

SILNIKI TRÓJFAZOWE

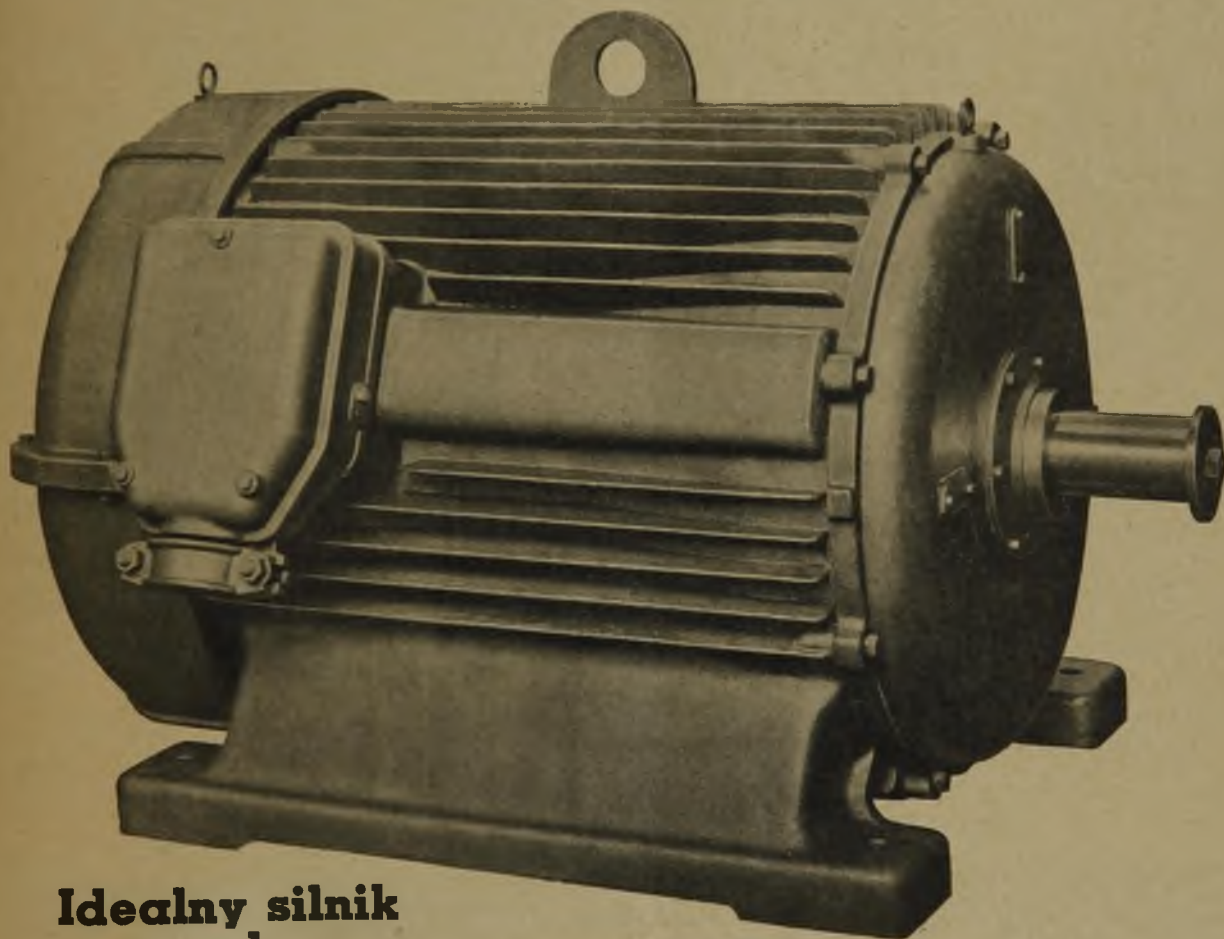
budowy całkowicie zamkniętej z chłodzeniem powierzchniowo-żebrowym, izolowane **SPECJALNYM PREPARATEM MIKI**

wykonujemy dla mocy

od 2 do 500 KM

jako silniki z wirnikiem zwartym, wirnikiem z pierścieniami lub z dobudowanym samoczynnym rozrusznikiem odśrodkowym. Silniki zwarte również w specjalnym wykonaniu – jako

przeciwwybuchowe



**Idealny silnik
napędowy**

dla fabryk chemicznych, hutnictwa, kopalń węgla, cementowni, odlewni, koksowni, przemysłu włókienniczego, kotłowni – słowem dla tych wszystkich wypadków, gdzie duże ilości kurzu, szkodliwych pyłów lub oparów i wilgoci – stwarzają specjalnie ciężkie warunki pracy.

ROHN-ZIELIŃSKI

B R O W N B O V E R I



WYŁĄCZNIK
NADMIAROWO
ZANIKOWY

SNTOI!
Electro

ELEKTROAUTOMAT

warszawa, dzielnica 72

tel. 11.94-77 11.94-88

w każdej chwili...

SĄ GOTOWE DO UŻYTKU NASZE LATARKI RĘCZNE AKUMULATOROWE, BO ZASTOSOWALIŚMY W NICH AKUMULATORY KADMOWO-NIKLOWE, KTÓRYCH TRWAŁOŚĆ I ŁATWOŚĆ OBSŁUGI SĄ POWSZECHNIEJ ZNANE

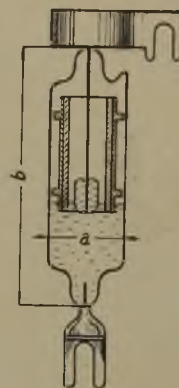


A. MARCINIAK S. A.

WARSZAWA

FABRYKA — UL. WRONIA 23. TEL. 592-02 i 614-81

Przełącznik „Curex-Zilko”
z ruchomym pływakim
żelaznym (rdzeniem)



**niezawodne
w działaniu**

WYŁĄCZNIKI, PRZEŁĄCZNIKI,
PRZEKAŹNIKI, TERMOMETRY
KONTAKTOWE STAŁE I ZMIENNE,
BEZPIECZNIKI CIEPLNE
R T Ę C I O W E

WYROBU f. A. ZUCKSCHERDT,
GLASINSTRUMENTEN - FABRIK

Przedstawicielstwo:

„DACHO”

Inż. A. CHOMICZ
Warszawa, ul. Ś-to Krzyska 28
telefon 6-16-15

W roku ubiegłym wykonaliśmy transformator o chłodzeniu wodnym na 15/5 kV, a największej mocy wykonanej w kraju

21.000 kVA

co pozwala na ocenę naszych możliwości produkcyjnych.

Obecne urządzenie naszej stacji probierczej pozwala na wszelkie przepisowe próby transformatorów o największych mocach i napięciach.

ELEKTROBUDOWA

Wytwórnia Maszyn Elektrycznych
ŁÓDŹ, KOPERNIKA 56-58, TELEFON 191-77

J. JOHN

SP. AKC.
W ŁODZI

BIURA

WŁASNE:

WARSZAWA

KRAKÓW

POZNAŃ

KATOWICE

LWÓW

GDAŃSK



Motoreduktor wbudowany w płaszcz silnika

WYKONYWA:
PRZEKŁADNIE ZĘ-
BATE W SKRZY-
NIACH OLIWNYCH

MOTOREDUKTORY
DO WBUDOWANIA
W PŁASZCZ SILNIKA
Z WBUDOWANYM
W NIE SILNIKIEM

PĘDNIE. SPRZĘ-
GŁA SPRĘŻYSTE.
NAPRĘŻACZE. TO-
KARKI I WIERTARKI

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.

GWARANTOWANA JAKOŚĆ



JAN MAKOWSKI

FABRYKA MATERIAŁÓW
PRASOWANYCH
I ELEKTROTECHNICZNYCH
ŁÓDŹ, SIENKIEWICZA 78

TEL. 182-94

NOWOCZESNE PRZY-
RZĄDY POMIAROWE.

APARATY DO GOSPO-
DARKI CIEPLNEJ.

TELEFONY. DOMOFONY.

SYGNALIZACJA.

ARTYKUŁY RADIOTECHNICZNE.



„ELEKTRYK”

LWÓW, UL. SZAJNOCHY 2, TEL. 258-58

Zeszyty

„WIADOMOŚCI ELEKTROTECHNICZNYCH”

ukazują się obecnie z pewnym
opóźnieniem. Zeszyt 4 - ty za
miesiąc kwiecień wyjdzie z dru-
ku w końcu kwietnia b. r.



DOBRY PAS

PODSTAWĄ
KAŻDEGO
WARSZTATU

PASY PĘDNE

gumowo - balatoidowe „SPECJAL”
klinowe „KLINTEX”

dzięki dużemu współczynnikowi tarcia
przenoszą energię prawie bez strat,
a jednocześnie dzięki swej dużej wy-
trzymałości na rozzerwanie oraz odpor-
ności na wilgoć, temperaturę lub kwasy
pasy „Piaśtów” zapewniają duże bez-
pieczeństwo pracy. Prosimy żądać bliż-
szych informacji i ofert.

ZAKŁADY KAUCZUKOWE
PIAŚTÓW, SP. AKC.

WARSZAWA - ŻŁOTA 35
Tel. 533-49 i 562-60



WYŁĄCZNIK KORYTARZOWY PODTYNKOWY

W ZASTOSOWANIU DLA:



Nr. 1110 WG

SZKÓŁ
KOSZAR
SKŁADÓW
KORYTARZY
I T. P.



SPOSÓB
MONTOWANIA



PRZYCISKI DZWONKOWE POCIAGOWE

NAJWYŻSZEJ JAKOŚCI



NASADKI GRZEJNIKOWE 2-u BIEGUNOWE



FABRYKA ARTYKUŁÓW ELEKTROTECHNICZNYCH

INŻ. STEFAN CISZEWSKI

SPÓŁKA AKCYJNA

— BYDGOSZCZ —

OSTATNIO NA WYST. PRZEM. MET. I ELEKTR. w W-WIE
PRYZNANO NASZEJ FIRMIE

DWA ŻŁOTE MEDALE

Tablice
licznikoweWylłączniki
dźwżkoweBezpieczniki
domowe

Lampy ręczne



Wtyczki



Inż. Wł. Piata i Paweł Zauder

Fabryka Elektrotechniczna
Łódź, ul. Sienkiewicza 163

ARMATURA ELEKTROTECHNICZNA

TRZONY, HAKI DO IZOLATORÓW, ARMATURA
OCHRONNA DO WYSOKICH NAPIĘĆ I INN.

POLECA FIRMA

FABRYKA MASZYN

RZEWUSKI i S-ka

SPÓŁKA AKCYJNA

WARSZAWA, ORDYNACKA 7

DROBNE OGŁOSZENIA

Silniki na prąd stały, mało używane, 440 V, 10 KM i 3 KM sprzedają
Zakłady Przemysłowe w Niezłuchowie, poczta Białosłowie,

Mamy na sprzedaż 1 używany, lecz w b. dobrym stanie silnik fabryki P.T.E. na prąd zmienny 380 V o sile 100 kW i 2960 obr./min. Wiadomość: Cukrownia „Żnin” w Żninie.

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

Potrzebny technik lub młody inżynier-elektryk z praktyką warsztatową ew. komunikacyjną do przedsiębiorstwa tramwajowo - autobusowego na prowincji. Oferty składać sub. „Tramwaje i Autobusy”, do Adm. „W.E.” W-wa 1, Królewska 15.

SILNIKI ELEKTRYCZNE na prąd stały 110, 220 i 440 V sprzedaje ze składu
Zakład Elektromlern. JULIAN SZWEDE
Warszawa, ul. Kopernika 14.

Elektryk z własną concessionską, długoletnią praktyką, obeznany wszechstronnie w elektrotechnice, pozatem szofer i mechanik, kawaler, lat 30, **poszukuje posady**. Zgłoszenia: Franciszek Kollenda, (strów Wilkp. Rynek 12 m. 4.

Technika-Elektryka z kilkuletnią praktyką w duzej elektrowni parowej **poszukuje** Przedsiębiorstwo górniczo-przemysłowe. Oferty z odpisami świadectw prosimy kierować do Adm. „W. E.” Warszawa 1, Królewska 15, pod „Elektryk”.

Przy zapytaniach i zamówieniach prosimy powoływać się na ogłoszenia

w WIADOMOŚCIACH
ELEKTROTECHNICZNYCH

SUWNICE, żelazne z silnikami elektrycznymi prądu stałego 110 V, jedna 30 t., druga 6,4 t. siły nośnej, tanio **do sprzedania**. Wiadomość: Warszawa, Srebrna 16—Bormann Szwede

SILNIKI elektryczne prądu stałego 110 V—jeden 45 KM, drugi 17 KM—tanio **do sprzedania**. Wiadomość: Warszawa, Srebrna 16—Bormann Szwede

WIERTARKI elektr. pr. stałego 110 V jedna wisząca, druga na wózku żel. z oddz. siln. również na wózku żel.—tanio **do sprzedania**. Wiadomość: W-wa, Srebrna 16—Bormann Szwede

MASZYNA parowa, nowa, pozioma o mocy 110 KM, **tanio do nabycia**. Wiadomość — Warszawa, Srebrna 16 — Bormann Szwede,

SPRZEDAMY używaną prądnicę

prądu stałego, bocznikową. Firmy AEG, 3,2 kW, 105 V, 30,5 A, 490 obr./min. wraz z opornikiem.

Zapytania prosimy kierować pod adresem: CUKROWNIA ŚWIECIE Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością w Świeciu n/ Wisłą.

Poszukujemy: 1 prądnicy do spawania 200 A, 25—35 V, o napędzie transmisyjnym, o stanie używalnym.

W ofercie należy podać liczbę obrotów.

Sprzedamy: 1 prądnicę do światła 110 V, 60 A, używaną. Oferty przysyłać pod adresem „Huty Pawia” — Żory G. śl.

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 znaczkem 25 groszowym na dalsze przesłanie do miejsca przeznaczenia. Na kopercie zewnętrznej prosimy umieszczać tylko adres Administracji, zaś na wewnętrznej godło wskazane przez zamawiającego ogłoszenie. Ten sposób przesyłania usprawni manipulację związaną z doręczaniem ofert i zapobiegnie zdarzającemu się niekiedy omyłkowemu otworzeniu oferty przez Administrację pisma przy przyjmowaniu własnej korespondencji.

Najmniejsze ogłoszenie w układzie 4-szpaltowym na wysokość 15 mm kosztuje 2 zł.
Każdy następny wiersz milimetrowy 15 groszy.

