mocy 35 kW odczytujemy:

$$\frac{\Delta P}{P} = 4,8\%$$

zatem:

$$\Delta P = 4,8 \cdot 0,01 \cdot 35 \cdot 1000 = 1680 \text{ W.}$$

i ze wzoru (3):

$$G = \frac{1680}{2,45 \cdot 4,5^2} = 33,8 \text{ kg.}$$

Straty w uzwojeniu bocznikowym z rys. 6:

$$\Delta P_b = 1,75 \cdot 0,01 \cdot 35 \cdot 1000 = 612 \text{ W.}$$

i ciężar miedzi przy gęstości prądu w magnesach **j** — 2,3 A/mm<sup>2</sup>:

$$G_b = \frac{612}{2,45 \cdot 2,3^2} = 47,3 \text{ kg.}$$

W rzeczywistości ciężar miedzi twornika wynosi 15,9 kg., biegunów zaś komutacyjnych — 16 kg., razem 31,9 kg., ciężar miedzi magnesów — 46,5 kg.

J. L.

## BIBLIOGRAFIA.

**LOTNICZY ELEMENTARZ**, cz. I i II (aerodynamika i mechanika lotu), G. Mokrzycki, Prof. Politechniki Warszawskiej, str. 82, 52 rys. w tekście. Nakładem Zarządu Głównego LOPP. Cena zł. 1.20.

Ukazała się książeczka, omawiająca zasady lotu samolotu w sposób tak przystępny i elementarny, że całkowicie wystarczy przygotowanie, jakie daje szkoła powszechna, aby je w zupełności zrozumieć.

Cały wysiłek Autora był skierowany do pogodzenia ścisłości naukowej z małym przygotowaniem czytelnika. Służą temu zarówno treść, jak i doskonale dobrany materiał rysunkowy. Omówiono pracę skrzydeł i sterów, wyjaśniono na czym polega lot szybca, praca śmigła i silnika, start, lądowanie, lot poziomy, wznoszący się oraz opadający samolotu, jak i wreszcie równowagę i sterowanie samolotu.

Należy mieć nadzieję, że technicy, a w pierwszym rzędzie nasza młodzież techniczna, zechcą zapoznać się z zasadami lotnictwa, wyłożonymi w tak naprawdę popularny, a zarazem naprawdę wysoce interesujący sposób. Nie może być dziś wśród nas wykształconego elektryka, dla którego lotnictwo pozostawałoby dziedziną całkowicie obcą.

Wydawca: Wydawnictwo Czasopisma „PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY” Sp. z ogr. odp.

WARUNKI PRENUMERATY:  
 kwartalnie . . . . . Zł 3.—  
 półrocznie . . . . . „ 6.—  
 rocznie . . . . . „ 12.—  
 za zmianę adresu  
 (znaczkami pocztowymi) 50 gr.

Adres Redakcji i Administracji: Warszawa, ul. Królewska 15, telefon 522-54  
 Biuro Administracji czynne codziennie od 9—15, w soboty do 13.  
 Redaktor przyjmuje we wtorki, środy i piątki od 19 do 20-ej.

Szczegółowy cennik ogłoszeń wysyła Administracja na żądanie

KONTO CZEKOWE W P. K. O. Nr. 255