Oferty i luźno dołączony znaczek za 25 groszy na dalszą wysyłkę winny być nadsyłane w osobnej kopercie z zaznaczeniem godła.

Inż. EDMUND ROMER

LWÓW, UL. OBMIŃSKIEGO Nr. 16
TEL. 278-37

Nowe cenniki nadsyłamy na żądanie.

Nowo przybywający PRENUMERATORZY

mogą otrzymać roczniki

„WIADOMOŚCI ELEKTROTECHNICZNYCH”

z lat 1934, 1935, 1936 i 1937 po ulgowej cenie:

za rocznik 1934 bez oprawy **zł 6,60**
w oprawie **zł 9,—**

za roczniki 1935, 1936 i 1937
bez oprawy po **zł 9,60**
w oprawie po **zł 12,00**
łącznie z przesyłką.

UWAGA: Oddzielne zamówienia w drodze korespondencji są zbyt rzadkie. Wystarczy wpłacić należność na konto w P.K.O. Nr. 255 z adnotacją na odwrocie blankietu „za rocznik Wiadomości Elektrotechnicznych w oprawie (lub bez) z 1934 r. 1935 r. 1936 r. i 1937 r.”

poleca:

ELEKTRYCZNE PRZYRZĄDY POMIAROWE

amperomierze, woltomierze, przyrządy wielozakresowe, ohmomierze, oporniki precyzyjne

O P O R N I K I S U W A K O W E

wszelkich typów i wielkości

„IZOLA“

Zakład Elektro-Techniczny
Wielkie Hajduki Górny Śląsk

poleca swoje wyroby jak:

Gilzy mikanitowe, rurki mikanitowe, rurki z twardego papieru (bakelitowe), cylindry z twardego papieru dla transformatorów, masa kablowa, pasta do lutowania oraz materiały izolacyjne.

Oferty i próbki wysyłamy na żądanie bezpłatnie.



PRZYRZĄDY

WESTON

E. I. C. Newark

Generalne przedstawicielstwo

„ELEKTROPRODUKT”

Sp. z o. o.

Warszawa, ul. Nowy Świat 5

tel. 968-86



ZAKŁADY
ELEKTRO-MECHANICZNE

K. i W. DWORAKOWSCY

Warszawa 1, Wspólna 46

Telefon 9 74-06

S. A.
Włochy pod Warszawą

Samoczynne wyłączniki olejowe
następnego 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



SKODA

POLSKIE ZAKŁADY SKODY
SPÓŁKA AKCYJNA
Warszawa, Złota 68
tel. 260-05
DOSTARCZA

SILNIKI NA PRĄD TRÓJFAZOWY – W RÓŻNYCH WYKONANIACH

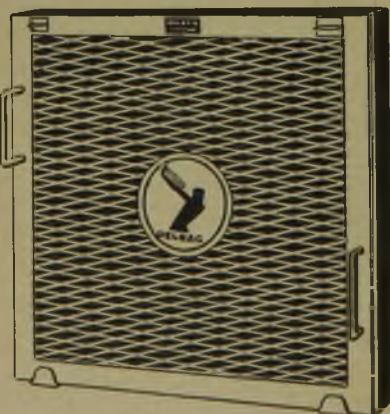
TRANSFORMATORY

GENERATORY

SILNIKI TRAMWAJOWE

BIURA WŁASNE:
Ł O D Ź, Piotrkowska 128, tel. 205-84
KATOWICE, Pl. M. Piłsudskiego 5, tel. 356-92
PRZEDSTAWICIELSTWA:
L w ó w, Fredry 6, tel. 107-40
Kraków, Sobieskiego 16c, tel. 120-91
Poznań, Pl. Spiski 1, tel. 37-78
Toruń, Żeglarska 31, tel. 15-44
Gdańsk, Paradiesgasse 35, tel. 266-27
Gdynia, Świętojańska 59, tel. 28-38
Lublin, 1 M a j a 17, tel. 28-38
Białystok

Maszyny też chcą
oddychać czystym
powietrzem!



Stosujcie
Filtry

**DELBAG
VISCIN**

opatentowa-
ne w kraju
i zagranicą

Chrońcie generatory, silniki, kompresory
i t. p. przed szkodliwym działaniem kurzu!

Informacji bliższych udziela

Wyłączny
wytwórca **B. FILIPSKI**

ŻORY, GÓRNY ŚLĄSK UL. NOWA 6, TEL. 30



Maszyny elektryczne
dla statków morskich

Aparaty elektryczne do su-
wnic i żorawi.

Regulatory obrotów i rozru-
szniki samoczynne do silni-
ków większych mocy.

Maszyny i aparaty elektry-
czne do specjalnych ce-
lów.

Maszyny i Aparaty Elektry-
czne do statków morskich.

Maszyny, transformatory i
dławiki dla radiostacji na-
dawczych.

Przetwornice rodzaju prądu.
napiecia i okresów.

Prądnicę trójfazowe i jedno-
fazowe.

WYRABIA

WYTWÓRNIA APARATÓW ELEKTRYCZNYCH
K. i W. PUSTOŁA
SPÓŁKA KOMANDYTOWA
Warszawa 4, ul. Jagiellońska 4/6. Telefon 10.33-26

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 V I • M A R Z E C 1 9 3 8 R. • Z E S Z Y T 3

Treść zeszytu 3-go. 1. O SIECIACH „ZUPEŁNIE ZAMKNIĘTYCH” inż. el. H. Jakubowicz. 2. SILNIKI WIETRZNE ORAZ ICH ZASTOSOWANIE DO WYTWARZANIA ENERGII ELEKTRYCZNEJ inż. el. P. Jaros. 3. ELEKTRYCZNE SPAWANIE ŁUKOWE inż. el. T. Zarnecki. 4. TECHNIKA INSTALACJI ELEKTRYCZNYCH inż. T. Kuliszewski. 5. NOWINY ELEKTROTECHNICZNE 6. SKRZYŃKA POCZTOWA. 7. RÓŻNE.

O sieciach „zupełnie zamkniętych”.

Inż.-elektr. HENRYK JAKUBOWICZ.

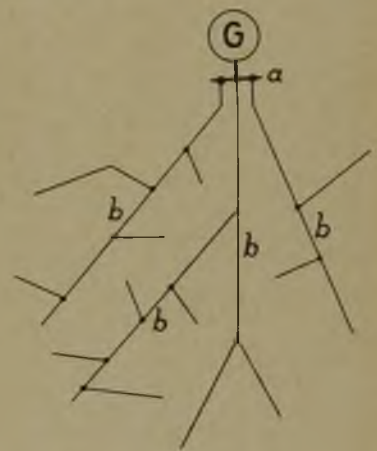
Zagadnienia **ceny prądu i pewności jego dostawy** oddawna odgrywały dużą rolę i wywierały poważny wpływ na wszelkie poczynania zakładów elektrycznych, które poświęcały im specjalną uwagę i, podejmując liczne prace badawcze, starały się osiągnąć rozwiązania coraz to korzystniejsze i doskonalsze. Dzięki szerokiemu rozpowszechnieniu się energii elektrycznej w ciągu ostatnich kilkunastu lat zagadnienia te nabrały szczególnego znaczenia, stało się bowiem jasnym, że tylko należyte ich potraktowanie stanowić może skuteczny czynnik propagandowy i ułatwiać energii elektrycznej zdobywanie coraz to nowych dziedzin zastosowania.

Cena prądu zależy w znacznym stopniu od wielkości **kapitału**, zainwestowanego w urządzenia zakładu elektrycznego, albowiem wydatki zakładu, związane z oprocentowaniem i amortyzacją włożonego kapitału, stanowią poważną pozycję. Jeśli uprzytomnimy sobie, że w elektrycznym zakładzie wielkomiejskim urządzenie elektrowni pochłania około $\frac{1}{3}$, sieć natomiast — około $\frac{2}{3}$ **kosztów** całego zakładu, zrozumiemy wówczas doniosłość wysiłków, mających na celu **obniżenie kosztów sieci**. Sprowadza się to, oczywiście, do poszukiwania takiego systemu, który w danych warunkach pozwoliłby na **najlepsze wyzyskanie** użytego materiału przy jednoczesnej doskonałości technicznej.

Nowoczesne sieci elektryczne muszą odpowiadać bardzo wysokim wymaganiom, które z jednej strony stawia im odbiorca, z drugiej zaś — dostawca energii elektrycznej. Wymagania odbiorcy streszczają się w żądaniu **niezawodnej dostawy prądu** przy stosunkowo **niewielkich wahaniami napięcia**. Stosowanie elektryczności do najrozmaitszych celów w bardzo szerokim zakresie najzupełniej usprawiedliwia te żądania. Usiłowania dostawcy pokrywają się w znacznym stopniu z potrzebami odbiorcy, chociaż wynikają z innego punktu widzenia, dostawca bowiem zainteresowany jest przede wszystkim w **sprzedaży** energii. Najdotkliwiej odbijają się na jego wpływach **przerwy** w dostawie prądu. W wielkich miastach, w których skupienie odbiorców jest zwykle bardzo duże, wypadnięcie z ruchu małego nawet odcinka sieci może spowodować znaczne straty, zwłaszcza gdy chodzi o prąd do celów oświetleniowych, sprzedawany po najwyższej cenie. Z powyższych względów poświęca się sprawie **pewności ruchu sieci** dużo uwagi.

W dziedzinie sieci wielkomiejskich poczyniono ostatnio poważne postępy przez stworzenie sieci „**zupełnie zamkniętych**”. Bliższe rozpatrzenie tych sieci oraz przedstawienie nowych, związanych z nimi zagadnień jest celem niniejszego artykułu.

Najdawniejszy sposób rozdzielania energii elektrycznej wśród odbiorców polegał na wyprowadzeniu z elektrowni (rys. 1) promienisto rozchodzących się przewodów — t. zw. **torów rozsyłowych**, — które w dalszym swym przebiegu coraz bardziej się rozgałęziają, ogarniając pewien **obszar zasilania**. Układ ten i dziś jeszcze powszechnie jest stosowany w małych elektrowniach, — niezależnie od rodzaju wytwarzanego prądu, o ile wchodzące w grę odległości i wielkości przenoszonej mocy dają się opanować w sposób **gospodarczo korzystny** za pomocą niskiego napięcia wprost z generatora G.



Rys. 1.

Sieć o promienistych torach rozsyłowych. G — generator, a — szyny zbiorcze; b — tory rozsyłowe.

Przy większych długościach przewodów i znaczniejszych wartościach przesyłanych mocy występują przy tym sposobie rozdzielania energii elektrycznej zbyt **duże spadki napięcia i straty energii**, które nie dają się zmniejszyć w sposób ekonomiczny za pomocą powiększenia przekroju przewodów. Ponadto powstają wówczas tak odmienne warunki napięciowe wzdłuż danego toru, — wysoce niekorzystne zwłaszcza na samym jego końcu, — że konieczność modyfikacji omawianego systemu staje się nieukniona.

Polega ona na oderwaniu biegnących promienisto torów rozsyłowych od szyn zbiorczych generatora (rys. 2) i na wyprowadzeniu specjalnych **torów zasilających** z elektrowni do **punktów zasilających** d, wybranych możliwie najbliżej **środków ciężkości obciążenia** *) w po-

*) Przez środek ciężkości obciążenia w danym obszarze sieci rozumiemy to miejsce, w pobliżu którego skupiają się największe odbiory prądu.

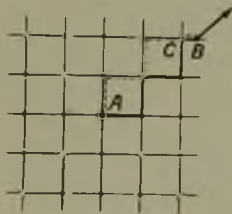
szczególnych częściach sieci. Wskutek mniejszych (licząc od poszczególnych punktów zasilających) długości torów rozsyłowych oraz dzięki stosownemu wybraniu punktów zasilających, osiąga się znaczne **zmniejszenie spadków napięcia**, które ponadto dają się tu łatwiej skompenso-

wać za pomocą regulacji napięcia generatora, niż w systemie poprzednim. Okoliczności te pozwalają zarówno na **zmniejszenie kosztów inwestycyjnych**, jak i na **obniżenie kosztów ruchu**.

W obydwu opisanych systemach mamy do czynienia wyłącznie z **torami otwartymi**, mniej lub więcej rozgałęzionymi. System pierwszy (torów rozsyłowych) można przedstawić schematycznie w formie pewnego rodzaju gwiazdy (rys. 3) o ramionach tak, czy inaczej rozwidlonych*). Charakterystyczną

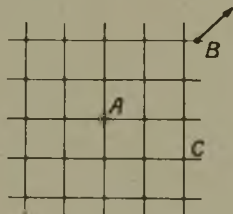
właściwością takiego układu przewodów jest to, że prąd może się dostać z elektrowni **A** do punktu odbiorczego **B** jedną tylko, ściśle określoną drogą. Łącząc jednakże — np. w punkcie **C** sieci — zbliżone w tym miejscu do siebie tory, spoprzeżemy, że między elektrownią **A** i odbiorcą **B** istnieją teraz dwie drogi dla prądu. Nie ulega wątpliwości, że całkowity prąd, odbierany w **B**, **podzieli się** obecnie już w elektrowni **A** na **dwie części**, które wzdłuż sieci popłyną osobno i spotkają się dopiero w **C**. Skutkiem tego podziału **zmniejszy się**, oczywiście, spadek napięcia oraz strata mocy w przewodach, przez co stanie się możliwe **oszczędniejsze** zaprojektowanie przekrojów sieci.

Wyzyskanie opisanego faktu w szerszym zakresie osiąga się po połączeniu ze sobą w licznych t. zw. punktach węzłowych poszczególnych gałęzi oddzielnych to-



Rys. 3.

Schemat sieci otwartej. **A** — elektrownia lub punkt zasilający; **B** — punkt odbiorczy.



Rys. 4.

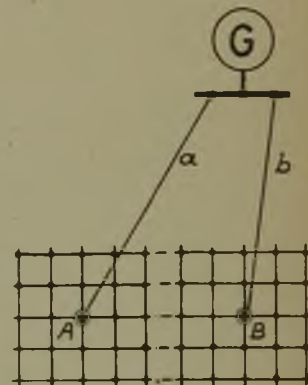
Schemat sieci zamkniętej. **A** — elektrownia lub punkt zasilający; **B** — punkt odbiorczy; **C** — punkty węzłowe.

rów otwartych, z których tworzy się wówczas **sieć zamknięta** (rys. 4). Wszystkie prądy, odbierane w różnych punktach tej sieci, np. w **B**, płyną z elektrowni lub pun-

*) Kształt torów zależy od warunków miejscowych, na które składa się m. in. plan danej miejscowości, sposób jej zabudowania i rozkład odbiorów prądu. W miastach, zwłaszcza wielkich, występują pod tym względem daleko idące prawidłowości, które usprawiedliwiają przyjęcie w naszych rozważaniach geometrycznie regularnych kształtów sieci.

ktu zasilającego **A** wieloma drogami, rozplywając się w ten sposób, aby straty energii w sieci były jak najmniejsze*). Zarazem zmniejszają się spadki napięć, wskutek czego napięcie w całej sieci znacznie się „poprawia“ i ujednostajnia.

Pomysł sieci zamkniętej, zastosowany do układu przedstawionego na rys. 2, przynosi dalsze korzyści. W otoczeniu każdego punktu zasilającego można stworzyć na pewnym obszarze zasilania sieć zamkniętą. Biorąc pod uwagę — dla uproszczenia sprawy — dwa tylko obszary, o punktach zasilających **A** i **B**, zaopatrywane w energię za pomocą dwóch torów zasilających — **a** i **b**, otrzymamy obraz, przedstawiony schematycznie na rys. 5. Wielkości obciążeń w obydwu obszarach zasilania są naogół różne i zmieniają się z biegiem czasu niezależnie od siebie. W ten sam sposób zmieniają się, obciążenia torów zasilających **a** i **b**, wywołując różne w obydwu tych torach spadki napięć i różne straty przesyłanej mocy. To też nasuwa się myśl pewnego wyrównania obciążeń tych torów i ujednostajnienia warunków napięciowych w zasilanych przez nie obszarach za pomocą **połączenia** zbliżających się do siebie torów rozsyłowych **sąsiednich** obszarów (linie przerywane na rys. 5). W ten sposób zmniejsza się słabiej obciążony tor do wzięcia na siebie przenoszenia pewnej mocy do obszaru bardziej obciążonego, co prowadzi do **lepszego wyzyskania przekroju** torów zasilających. Ponadto osiąga się w tym układzie znaczną poprawę warunków napięciowych, na niektórych przynajmniej krańcach poszczególnych obszarów, — ponieważ proces wyrównania obciążeń odbywa się właśnie przez krańcowe tory rozsyłowe.



Rys. 5.

Schemat sieci zamkniętej o dwóch torach zasilających. **G** — generator; **a, b** — tory zasilające; **A, B** — punkty zasilające

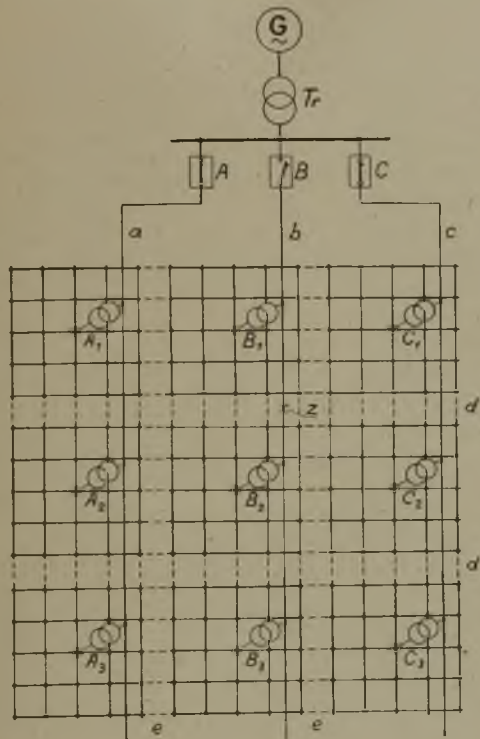
Stale rosnące obciążenia i odległości pomiędzy punktami zasilającymi a odbiorami stwarzają coraz to poważniejsze trudności przy przesyłaniu energii elektrycznej na **niskim napięciu**. W międzyczasie rozwija się jednakże technika **wysokich napięć**, której zdobycze przychodzą nam z pomocą, umożliwiając powstawanie nowych systemów przesyłania i rozdziału energii elektrycznej.

To też tory zasilające niskiego napięcia (por. rys. 5) zastępujemy torami wysokiego napięcia, wytwarzanego bądź bezpośrednio w generatorze, bądź też podwyższonego za pośrednictwem dodatkowego transformatora **T**, jak to pokazane jest schematycznie na rys. 6. Za pomocą transformatorów **A₁, B₁, C₁, A₂** itd. ustawionych w punktach zasilających, obniżamy ponownie napięcie do wartości użytkowej. Ponieważ przy wysokim napięciu możliwe jest przesyłanie znacznych nawet mocy przy stosunkowo skromnych przekrojach przewodów, — **jednen tor zasilający obsługuje** zwykle większą ilość punktów zasilających, względnie obszarów zasilania (rys. 6).

Jak widać z rys. 6, między torami zasilającymi i punktami zasilającymi zjawily się nowe elementy — **transformatory**. W dążeniu do wyrównania obciążeń

*) Takie jest już prawo natury.

tych transformatorów, a więc **zmniejszenia** ich mocy nominalnej, uskuteczniamy między poszczególnymi obszarami zasilania dwa rodzaje połączeń: — podłużne **d** i poprzeczne **e**. Połączenia podłużne **d** wyrównują obciążenia transformatorów, należących do tego samego toru zasilającego wysokiego napięcia; poprzeczne zaś połączenia **e** spełniają podwójną rolę: wyrównują one obciążenia transformatorów przyłączonych do róż-



Rys. 6.

Schemat sieci „zupełnie zamkniętej“. **G** — generator; **Tr** — transformator; **A, B, C** — wyłączniki nadmiarowe; **a, b, c** — tory zasilające; **A₁, B₁, C₁** itd. — stacje transformatorowe; **z** — miejsce zwarcia; **d** — podłużne połączenia obszarów; **e** — poprzeczne połączenia obszarów.

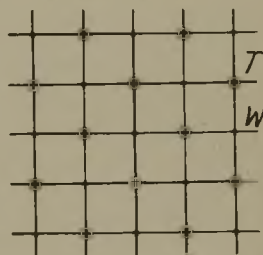
nych torów zasilających, a jednocześnie umożliwiają wyrównanie obciążeń między samymi torami. Istnienie połączeń podłużnych i poprzecznych między obszarami, z których każdy stanowi sam w sobie sieć zamkniętą, **zespala całą sieć** — niskiego i wysokiego napięcia — w jedną całość, t. zw. sieć „zupełnie zamkniętą“. W związku z tym, co powiedziane było wyżej, jest rzeczą oczywistą, że w takiej sieci wszelkie wyrównania i ujednostajnienia obciążeń i napięć dochodzą do skutku **w całej pełni**, obejmując **wszystkie** części składowe sieci i dając **na największą** możliwość wykorzystania zalet tego systemu.

Największe korzyści gospodarcze, płynące z zastosowania sieci „zupełnie zamkniętej“, możnaby osiągnąć wówczas, gdyby wszystkie elementy składowe sieci, jak: tory zasilające wysokiego napięcia, transformatory i przewody rozsyłowe niskiego napięcia, — były zawsze gotowe do ruchu. Niestety, zdarzające się uszkodzenia lub też konieczność przeprowadzenia pewnych robót, — są nieraz powodem bądź samoczynnego, bądź też umyślnego **wyłączenia** pewnych części sieci. Zachodzą w niej wówczas pewne zmiany w rozplywie prądów, które z reguły powodują przejściowy **wzrost obciążenia** pozostałych części sieci, a tym samym i mniej korzystne warunki ich pracy. Z tego wynika, że poszczególne elementy sieci „zupełnie zamkniętej“ muszą być przystosowane do ob-

ciążeń większych od normalnych, że zatem muszą być one obliczone z pewnym dodatkowym **zapasem**. A mimo to jednak **ogólny koszt** urządzeń sieciowych wypada w sieci „zupełnie zamkniętej“ znacznie **niższy**, niż w sieci z niezależnymi, izolowanymi od siebie obszarami zasilania.

Nadwyżki obciążenia, jakie w razie wypadnięcia z ruchu pewnych części sieci „zupełnie zamkniętych“ przerzucają się na części nie dotknięte zakłóceniem, zależą w wysokim stopniu od **układu sieci**. Na podstawie dotychczasowych rozważań można przewidywać, że wielkość tych nadwyżek będzie **najmniejsza** w sieciach bardzo ściśle ze sobą zespolonych, posiadających duże zagęszczenia transformatorów i punktów węzłowych oraz wiele torów zasilających, — w takich bowiem warunkach zadanie brakujących — wskutek zakłócenia — w danej chwili elementów sieci przejmie na siebie możliwie duża ilość elementów pozostałych.

Na przykładzie „doskonałej“ zamkniętej sieci, przedstawionej na rys. 7, przytoczymy liczbowe stosunki, zachodzące między niektórymi charakterystycznymi jej wielkościami. Punktem wyjścia obliczeń*), prowadzących do podanych niżej wyników, jest przyjęcie równomiernego rozkładu obciążenia wzdłuż przewodów, co w wielkim mieście jest przybliżeniem bliskim rzeczywistości.



Rys. 7.

Schemat sieci doskonałej zamkniętej. **T** — stacja transformatorowa; **W** — punkty węzłowe.

W razie odłączenia od sieci — np. na skutek uszkodzenia transformatora — jednej podstacji transformatorowej, **osiem** sąsiednich przejmie na siebie obciążenie brakującej: cztery bliższe — po 16,5% każda, cztery dalsze zaś — po 8,5% pozostałe, **bardziej odległe**, praktycznie nie wchodzi w rachubę. Ponieważ w każdym transformatorze przewidziany jest zazwyczaj pewien zapas mocy, a nadto każdy jest w znacznym stopniu przeciążalny, więc wymienione obciążenia dodatkowe nie odgrywają naogół poważniejszej roli. I jakkolwiek w niektórych przypadkach, w sieciach z natury rzeczy mniej korzystnie ukształtowanych, zachodzi konieczność ustawienia, w pewnych punktach sieci, transformatorów **znacznie większych**, niż to jest potrzebne ze względu na normalne obciążenie, — to jednak w każdym bądź razie **suma mocy wszystkich transformatorów** wypadnie w sieci „zupełnie zamkniętej“ o wiele **mniejsza**, niż w sieci z odosobnionymi obszarami zasilania. Oznacza to nie tylko **zmniejszenie zainwestowanego kapitału**, ale i lepszą **sprawność** ogólną, czyli **mniejsze straty**.

Zwiększonemu obciążeniu transformatorów towarzyszy powiększenie się natężenia prądu i spadków napięcia w tych torach rozsyłowych, które dodatkowo biorą udział w zasilaniu dotkniętego zakłóceniem obszaru. W rozpatrywanym przykładzie wzrost prądu w najbardziej obciążonych częściach torów dochodzi do ok. 33%, spadek zaś napięcia osiąga 2,5-krotną wartość największego spadku w czasie normalnego ruchu. Zarówno ze względu na możliwość przeciążenia kabli**), jak i z uwagi

*) P. Wittich, „Elektrotechnische Zeitschrift“ 1929 r., str. 1263.

**) W wielkich miastach stosuje się niemal wyłącznie kable.

na utrzymanie należytego napięcia nawet w wypadkach uszkodzeń pewnych elementów sieci, wybiera się więc w sieciach „zupełnie zamkniętych“ przekroje nieco większe.

Jeśli w poszczególnych elementach sieci tkwi wogóle pewien **zapas**, to jest już rzeczą obojętną, czy wykorzystana go się w czasie bezczynności jednej, czy też kilku stacji transformatorowych, byleby zjawiające się wtedy dodatkowe obciążenia czynnych elementów sieci nie przekroczyły **dopuszczalnych granic**.

Wypadek taki zachodzi w razie uszkodzenia **jednego toru zasilającego**, doprowadzającego energię do wielu stacji transformatorowych. Na podstawie rys. 6 spostrzeżemy od razu, że wpływ tego rodzaju zakłócenia na pracę pozostałych torów zasilających, transformatorów oraz sieci niskiego napięcia będzie tym mniejszy, im bardziej podstacje transformatorowe, należące do tego samego toru zasilającego, będą porzrzucone między obszarami, zasilanymi przez inne tory.

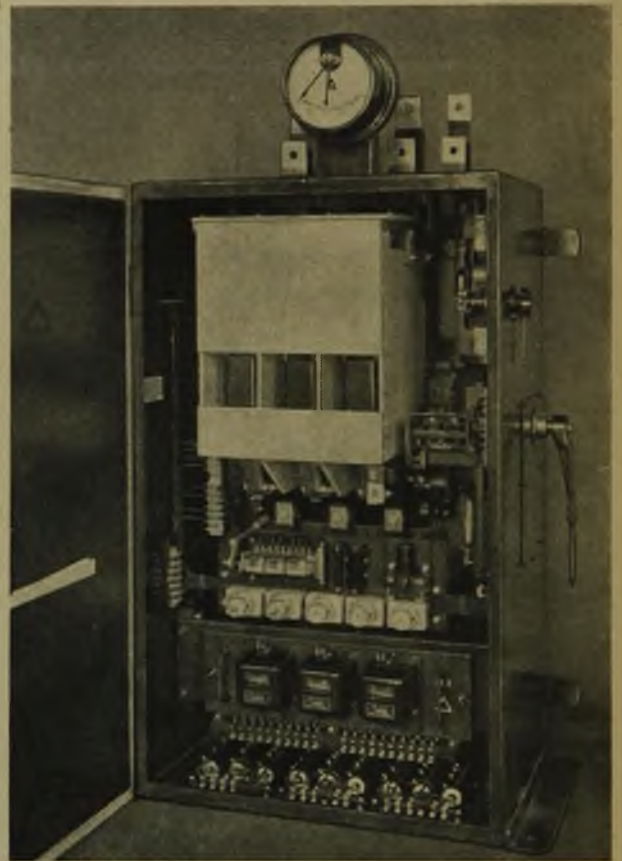
W swych rozważaniach, których punktem wyjścia była sprawa **gospodarności**, zbliżyliśmy się z konieczności do zagadnienia **pewności ruchu**. Wiemy już mianowicie, że w należycie zaprojektowanej sieci „zupełnie zamkniętej“ dostawa energii elektrycznej może się odbywać bez szczególnych przeszkód, i to nie tylko w razie uszkodzenia pojedynczego punktu zasilającego, jakim jest podstacja transformatorowa, lecz i nawet w wypadku uszkodzenia bez porównania ważniejszego elementu sieci, jakim jest tor zasilający. Chodzi jedynie o to, aby uszkodzona część składowa sieci została możliwie **szybko** i selektywnie odłączona od części zdrowych.

Powróćmy jeszcze do rys. 6 i wyobraźmy sobie, że w punkcie **z** toru zasilającego **b** powstało zwarcie. Energia może w tych warunkach dopływać do miejsca uszkodzenia wieloma drogami: zdrowym odcinkiem uszkodzonego toru — bezpośrednio z szyn zbiorczych elektrowni — oraz przez pozostałe tory zasilające **a** i **c**, przez należące do nich transformatory **A₁, A₂, A₃, C₁, C₂ i C₃** oraz sieć niskiego napięcia do transformatorów **B₁, B₂ i B₃**, — stąd zaś — do punktu **z**. Z powyższego widać, że w celu unieszkodliwienia uszkodzenia należy dotknięty nim tor **odłączyć** od reszty sieci z **dwóch stron**. Zadanie to spełnia z jednej strony samoczynny wyłącznik **nadmiarowy B**, (rys. 8) umieszczony na samym początku toru **b**, z drugiej zaś — specjalne samoczynne **wyłączniki kierunkowe**, wtrącone między transformatory a sieć niskiego napięcia (rys. 9). Wyłączniki te, stworzone umyślnie do wymienionego wyżej celu, przepuszczają energię w kierunku od transformatora do sieci niskiego napięcia, przerywają jednakże prąd, gdy tylko kierunek przepływu energii zmieni się na odwrotny; są to więc **wyłączniki wsteczne**.

Z punktu widzenia selektywności rola wyłącznika skończyłaby się już z chwilą przerwania prądu. Po usunięciu uszkodzenia należałoby jednakże ponownie włączyć wszystkie wyłączniki w stacjach dotkniętego zakłóceniem toru. Czynność ta, wymagająca czasu i zajmująca nieuczynnie personel sieci, byłaby nader kłopotliwa, to też przerzuca się ją na sam wyłącznik, zaopatrując go w dodatkowe urządzenia, dzięki czemu powstaje układ pracujący całkowicie **samoczynnie**.

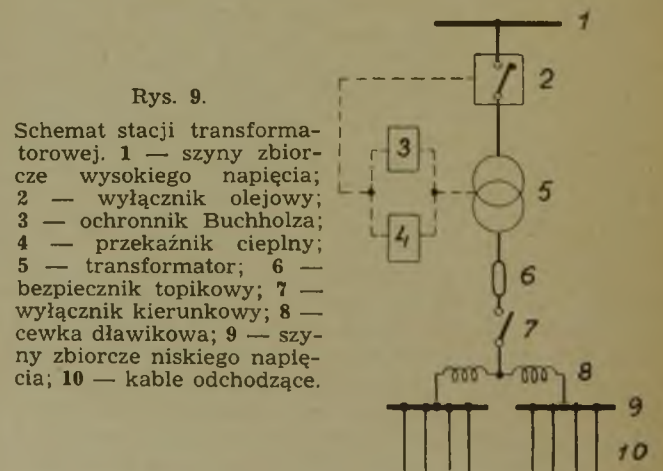
Rys. 10 wyjaśnia zasadę działania jednego z takich układów. Widzimy tu (**a**) właściwy trójbiegunowy wyłącznik **1**, który w stanie zamkniętym łączy stronę niskiego napięcia transformatora **2** z szynami **R, S, T** niskiego

napięcia; punkt zerowy transformatora połączony jest bezpośrednio z szyną zerową **0**. Między transformatorem i wyłącznikiem znajdują się trzy transformatoriki prądowe **3**, z których każdy zasila uzwojenie prądowe **4** nale-



Rys. 8. Samoczynny wyłącznik nadmiarowy na prąd znamionowy 600 amperów.

żącego doń przekaźnika. Na rys. 10—**a** pokazany jest jeden tylko przekaźnik, włączony w fazę **T** — z odpowiednimi połączeniami; pozostałe przekaźniki zostały dla uproszczenia pominięte. Cewka napięciowa **5** przekaźnika włą-



Rys. 9. Schemat stacji transformatorowej. **1** — szyny zbiorcze wysokiego napięcia; **2** — wyłącznik olejowy; **3** — ochronnik Buchholza; **4** — przekaźnik cieplny; **5** — transformator; **6** — bezpiecznik topikowy; **7** — wyłącznik kierunkowy; **8** — cewka dławikowa; **9** — szyny zbiorcze niskiego napięcia; **10** — kable odchodzące.

czona jest stale na napięcie fazowe. Pola magnetyczne cewki prądowej i napięciowej układu działają na aluminiową tarczę **6** przekaźnika (podobnie, jak w zwykłym liczniku indukcyjnym) i przy normalnym przepływie energii od transformatora na sieć niskiego napięcia starają się wywołać jej obrót w kierunku strzałki **7**. Połą-

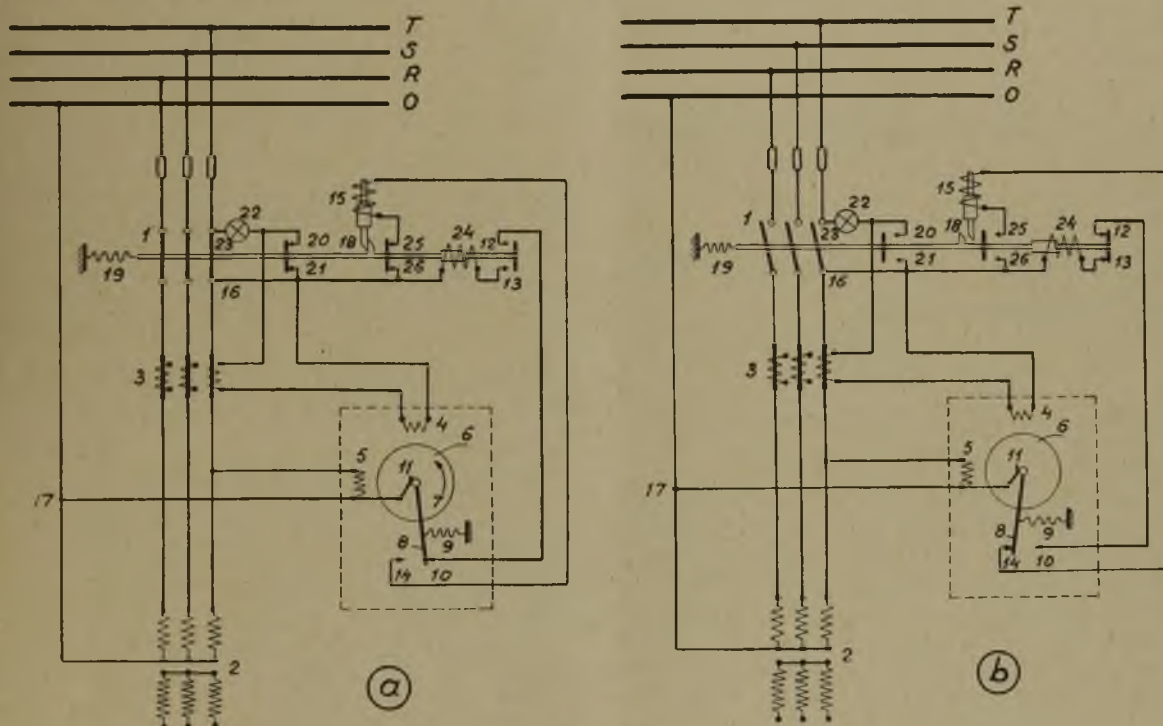
czona z tarczą sprężyna kontraktowa 8, przyciągana dodatkowo przez sprężynę 9, styka się w tym położeniu z nieruchomym kontaktem 10. Oś tarczy łączy się za pomocą ślizgowego styku 11 z przewodem zerowym. Przy zamkniętym wyłączniku (jak na rys. 10—*a*) kontakty 12 i 13 przełącznika nie są ze sobą zwarte, przełącznik nie zamyka więc żadnego obwodu prądu.

Jak widać ze schematu, omawiany przełącznik działa w rozważanym przypadku, jak **watomierz**; jeśli więc kierunek przepływu energii zmieni się na odwrotny, tarcza przełącznika obróci się w kierunku przeciwnym strzałce 7 i, pokonywając opór sprężyny 9, zetknie się z kontaktem 10. Przez cewkę elektromagnesu wyzwalającego 15 popłynie wówczas prąd od punktu 16 przez 26, 25, 15, 14, 8 i 11 do punktu 17, rdzeń elektromagnesu uniesiony zostanie w górę i zwolni zapadkę 18, napięta zaś sprężyna 19 wyłącznika pociągnie jego oś, powodując wyłączenie wyłącznika.

tego*) 24 od punktu 16 przez 24, 13, 12, 10, 8 i 11 do punktu 17, elektromagnes wciąga swój rdzeń i zamyka wyłącznik 1, napinając zarazem sprężynę 19.

Należy podkreślić, że rozwarcie kontaktów 12 i 13, a także 25 i 26, zachodzi dopiero wówczas, gdy odnośny elektromagnes wykonał już całkowicie swą pracę**). Trzeba również zaznaczyć, że dzięki specjalnemu układowi połączeń, do wyłączenia wystarcza zadziałanie jednego tylko przełącznika; **zamknięcie** natomiast wyłącznika może nastąpić dopiero wtedy, gdy **wszystkie trzy** przełączniki znajdują się w położeniu „włączenia“.

W ten sam sposób reaguje opisany wyżej wyłącznik kierunkowy w razie **uszkodzenia transformatora** lub odłączenia go od sieci wysokiego napięcia z jakiegokolwiek powodu, np. przeciążenia. Na rys. 9 widzimy po stronie wysokiego napięcia samoczynny wyłącznik olejowy (2), do którego wyłączenia daje impuls bądź **ochronnik Buchholca*****) (3) — w przypadku uszkodzenia, bądź



Rys. 10. Schemat wyłącznika kierunkowego.

Z chwilą tą układ połączeń ulega zasadniczej zmianie (rys. 10—*b*). Cewka napięciowa przełącznika pozostaje nadal pod napięciem fazowym, prądowa jednak, wskutek rozwarcia kontaktów 20 i 21, przyłączona jest jednym końcem do punktu 16, drugim zaś — przez wtórne uzwojenie transformatora prądowego 3 i lampkę pomocniczą 22 — do punktu 23; w ten sposób pozostaje ona pod wpływem różnicy napięć, panujących przed i za wyłącznikiem, a zatem pochodzących od transformatora i od sieci. Jeśli napięcie sieci jest wyższe od napięcia transformatora, przełącznik pozostaje w położeniu „wyłączenia“, jak to pokazane jest na rys. 9—*b*. Dopiero, gdy napięcie sieci stanie się mniejsze od napięcia transformatora, a więc gdy — po zamknięciu wyłącznika — energia popłynie we właściwym kierunku, — przełącznik przechodzi w położenie „włączenia“, jak na rys. 10—*a*. Zamyka się wtedy obwód elektromagnesu włączają-

też przełącznik cieplny (4), działający przy zbyt wysokiej temperaturze transformatora — w razie długotrwałego jego przeciążenia. Celem ochrony transformatora na wypadek zwarcia w sieci niskiego napięcia, które nie zostanie zlikwidowane w obrębie tej sieci i, trwając zbyt długo, może zagrażać transformatorowi, — stosuje się — niezależnie od przełącznika cieplnego, o którym była mo-

*) Wobec dużego natężenia prądu, jakiego wymagałyby elektromagnes zastosowany przy dużym wyłączniku, — używa się w praktyce w takich wypadkach specjalnych napędów silnikowych lub elektromagnesów pomocniczych.

***) Wazny ten szczegół posiada swe rozwiązania konstrukcyjne.

****) W ochronniku Buchholza wyzyskane jest zjawisko wydzielania się gazów z oleju transformatorowego oraz izolacji uzwojeń przy nadmiernych temperaturach powodowanych np. przez zwarcie międzyzwojowe lub t. p.

wa wyżej — **bezpieczniki topikowe (6)** o specjalnej konstrukcji. Są one przeznaczone do przerywania wielkich prądów, np. 8000 do 10000 A i odznaczają się dużym **opóźnieniem w działaniu** (np. 5 do 10 sekund).

Dzięki samoczynnemu działaniu wyłączników kierunkowych w sieci „zupełnie zamkniętej” daje się wykonać możliwość wyłączania pewnej liczby stacji transformatorowych w czasie małego obciążenia sieci. Wyłączając w elektrowni jeden lub kilka słabiej obciążonych torów zasilających wysokiego napięcia, spowodujemy również samoczynne wyłączenie zasilanych przez te tory transformatorów po stronie niskiego napięcia. Wyłączniki kierunkowe muszą być, oczywiście, dostatecznie czułe, aby zareagowały przy przepływie — z sieci niskiego napięcia do transformatora — tej **mocy**, którą transformator pobiera w stanie jałowym. Po ponownym włączeniu w elektrowni każdego toru — należące do niego transformatory znajdują się pod napięciem, a wyłączniki kierunkowe przyłączają je do sieci niskiego napięcia. Dzięki opisanej manipulacji **unikają się** niepotrzebnych strat energii w żelazie wielu, niekiedy, transformatorów, co w eksploatacji sieci może dać **znaczną oszczędność**.

(Dokończenie nastąpi).

Silniki wietrzne oraz ich zastosowanie do wytwarzania energii elektrycznej.

Inż. elektr. PRZEMYSŁAW JAROS.

(Ciąg dalszy).

Wiatr i jego wykorzystanie do napędu silników.

Wiatry w Polsce.

Dokonane w ostatnich latach z inicjatywy Polskiego Komitetu Energetycznego liczne pomiary wiatrów w Polsce pozwoliły na przybliżone zorientowanie się w charakterze tych wiatrów oraz w możliwościach ich wykorzystania do celów energetycznych. Na podstawie bogatej statystyki pomiarowej oraz skrupulatnych obliczeń możemy ogólnie powiedzieć, iż Polska znajduje się przeważnie w strefie panowania wiatrów umiarkowanych o szybkości nie przekraczającej na ogół 5 m/sek, przyczem siła wiatrów zmienia się na ziemiach naszych w ciągu roku stosunkowo nieznacznie. Z dużym przybliżeniem możnaby stwierdzić, iż najsilniejsze wiatry panują u nas w miesiącach jesiennych, najsłabsze zaś — wiosną.

W ciągu doby siła naszych wiatrów zmienia się najczęściej w ten charakterystyczny sposób, iż najsilniejszy stosunkowo wiatr mamy zwykle około południa, słabszy — z rana, najsłabszy zaś — wieczorem. Typowe szybkości wiatrów dla różnych obszarów Polski podaje **tabela II**, w której zestawione są szybkości wiatru w trzech porach doby; są to średnie wartości z pomiarów dokonanych w latach 1929, 1930, 1931 i 1932.

Co się tyczy ważnego z punktu widzenia wykorzystania wiatru czynnika stałości wiatrów, to musimy stwierdzić u nas zarówno istnienie obszarów o przewadze ciszy, jak i obszarów o wyraźnej przewadze (do 90%) wiatrów użytkowych. Rozkład na terenie Polski stref o przewadze wiatrów dostatecznie silnych dla rentującego się ich wyzyskania w silnikach wietrznych, oraz ob-

TABELA II.

Szybkości wiatrów w różnych miejscowościach w Polsce

Miejscowość	Szybkość wiatru *) (średnia z 4 lat) w m sek			Miejscowość	Szybkość wiatru *) (średnia z 4 lat) w m sek		
	godz. 7	godz. 13	godz. 21		godz. 7	godz. 13	godz. 21
Białystok	2,8	3,6	2,3	Lublin	2,2	3,4	2,1
Bydgoszcz	1,9	3,3	1,3	Lwów	2,8	3,2	2,3
Cieszyn	1,9	2,7	1,8	Łódź	1,8	2,6	1,9
Częstochowa . . .	2,5	3,2	2,0	Łuck	3,8	5,0	3,3
Dęblin	2,6	4,0	2,3	Pińsk	4,0	5,1	3,5
Druskieniki	1,0	2,0	1,1	Piotrków	2,4	2,8	2,1
Gdynia	4,3	5,5	4,2	Płock	2,9	4,1	3,3
Gniezno	3,8	5,0	3,4	Poznań	3,8	5,0	3,5
Grodno	3,1	4,3	2,8	Przemyśl	1,2	2,0	1,0
Grudziądz	2,7	4,0	2,6	Radom	3,2	4,2	2,6
Hel	5,1	5,7	5,1	Skierniewice . . .	4,0	4,6	2,9
Kalisz	3,2	3,5	3,1	Tarnopol	1,9	2,7	1,7
Katowice	2,2	3,6	1,8	Toruń	2,6	4,0	2,4
Kielce	2,3	3,3	2,1	Warszawa	2,8	3,8	2,6
Kraków	1,8	2,8	1,7	Wilno	3,9	4,8	3,5
Krynica	1,6	3,3	1,2	Zakopane	2,2	3,6	2,1
Lida	3,1	4,2	2,8	Zaleszczyki . . .	1,1	1,8	1,0

szarów, w których przeważają raczej wiatry nikle, pokazane są na rys. 10, gdzie na mapie zaznaczone są linie ograniczające strefy o tej lub innej procentowej wartości wiatrów użytkowych. Jak widzimy, najkorzystniej pod względem możliwości wyzyskania energii wiatru przedstawiają się następujące części kraju: strefa koło północno-zachodniej granicy naszej z Niemcami (90% wiatrów użytkowych); korzystnie też przedstawia się obszar leżący na południowy wschód od wspomnianej strefy — na terenie województw Pomorskiego i Poznańskiego (ograniczony linią 80% wiatrów użytkowych); linie 70% i 60% wiatrów użytkowych ograniczają północną i wschodnią części naszego kraju. Najmniej korzystnie przedstawia się środkowa część kraju, ograniczona linią 50% wiatrów użytkowych, zwłaszcza zaś czworokąt: Łódź — Radom — Sandomierz — Częstochowa (40% wiatrów użytkowych). Przyczyną tak słabej stosunkowo „wietrzności” środkowej części naszego kraju jest, niewątpliwie, wyżyna Małopolska, wywierająca tamujący wpływ na prądy wiatrów; wpływ ten sięga aż do środkowego biegu Wisły.

Ten obraz rozkładu stałości wiatrów na obszarze Polski jest, oczywiście, w dużym stopniu orientacyjny. W poszczególnych miejscowościach wartości, charakteryzujące wiatry, mogą być zupełnie odmienne — zależnie od lokalnych warunków, a mianowicie od rzeźby terenu okolicy, wyniesienia danego punktu ponad otoczenie itp. Tak więc wyniosłe wzgórza cechować mogą wiatry silne, o dużej stałości; przeciwnie w kotlinach, — zewsząd lub z jednej bodajże strony zamkniętych ścianą wzgórz, — roczny czas trwania wiatrów użytkowych może być znikomo mały.

Zasada pracy silników wietrznych.

Energia wiatru i jej zamiana na pracę silnika wietrznego.

Wiatr, stanowiący pędzące z określoną szybkością masy powietrza, reprezentuje pewną **energię** w postaci siły żywej, czyli tzw. energii kinetycznej będącego w ruchu powietrza.

*) mierzona na wysokości ok. 15 m.

Jak wiadomo, siła żywa jakiegokolwiek masy pozostającej w ruchu wyraża się wzorem:

$$E = \frac{1}{2} \times m \times v^2 \dots \dots \dots (1)$$

gdzie oznaczają: *m* — masę będącą w ruchu, *v* — zaś szybkość tej masy.

Z powyższego wzoru widzimy, jak wielki wpływ na energię wiatru, a zatem i na pracę, jaką wiatr ten za pośrednictwem silnika wietrznego może wykonać, — posiada szybkość *v* wiatru, występująca we wzorze w drugiej potęgę.

Zważywszy, iż masa *m* powietrza jest proporcjonalna do jego objętości, możemy inaczej jeszcze — przedstawić ilość *E* energii kinetycznej zawartej w wietrze tak.

$$E = k_1 \times Q \times v^2 \text{ (kilogramometrów *)} \dots \dots (2)$$

gdzie oznaczają:

*k*₁ — współczynnik proporcjonalności, wynikający z przeliczenia odpowiednich jednostek fizycznych**).

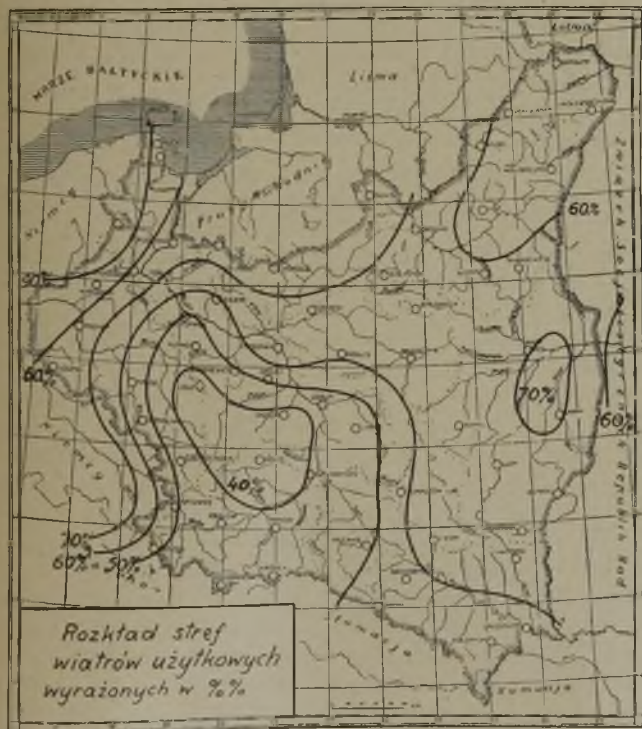
Q — ilość powietrza w metrach sześciennych;

v — szybkość powietrza w metrach na sekundę.

Co się tyczy m o c y, jaką przedstawia pęd wiatru, to ponieważ

$$\text{moc} = \frac{\text{energia}}{\text{czas}},$$

należy ją sobie wyobrazić, jako ilość energii kinetycznej zawartej w masie powietrza przepływającego w jednostce czasu przez pewien, określony oczywiście, przekrój przetrzeni (jest to tzw. „strumień“ wiatru). Jeśli rozpatrywany przekrój oznaczmy przez *F*, szybkość zaś przepływu



Rys. 10.

*) 1 koń mechaniczny (KM) równa się 75 kilogramometrów na sekundę.

**) Współczynnik *k*₁ zależy również od gęstości powietrza, która jest wielkością zmienną — w zależności od jego ciśnienia, temperatury i wilgotności (1 metr sześcienny przy temperaturze 15° C i ciśnieniu 760 mm słupka rtęci przedstawia masę 1,225 kg).



wu powietrza przezeń (szybkość wiatru) — przez *v*, wówczas ilość powietrza (objętościowo), przepływającego przez przekrój *F* w jednostce czasu wyniesie:

$$\frac{Q}{t} = F \times v,$$

gdzie *t* oznacza czas, odpowiadający przepływowi ilości *Q* powietrza; moc *P* tego „strumienia“ wiatru będzie, jak wynika z powyższych wzorów:

$$P = \frac{E}{t} = \frac{k_1 \times Q \times v^2}{t} = k_1 \times F \times v \times v^2,$$

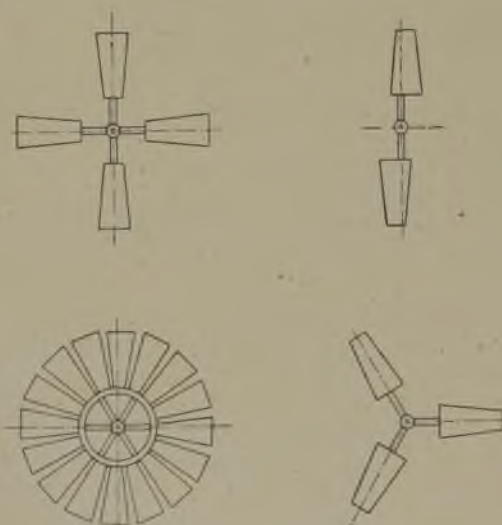
czyli ostatecznie:

$$P = k_1 \times F \times v^3 \dots \dots \dots (3)$$

Jak widzimy, moc *P* strumienia wiatru zależna jest od trzeciej potęgi jego szybkości *v*.

Zasada pracy wszystkich niemal silników wietrznych (z wyjątkiem jedynie silników rotorowych Flettnera, o których mowa będzie niżej), polega na tym, iż siła żywa pędzącego wiatru zostaje oddana wirnikowi silnika, stanowiącego układ odpowiednich płaszczyzn sztywno połączonych z roboczym wałem silnika. Trafiając na te płaszczyzny, masy pędzącego powietrza wywierają na nie nacisk i przesuwają je, powodując obrót silnika.

Wielkość oraz sposób rozmieszczenia owych płaszczyzn, ich sposób powiązania z wałem, a wreszcie i położenie wału (poziome lub pionowe) mogą być rozmaite. Najczęściej spotykane silniki wietrzne są to silniki typu „skrzydłowego“, których wirnik stanowi t. zw. koło wia-



Rys. 11

Typowe układy kół wiatrowych.

trowe, złożone z dwóch lub więcej skrzydeł, zamocowanych na mogącej obracać się poziomej osi. Kilka typowych układów kół wiatrowych pokazane są schematycznie na rys. 11. Koła wiatrowe, posiadające zaledwie 2 lub 3 skrzydła, zaliczane są do tzw. typu „śmigłowego“.

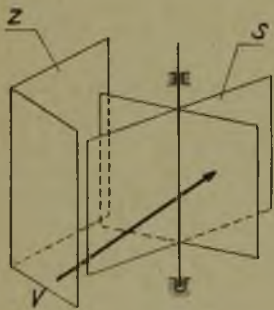
Inny znów typ silników wiatrznych stanowią tzw. silniki bębnowe na osi poziomej (rys. 12) oraz karuzelowe na osi pionowej (rys. 13); zasada działania tych silników widoczna jest bezpośrednio z rysunku. Zarówno silniki typu bębnowego, jak i karuzelowego, okazały się w zastosowaniu niepraktyczne, to też dziś żadnego już znaczenia w praktyce oba te typy silników nie odgrywają.



Rys. 12.

Zasada działania silnika wiatrowego bębnowego; v — kierunek parcia wiatru; s — łopátka koła; z — zasłona chroniąca dolną część wirnika od parcia wiatru.

Z pośród silników o wale pionowym zyskuje sobie natomiast coraz większe powodzenie — z powodu szeregu zalet natury zasadniczej — tzw. silnik Savoniusa, którego schemat pokazany jest na rys. 14. Wirnik silnika Savoniusa składa się z dwóch, przesuniętych względem siebie, połówek walca. Pęd wiatru wywiera tu, podobnie jak i w poprzednich silnikach, nacisk na płaszczyzny wirnika, nadając mu ruch obrotowy.



Rys. 13.

Zasada działania silnika wiatrowego karuzelowego. v — kierunek parcia wiatru; s — łopátka koła wiatrowego; z — zasłona, jak na rys. 12.



Rys. 14.

Schemat silnika wiatrowego Savoniusa.

W jaki sposób zamienia się energia kinetyczna wiatru na ruch obrotowy wirnika silników wiatrznych, — rozpatrzmy bliżej na przykładzie najbardziej typowego z pośród nowoczesnych silników, a mianowicie silnika z kołem wiatrowym, złożonym z szeregu łopatek (skrzydeł) rozmieszczonych symetrycznie względem osi prostopadłej do płaszczyzny koła (rys. 15). Wyobraźmy sobie, że koło wiatrowe ustawione jest „pod wiatr“, czyli w ten sposób, iż oś jego jest równoległa do kierunku wiatru. Płaszczyzny poszczególnych łopatek koła posiadają kierunek nieco ukośny — zarówno względem kierunku wiatru, jak i w stosunku do osi koła.

Rozpatrzmy, jakie siły działają na łopatkę s koła, na skutek wiejącego na koło wiatru. Ciśnienie, wywierane przez wiatr na powierzchnię łopátky s możemy sobie przedstawić, jako skupioną siłę P . Siłę tę zgodnie

z prawami nauki o wektorach*) możemy rozłożyć na dwie składowe, a mianowicie na siłę S , styczną do powierzchni łopátky s , — oraz na prostopadłą do niej siłę N . Siła S nie będzie wywierała na koło wiatrowe żadnego praktycznego skutku; to też część pędzącego z wiatrem powietrza po prostu ześlizgnie się po powierzchni łopátky w kierunku siły S , nie wykonując przytem żadnej pożytecznej pracy. Prostopadłą do powierzchni łopátky siłę N rozkładamy z kolei na dwie składowe, a mianowicie: na siłę osiową D oraz na siłę kręcącą K , leżącą w płaszczyźnie obrotu koła wiatrowego. Ta właśnie siła K będzie przesuwać w swym kierunku łopatkę s koła, powodując obrót wirnika.

Siła D posiada tendencję do przesunięcia wału wirnika w wzdłuż jego osi oraz wygięcia ramienia łopátky r ; to też siłę tę należy zrównoważyć odporem wału, zamocowanego w łożysku l oraz wytrzymałością ramienia r łopátky.

Powyżej przytoczone rozumowanie odnosi się, oczywiście, także do każdego innego skrzydła koła wiatrowego; każda z łopatek tego skrzydła dawać więc będzie odpowiednią siłę kręcącą K , a tym samym pewien moment kręcący, powodujący ruch obrotowy wirnika.

Sprawność koła wiatrowego. Moc silnika wiatrznego.

Biorąc pod uwagę przytoczony wyżej wzór (3) na moc strumienia wiatru przepływającego przez przekrój F z szybkością v :

$$P = k_1 \times F \times v^3, \dots \dots \dots (4)$$

możemy, — oznaczając rzut powierzchni skrzydeł koła wiatrowego na płaszczyznę koła przez F , — określić moc wiatru, wpadającego na koło wiatrowe, wzorem:

$$P = k_2 \times F \times v^3 \quad \text{koni mechanicznych,}$$

gdzie współczynnik k_2 uwzględnia przeliczenie kgm/sek na KM.

Jak widzimy, moc wiatru, poruszającego koło wiatrowe, zależy od wielkości powierzchni skrzydeł F tego ostatniego oraz od trzeciej potęgi szybkości wiatru. Nie cała jednakże moc wiatru, uderzającego w skrzydła koła wiatrowego, zostaje oddana użytecznie temu ostatniemu. Masy powietrza uderzającego w skrzydła nie tracą swej siły żywej w zupełności. Powietrze uchodzi za kołem wiatrowym z pewną jeszcze szybkością, niezbędną zresztą dla tego, aby przez koło wiatrowe następować mógł stały przepływ powietrza. To też energia oddana kołu wiatrowemu jest różnicą energii kinetycznej powietrza, napływającego z wiatrem na skrzydła wirnika, a wiatru, uchodzącego za wirnikiem. Ścisłe rozważania matematyczne, których ze względu na skomplikowany ich charakter nie przytaczamy, stwierdzają, iż najkorzystniejsze wyzyskanie energii wiatru w kole wiatrowym zachodzi wówczas, gdy szybkość powietrza za kołem wiatrowym wynosi $\frac{1}{3}$ szybkości wiatru, dmącego w wirnik od przodu. Moc wyzyskana w takim „idealnym“ kole wiatrowym — N_{\max} — stanowi 0,5926 mocy dmącego wiatru, a mianowicie jest ona wówczas równa:

$$N_{\max} = \xi_{\max} \times P \quad \text{koni mechanicznych} \dots (5)$$

gdzie współczynnik $\xi_{\max} = 0,5926$ — stanowi t. zw. „maksymalny współczynnik wyzyskania energii wiatru“.

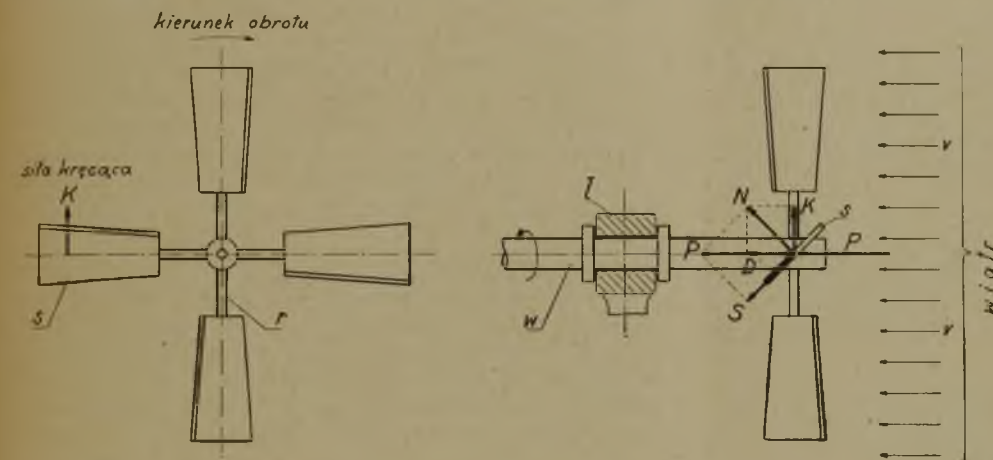
Jak widzimy więc, w najlepszym, teoretycznym (idealnym) przypadku możemy praktycznie wyzyskać zaledwie nieco więcej niż połowę energii (ok. 60%) wiatru.

*) por. Dr. inż. S. Neumark „Mechanika Techniczna“, str. 48 i nast.

W przypadkach rzeczywistych, jak to ma miejsce w praktyce, wyzyskanie energii wiatru jest jeszcze mniej korzystne, gdyż moc rzeczywista N_{rz} , rozwijana przez silnik wietrzny, jest zawsze mniejsza od maksymalnej mocy teoretycznej N_{max} . Możemy mianowicie napisać:

$$N_{rz} = N_{max} \times \eta, \dots (6)$$

gdzie η stanowi współczynnik o wartości mniejszej od 1, zwany „sprawnością skrzydeł”. Zależność ta wynika przede wszystkim stąd, iż idealny przypadek, aby $v_2 = \frac{1}{3} v_1$, nigdy w rzeczywistości nie zachodzi; następnie opływ koła roboczego silnika przez wiatr nie jest bynajmniej tak prosty, jak to założyliśmy w naszym teoretycznym rozumowaniu; tworzą się tu bowiem różne wiry, będące źródłem strat energii. Wreszcie mamy straty na tarcie w łożyskach i w powietrzu przy obracaniu koła wiatrowego.



Rys. 15.

Układ sił działających na koło wiatrowe, składające się z szeregu skrzydeł.

Ostatecznie dochodzimy do wyrażenia skutecznej (efektywnej) mocy N_{ef} silnika wietrznego, jak następuje

$$N_{ef} = \xi_{max} \times \eta \times P \dots (7)$$

czyli inaczej jeszcze:

$$N_{ef} = 0,5926 \times \eta \times P, \dots (8)$$

gdzie oznaczają: P — moc strumienia wiatru, trafiającego na powierzchnię skrzydeł koła wiatrowego; η — jest to współczynnik sprawności skrzydeł, zależny od typu i budowy silnika.

Ponieważ moc wiatru wyraziliśmy już uprzednio wzorem

$$P = k_2 \times F \times v^3,$$

określmy więc moc skuteczną silnika wietrznego następującym wzorem:

$$N_{ef} = 0,5926 \times \eta \times k_2 \times F \times v^3 \text{ (KM)}, \dots (9)$$

lub — zastępując, dla uproszczenia, wyrażenie: $0,5926 \times \eta \times k_2$, ogólnym współczynnikiem k , otrzymamy wzór:

$$N_{ef} = k \times F \times v^3 \text{ (KM)} \dots (10)$$

Z tej ostatecznej postaci wzoru na moc skuteczną N_{ef} silnika wietrznego widzimy, iż moc efektywna, jaką może rozwinąć silnik wietrzny, jest proporcjo-

nalna do powierzchni jego skrzydeł oraz do trzeciej potęgi szybkości wiatru. Wartość współczynnika proporcjonalności $k = 0,5926 \times \eta \times k_2$, zależy od wartości η oraz od współczynnika k_2 , zmieniającego się w niewielkich granicach zależnie od ciężaru jednostki objętości powietrza (jego gęstości), a więc od składu, ciśnienia i temperatury powietrza. Wartość współczynnika k (o ile powierzchnia F wyrażona jest w m^2 , szybkość zaś v wiatru — w m/sec) waha się na ogół od 0,0004 — dla silników starego typu — do 0,0005 — dla nowoczesnych silników wietrznych.

Ostatecznie zatem praktyczny wzór na moc, rozwijaną przez silnik wietrzny, przedstawia się, jak następuje:

$$N_{ef} = (0,0004 \div 0,0005) \times F \times v^3 \text{ (KM)} \dots (11)$$

gdzie oznaczają: F — łączna powierzchnia wszystkich skrzydeł wyrażona w metrach kwadratowych, v zaś — szybkość wiatru wyrażona w metrach na sekundę.

Niekiedy dla przybliżonych (orientacyjnych) obliczeń wygodniej jest posługiwać się nie powierzchnią skrzydeł, lecz średnicą wirnika. Przejmując wówczas,

$$\text{że } F = \frac{3,14 \times D^2}{4}, \text{ co nie}$$

jest ściśle, gdyż łopatki wirnika wypełniają tylko część powierzchni koła wiatrowego, — dochodzimy do przybliżonego wzoru praktycznego na

moc skuteczną silnika wietrznego:

$$N_{ef} \cong 0,0003 \times D^2 \times v^3 \text{ (KM)}, \dots (12)$$

gdzie D oznacza średnicę zewnętrzną koła wiatrowego wyrażoną w metrach.

(C. d. n.)

Elektryczne spawanie łukowe.

Inż.-el. T. ŻARNECKI.

(Ciąg dalszy).

Maszyny spawalnicze prądu stałego.

Trójbiegunowa prądnicą Siemens.

We wszystkich powszechnie stosowanych prądnicach elektrycznych prądu stałego kierunek pola magnetycznego w biegunach i jarzmie jest stały; liczba biegunów maszyny jest zawsze liczbą parzystą i wynosi np. 2, 4, 6, 8 itd., przy czym na obwodzie maszyny bieguny te rozmieszczone są naprzemian, a więc po biegunie północnym N następuje biegun południowy S , następnie — znów biegun północny N itd. Linie sił pola magnetycznego biegną zawsze w biegunie północnym N

Od 1 marca r. b.

ELEKTROWNIA MIEJSKA W WARSZAWIE

Na miejscu udzielane są porady techniczne

rozpoczęła sprzedaż ratalną

SILNIKÓW

elektrycznych na napięcie 220/380 V.

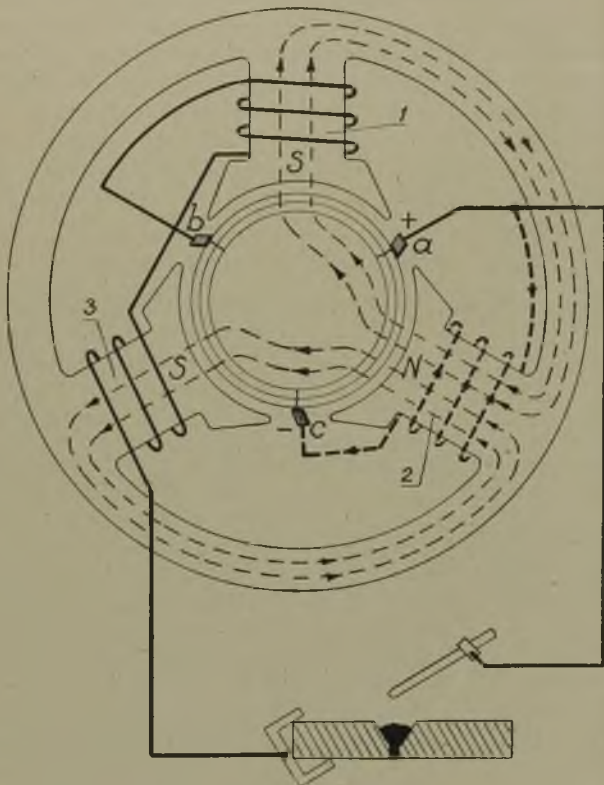
Sprzedaż odbywa się w dziale wystawowym

SALONU

(Marszałkowska 150)

od jarzma do twornika, w południowym zaś — S — odwrotnie — od twornika do jarzma.

Na odmienną zasadzie zbudowana jest t. zw. trójbiegunowa prądnica do spawania Siemens'a;



Rys. 32.

Schemat budowy prądnicy trójbiegunowej. Przebieg strumieni magnetycznych odpowiada stanowi jałowemu prądnicy.

budowa jej pokazana jest schematycznie na rys. 32. Prądnica ta posiada, jak widzimy, trzy bieguny, przyczem na biegunach 1 i 3 znajduje się uzwojenie szeregowe, na biegunie zaś 2 — uzwojenie bocznikowe. Ciekawą jest rzeczą, jak to zobaczymy dalej, że kierunek linii sił pola magnetycznego **nie jest stały**, lecz zależy od obciążenia prądnicy. Rozpatrując kierunek linii sił pola magnetycznego w trójbiegunowej prądnicy przy różnych obciążeniach, zauważamy, że biegun 2, zaopatrzony w uzwojenie bocznikowe, jest **zawsze** biegunem północnym N, gdyż kierunek prądu w uzwojeniu magnesującym tego bieguna **nie ulega zmianie**; natężenie tego prądu jest przytem prawie stałe. Gdy prądnica biegnie luzem (stan biegu jałowego — rys. 33-a) pole magnetyczne wzbudzone jest w niej tylko przez uzwojenie bocznikowe, umieszczone na biegunie 2. Linie sił pola magnetycznego wychodzą z bieguna 2 (N), przechodzą przez twornik, a następnie rozdzielają się na bieguny 1 i 3, które to bieguny są w tym przypadku — rzecz prosta — biegunami południowymi (S).

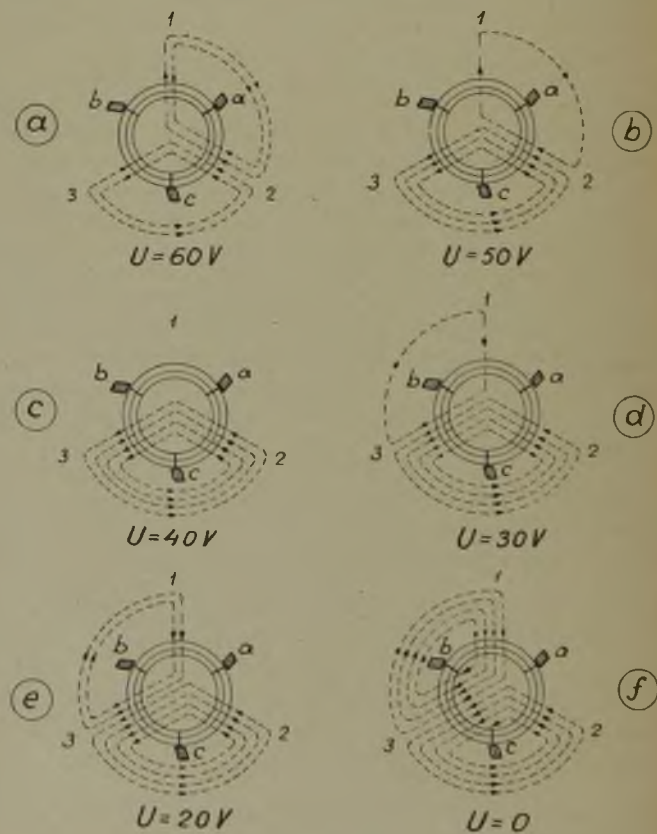
Biegun 3, posiadający uzwojenie szeregowe, jest **zawsze** biegunem południowym (S), gdyż uzwojenie jego posiada taki kierunek, że prąd płynący przez nie przy obciążeniu prądnicy, **wzmacnia** pole, wytworzone przez uzwojenie bocznikowe bieguna 2.

Biegun 1 również jest zaopatrzony w uzwojenie szeregowe; **nie posiada** on stałej biegunowości, gdyż uzwojenie jego posiada taki kierunek, że prąd płynący przez nie przeciwdziała polu, wytworzonemu przez uzwojenie bocznikowe bieguna 2. Dopóki prądnica bie-

gnie luzem (rys. 33-a) lub też jest słabo obciążona (rys. 33-b), — dopóty dla biegunowości bieguna 1 decydujący jest wpływ pola wzbudzonego przez uzwojenie bieguna 2; biegun 1 jest wówczas biegunem południowym (S). W miarę jednakże wzrostu obciążenia prądnicy prąd w uzwojeniu szeregowym bieguna 1 wzrasta, wpływ tego prądu przeważa i biegun 1 staje się biegunem północnym (N). Widzimy to na rys. 33-b — przy mniejszym obciążeniu prądnicy; widzimy dalej, na rys. 33-e przy większym jej obciążeniu, a wreszcie na rys. 33-f — w stanie zwarcia prądnicy.

Po rozpatrzeniu uzwojeń wzbudzających magnesów i omówieniu ich biegunowości wspomnijmy o uzwojeniu twornika prądnicy trójbiegunowej. Uzwojenie twornika tej prądnicy ułożone jest w żłobkach na obwodzie twornika, w dwu warstwach; dla prostoty na rys. 32 i 33 uzwojenie to nie jest pokazane, przyczem obie wspomniane jego warstwy przedstawione są w postaci dwóch „pasków“ na obwodzie twornika. Odpowiednio do trzech biegunów prądnicy 1, 2 i 3 na obwodzie komutatora ustawione są 3 szeregi szczotek a, b i c*. Do szczotek a — c przyłączone jest uzwojenie bocznikowe bieguna 2 (rys. 32).

Napięcie (wzbudzenia) panujące na szczotkach a—c jest sumą sił elektromotorycznych (jeżeli pominiemy — dla uproszczenia — spadek napięcia w uzwojeniu twornika) wytworzonych w górnych prętach twornika (na rys. — dla uproszczenia — nie pokazane) pod biegunem 2 oraz w dolnych prętach — pod biegunem 3; wynika to ze sposobu połączenia prętów uzwojenia twornika. Przy wzroście obciążenia prądnicy wzrasta, jak



Rys. 33.

Przebieg strumieni magnetycznych w prądnicy trójbiegunowej przy różnych obciążeniach (opis w tekście).

* Dla uproszczenia komutator na rys. 32 i 33 nie jest pokazany, szczotki zaś ustawione są wprost na tworniku.

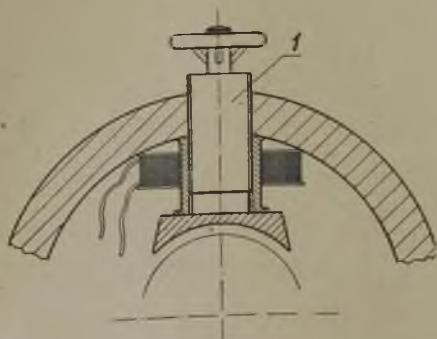
wiemy, natężenie pola magnetycznego bieguna 3, posiadającego uzwojenie szeregowo, wzrasta więc i napięcie na szczotkach a—c, powodując z kolei wzrost natężenia prądu w uzwojeniu magnesującym bieguna 2.

Biegun 2 — jeszcze przy biegu jałowym prądnicy — znajduje się w stanie bliskim nasycenia magnetycznego, wobec czego wszelkie dalsze zmiany prądu w jego uzwojeniu magnesującym prawie że nie wpływają na natężenie pola magnetycznego tego bieguna. Krótko mówiąc, natężenie pola magnetycznego pod biegunem 2 jest prawie stałe i niezależne od obciążenia prądnicy.

Zaciski obwodu zewnętrznego obwodu spawania połączone są ze szczotkami a — b. Napięcie na zaciskach prądnicy, pomijając spadek napięcia w uzwojeniu szeregowym biegunów 1 i 3 oraz w uzwojeniu twornika, jest równe sumie sił elektromotorycznych, wzniesionych w górnych prętach twornika pod biegunem 1, oraz w dolnych prętach leżących pod biegunem 2, gdyż wynika to ze sposobu połączenia prętów twornika. Natężenie pola magnetycznego pod biegunem 2 jest, jak wiemy, niezależne od obciążenia prądnicy. Kierunek natomiast i natężenie pola magnetycznego pod biegunem 1 zmienia się wraz z obciążeniem prądnicy. W stanie jałowym prądnicy napięcie wytworzone pod biegunem 1 dodaje się do napięcia wytworzonego pod biegunem 2 (rys. 33-a). Przy wzroście obciążenia prądnicy napięcie wytworzone w prętach, znajdujących się pod biegunem 1, zmniejsza się, gdyż maleje strumień pod tym biegunem (rys. 33-b), spadając stopniowo do zera (rys. 33-c), poczem zmienia swój znak, a następnie już odejmuje się od napięcia, wytworzonego pod biegunem 2 (rys. 33-d i e).

Jeżeli prąd w obwodzie zewnętrznym (spawania) będzie stale wzrastał, nastąpi chwila, gdy różnica napięć wytworzonych pod biegunami 1 i 2 stanie się równą zeru; napięcie na zaciskach prądnicy spadnie wówczas do zera (rys. 33-f), — prądnica znajdzie się w stanie zwarcia. Wielkość natężenia prądu, przy którym nastąpi ów stan zwarcia, zależy od oporności magnetycznej bieguna 1. Im większa jest oporność magnetyczna dla strumienia pod tym biegunem, tym większy prąd musi płynąć przez uzwojenie bieguna 1, aby wytworzyć strumień magnetyczny równoważący strumień bieguna 2 i obniżający napięcie na zaciskach prądnicy do zera. Odwrotnie: — przy małej oporności magnetycznej wspomnianego obwodu niewielki już stosunkowo prąd w obwodzie zewnętrznym stanowi prąd zwarcia prądnicy.

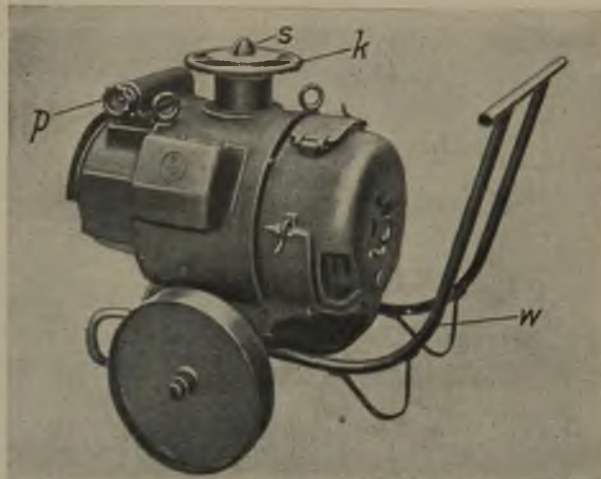
W trójbiegunowej prądnicy Siemens'a regulacja prądu zwarcia odbywa się przez regulację oporności magnetycznej za pomocą zmiany głębokości „zanurzenia“



Rys. 34.

Budowa bieguna 1 prądnicy trójbiegunowej; u góry kółko (k) do regulacji.

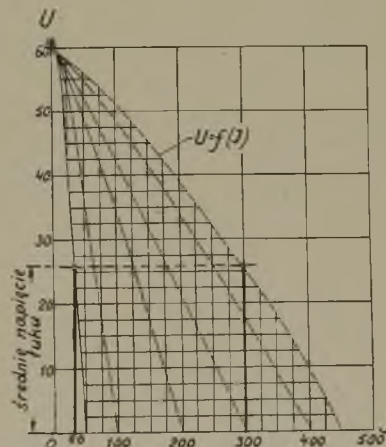
bieguna 1 (rys. 34). Za pomocą urządzenia pokazanego na rys. 34 można biegun 1 zanurzać głębiej, co daje małą oporność magnetyczną, duży strumień bieguna 1 oraz mały prąd spawania, lub też wyciągać biegun do góry, co daje znów dużą oporność magnetyczną, mały strumień bieguna 1 i duży prąd spawania. Zanurzanie bieguna odbywa się przez pokręcanie kółkiem znajdującym się u góry z zewnątrz prądnicy. Każdemu położeniu kółka odpowiada pewna określona oporność magnetyczna, a przez to jeden ściśle określony prąd zwarcia, — dla danej zaś długości łuku — jedno określone natężenie



Rys. 35.

Zespół przewoźny składający się z silnika asynchronicznego i trójbiegunowej prądnicy. k — kółko do regulacji bieguna 1; s — skala; p — przełącznik z gwiazdy w trójkąt do uruchamiania silnika asynchronicznego; w — wózek.

prądu łuku. Kółko to — k zaopatrzone jest w podziałkę (s — rys. 35), przy pomocy której można odpowiednio regulować prąd w łuku, potrzebny dla danej elektrody, — bez pomocy jakichkolwiek przyrządów pomiarowych.



Rys. 36.

Charakterystyki statyczne prądnicy trójbiegunowej przy różnych warunkach pracy.

U — napięcie łuku; I — natężenie prądu.

Warto przytem zwrócić uwagę na różnicę, jaka zachodzi pomiędzy regulacją prądu spawania w opisanej poprzednio prądnicy o polu poprzecznym syst. D-ra Rosenberga *), a regulacją prądu w omawianej trójbiegunowej prądnicy Siemens'a. W prądnicy o polu po-

*) por. zeszyt 2/1933 r., „W. E.“, str. 49.



przecznym większemu „zanurzeniu“ bieguna towarzyszyło wzmocnienie pola szczątkowego Φ_1 oraz zwiększenie prądu zwarcia, przy którym pole poprzeczne Φ_3 równoważyło pole Φ_1 . Natomiast w prądniczy trójbiegunowej Siemens'a zanurzeniu bieguna towarzyszyło zmniejszenie oporności magnetycznej pod biegunem 1 oraz zmniejszenie prądu spawania.

W trójbiegunowej prądniczy wzrostowi natężenia prądu towarzyszy spadek napięcia na zaciskach prądniczy. Charakterystyki statyczne tej prądniczy dla różnych położen kółka regulacyjnego k pokazane są na rys. 36. Największy prąd w łuku — ok. 300 A — można tu osiągnąć przy całkowicie wysuniętym biegunie 1, najmniejszy zaś prąd w łuku (ok. 40 A) — przy całkowicie wsuniętym (opuszczonym) biegunie, a więc przy najmniejszej oporności magnetycznej tego bieguna.

Na rys. 37 pokazana jest trójbiegunowa prądnicza Siemens'a w stanie rozebranym.

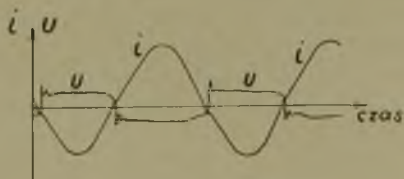


Rys. 37.

Widok trójbiegunowej prądniczy w stanie rozebranym. k — koło do wysuwania bieguna m_1 ; m_2 i m_3 — dwa pozostałe bieguny prądniczy; t — twornik z uzwojeniem.

Zastosowanie prądu zmiennego do spawania łukowego.

Zastosowanie prądu zmiennego do przenoszenia energii elektrycznej na odległość skłoniło do podjęcia prób nad zastosowaniem tego prądu także do **elektrycznego spawania** łukowego. Z miejsca jednakże napotkano na trudności, wynikające z zachodzących tu ustawnie (okresowo) zmian kierunku przepływu prądu. Jak wiadomo, w sieciach elektrycznych, z których powszechnie korzystamy, przepływa prąd zmienny 50-cio okresowy (sinusoidalny), czyli taki, który 50 razy w ciągu sekundy płynie w jednym kierunku i 50 razy w kierunku przeciwnym. W ten sposób 100 razy w ciągu sekundy wartość chwilowa prądu spada do zera. Co wówczas dzieje się z łukiem?

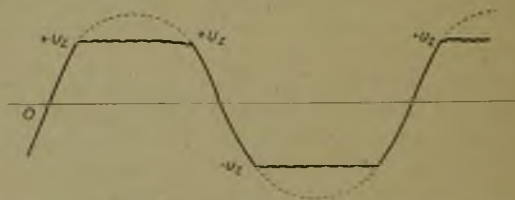


Rys. 38.

Wykres oscylograficzny przebiegu napięcia u oraz natężenia i prądu spawania.

Odpowiedź na to pytanie dają nam badania oscylograficzne, pozwalające na zarejestrowanie szybko po sobie następujących zmian napięcia i prądu (rys. 38). Okazuje się, że przebieg zmienności natężenia prądu i posiada charakter sinusoidalny, — z nieznacznym tylko

odkształceniem (jak gdyby chwilowym „zahamowaniem“ wzrostu prądu) — w chwili przejścia krzywej napięcia przez wartość zero. Natomiast kształt krzywej napięcia u jest wyraźnie nieregularny (odkształcony). Śledząc na tych krzywych przebieg zmienności napięcia, począwszy od wartości 0 (rys. 39)*, zauważymy, że napięcie wzrasta początkowo normalnie (linią kropkowaną oznaczony jest nieodkształcony przebieg sinusoidalny) aż do chwili osiągnięcia wartości t . zw. napięcia zapłonu u_1 . Na rys. 39**) podaliśmy wykres zależności napięcia U_1 od długości łuku. Każdej długości łuku, przy stałym natężeniu prądu w łuku i przy niezmiennych warunkach odprowadzania ciepła odpowiada pewne określone napięcie. Gdy napięcie zasilające łuk jest napięciem okresowo zmiennym, wówczas wzrasta ono do chwili przejścia przez zero aż do osiągnięcia wartości napięcia odpowiadającego danej długości łuku (napięcie zapłonu). Dalszy wzrost napięcia zostaje powstrzymany przez spadek napięcia na łuku i dopiero, gdy — po upływie prawie półokresu — napięcie źródła prądu zacznie znów spadać do zera (by rozpocząć swój wzrost w przeciwnym kierunku), — spadnie też i napięcie na łuku. Tak więc napięcie na łuku, przy zasilaniu go prądem zmiennym, zmienia się w sposób prawidłowy (sinusoidalny) tylko w zakresie od $-u$ do $+u$ (przy wzrastaniu) i od $+u$ do $-u$ (przy maleniu); w pozostałej części napięcie jest prawie stałe (pewne nierówności wywołane są ustawnie zmieniającą się długością łuku) i zależne jest od długości łuku.



Rys. 39.

Przebieg napięcia przy spawaniu prądem zmiennym.

Pamiętamy, że jonizacja powietrza, niezbędna dla powstania łuku, może być wywołana albo odpowiednio wysokim napięciem, albo też wysoką temperaturą. Przy spawaniu prądem zmiennym, w krótkich chwilach, gdy natężenie prądu spawania jest bliskie zera, wydzielanie ciepła z łuku ustaje, co mogłoby spowodować łatwe jego zerwanie się. To też, chcąc uniknąć zerwania się łuku i ułatwić jego prowadzenie, stosuje się przy spawaniu prądem zmiennym z reguły **elektrody otulone** (powlekane). Otulina na drucie metalowym, stanowiącym rdzeń elektrody, chroni koniec elektrody od szybkiego stygnięcia. Poza to spalając się, otulina ta wytwarza obłok gazowy („koszulkę“), chroniącą łuk od stygnięcia, a ponadto dostarcza czynników wybitnie poprawiających przewodnictwo elektryczne pomiędzy elektrodą a spawanym przedmiotem. W ten sposób otulina — poza innymi swymi właściwościami — ułatwia utrzymanie i prowadzenie łuku przy prądzie zmiennym.

(C. d. n.).

* Na rys. 39 fragment tej samej, co na rys. 38, krzywej przebiegu napięcia pokazany jest w sposób nieco bardziej uproszczony i przejrzysty.

** por. zeszyt 11/1937 r., „W. E.“, str. 300.

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
- S. F. A. Sanocka Fabryka Akumulatorów S. A. w Sanoku, tel. 112 i 113.
- Z. A. T. Zakłady Akumulatorowe syst. „TUDOR” Sp. Akc. Warszawa, Złota 35, tel. centrala: 5.62-60. Oddziały: Bydgoszcz, ul. Gdańska 51, tel. 13-77. Katowice, Moniuszki 6, tel. 326-50. Lwów, Potockiego 4, 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 S. Kleiman i S-wnie, Warszawa, Okopowa 19, (gmachy własne), tel. 234-26, 234-53, 683-77 i 645-31.
- K. Szpotafiński i S-ka, S. A. Fabryka Aparatów Elektrycznych, Warszawa (Kamionek), ul. Kałuszyńska 2-a/4/6 (gmach własny), telefon: centrala 566-40.

Aparaty elektr. do odbijania kamienia kotłowego.

- „Devoorde” Inż. Józef Feiner, Kraków, Zyblikiewicza 19.

Armatury porcelanowe, wodoszczelne.

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

Armatury i przybory do oświetlenia elektrycznego.

- Bracia Borkowscy, Zakł. Elektrotechn. S. A. (fabr.), Warszawa, Al. Jerozolimska 6, tel. 642-79
- A. Marciniak, S. A. (fabr.) Warszawa. Zarząd i fabryka, ul. Wronia 23, tel. 595-72 i 592-02. Sklep, ul. Bracka 4, tel. 960-55.

Polskie Zakłady „Schaco”, Kraków, Zamenhofska 1, Skrytka poczt. 407, tel. 160-24.

Automaty rozruchowe.

- „Elektroautomat”, Zakłady Elektrotechniczne, Warszawa, ul. Dzielna 72, tel. 11.94-77, 11.94-78 i 11.94-88.
- K. i W. Pustola, Warszawa 4, Jagiellońska 4—6 tel. 10-33-30 i 10-33-26.

Automaty schodowe.

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

Bakelit.

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

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.

Chromonikielina, nikielina, konstantan.

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

Druty oporowe marki „Cekas”.

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

Dźwigi elektryczne.

- Roman Gronowski, Spółka Akcyjna, Fabryka Dźwigów, Warszawa, Emilji Plater 10, tel. 918-20, 918-22, 955-17.
- Bracia Jenike, Fabryka Dźwigów, Sp. Akc. Warszawa, Zarząd: Al. Jerozolimskie 20, tel. 220-00 i 629-64.
- „Moc” Fabryka Maszyn, Sp. Akc., Warszawa, Wolska 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 szlifiarki.

- Inż. Józef Feiner, Kraków, Zyblikiewicza 19, tel. 118-33.

Elementy grzejne i kształtki izolacyjne

- Geo. Bray & Co., Leeds, marka Chromalox, Reprezentacja: „Industria”, Lwów, 3-go Maja 5, tel. 228-78.

Emaljowane przewodniki miedziane.

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

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 - Planhauser S. A.

Grzejniki elektryczne.

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

Grzejniki elektryczne dla przemysłu.

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

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

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

Izolacyjne materiały.

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

„Megacykl — W. A. Trembiński” Sp. z o. o., Warszawa 1, ul. Piusa XI Nr 43, tel. 722-25.

Kuchenki elektryczne.

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

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. Elektrotechn. S. A. (fabr.), Warszawa, Al. Jerozolimska 6, tel. 642-79.

A. Marcinłak, 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.

Liczniki energii elektrycznej.

K. Szpotafiński i S-ka, S. A. Fabryka Aparatów Elektrycznych, Warszawa (Kamionek), ul. Katuszyńska 2-a/4/6 (gmach własny), telefon: centrala 566-40.

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, Wilcza 50, 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. Pustoiła, 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, Wilcza 50, Lwów, Zimorowicza 15.

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

Materiały instalacyjne.

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

Centrala Żarówek K. Donat, Poznań, Ratajczaka 36, tel. 15-86.

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

Inż. Wł. Piata i Paweł Zauder (fabryka), Łódź, ul. Sienkiewicza 163, tel. 187-06.

Materiały izolacyjne, steatytowe 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.

Inż. Wł. Piata i Paweł Zauder (fabryka), Łódź, ul. 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.

„Dacho” inż. A. Chomicz, Warszawa, Ś-to Krzyska 28, tel. 616-15.

„Era” Polskie Zakłady Elektrotechniczne S. A. Zarząd i Fabryka Włochy p/Warszawa, 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.

Neony.

K. i W. Dworakowscy, Warszawa, ul. Wspólna 46, tel. 974-06.

Odbiorniki.

„Dacho” inż. A. Chomicz, Warszawa, Ś-to Krzyska 28, tel. 616-15.

Ograniczniki prądu.

Inż. Józef Imass, 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.

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

Inż. J. Zubko, Brwinów.

Oporniki suwakowe.

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

Opory.

„Megacykl — W. A. Trembiński” Sp. z o. o., Warszawa 1, ul. Piusa XI Nr 43, tel. 722-25.

Piece elektryczne.

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

Inż. J. Zubko, Brwinów.

Piece elektryczne dla przemysłu metalowego.

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

Pirometry.

Inż. J. Zubko, Brwinów.

Podkładki pod wyłączniki

„Teksa” Fabryka Wyrobów Tekturowych, Lwów, Mickiewicza 26.

Prostowniki

„Elin”, Polski Przemysł Elektr., Sp. z o. o., Kraków, Kopernika 6, Warszawa, Wilcza 50, Lwów, Zimorowicza 15.

Przełączniki z gwiazdy w trójkąt.

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

Przewody.

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

Przyrządy pomiarowe elektryczne.

„Bemar” — Wytwórnia Przyrządów Elektrycznych, Grodzisk Maz., ul. Królewska 3. Tel. Podmiejska II — Milanówek 41.

Chauvin Arnoux, Fabryka Aparatów Pomiarowych Elektrycznych w Polsce, Warszawa, ul. Czerska 12, tel. 9-72-65 i 9-71-29.

„Dacho” inż. A. Chomicz, Warszawa, S-to Krzyska 28, tel. 616-15.

„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) emalowane.

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 Rafineria Szkła „Targówek” Kazimierz Kiliczak i Synowie, Warszawa, ul. Orła 7, tel. 251-62.

Termostaty

Rheostatic & Co., Slough, Anglia. Re-prezentacja: „Industria”, Lwów, 3-go Maja 5, tel. 228-78.

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.

Transformatory miernicze.

K. Szpotański i S-ka, S. A. Fabryka Aparatów Elektrycznych, Warszawa (Kamionek), ul. Katuszyńska 2-a/4/6 (gmach własny), telefon: centrala 566-40.

Urządzenia do oczyszczania wody zasilającej kotły.

Zakłady „Ekonomja” w Bielsku, skrytka pocztowa 110, tel. 1160

Wentylatory.

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

Wyłączniki automatyczne.

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

Fabryka Aparatów Elektrycznych S. Kleiman i S-wie, Warszawa, Okopowa 19, (gmachy własne), tel. 234-26, 234-53, 683-77 i 645-31

Żarówki.

Centrala Żarówek K. Donat, Poznań, Ratajczaka 36, tel. 15-86.

„Tungsram”, Zjednoczona Fabryka Żarówek S. A., Warszawa, ul. 6-go Sierpnia 13, telefony: Dyrekcja 860-81, gab. Prokurenta 878-83, za-

mówienia 891-07, ogólny 856-50, propaganda 878-56. 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. Za-walna 16.

Żyrandole.

Bracia Borkowscy, Zakł. Elektrotechn. S. A. (fabr.), Warszawa, Al. Jerolimowska 6, tel. 642-79.

A. Marciniak, 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. 8.78-56. 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.

Radjofoniczny sprzęt przeciwzakłóceniu.

„Megacykl — W. A. Trembiński” Sp. z o. o., Warszawa 1, ul. Piusa XI Nr 43, tel. 722-25.

Zjednoczeni Inżynierowie Elektrycy, Sp. z o. o., Warszawa, Polna 38, tel. 7-29-55.

Wzmacniacze wielkiej mocy.

„Dacho” inż. A. Chomicz, Warszawa, S-to Krzyska 28, tel. 616-15.

Technika instalacji elektrycznych.

Inż. T. KULISZEWSKI

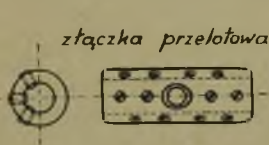
(Ciąg dalszy)

Układanie kabli ziemnych.

Montaż muf kablowych.

Łączenie żył kabla.

Poszczególne żyły dwóch odcinków kabli łączymy ze sobą przy pomocy specjalnych złączek, ściśle dopasowanych do danego przekroju żyły. Złączki bywają trzech rodzajów, a mianowicie: **przelotowe**, **odgałęźne** i **rozgałęźne** (krzyżowe). Najczęściej używane są złączki

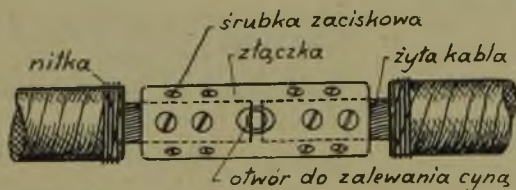


Rys. 51-a



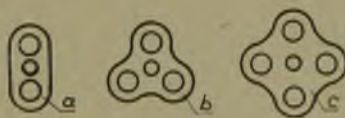
Rys. 51-b.

typu pokazanego na rys. 51. Tego rodzaju złączki posiadają kilka szeregów śrubek zaciskowych, przy pomocy których żyła kabla zostaje zamocowana w złączce. Na rys. 52 pokazany jest sposób połączenia żył kabla przy pomocy wspomnianej wyżej złączki przelotowej.



Rys. 52.

Aby złączki łączące poszczególne żyły kabla nie stykały się ze sobą, — np. w przypadku kabla dwu- lub wielożyłowego, — stosowane są w pobliżu miejsca złączenia specjalne **przegrodki izolacyjne**, które utrzymują żyły kabla w pewnej odległości od siebie; niektóre rodzaje tych przegródek pokazane są na rys. 53, sposób zaś umieszczenia przegródek widzimy na rys. 54. Przegrodki izolacyjne winny być umieszczone na izolowanych żyłach kabla przed założeniem złączek, w przeciwnym



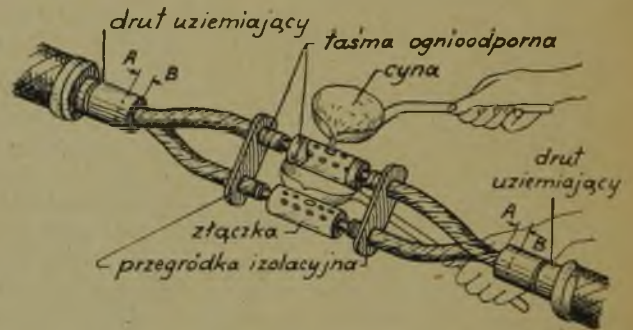
Rys. 53.

bowiem razie założenie przegródki nie byłoby w ogóle możliwe. Przegrodki izolacyjne bywają zazwyczaj wykonywane z porcelany, ebonitu lub bakelitu; grubość ich wynosi ok. 10 mm.

Każda złączka, po założeniu i umocowaniu na końcach żył kabla, winna być starannie oblutowana. W tym celu złączka posiada otwór, przez który wlewamy cynę do wewnątrz złączki (rys. 52), dokładnie wypełniając w ten sposób puste miejsca. Staranne oblutowanie złączki jest rzeczą bardzo ważną; przy tej czynności ulec mogą uszkodzeniu, przez nieostrożność, warstwy izolacyjne żył kabla, położone bliżej miejsca zlutowania. Dlatego też czynność tę należy powierzać pracownikom wykwalifi-

kowanym, a ponadto należy przestrzegać przytem pewnej kolejności wykonywania prac.

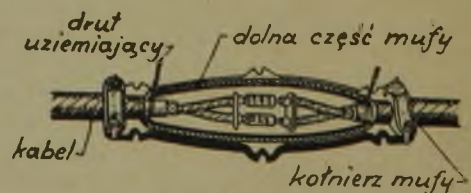
Kolejność tych prac jest następująca: po oczyszczeniu końców kabla z warstw izolacyjnych (por. rys. 49 w zeszyt 1/1938 r. „W. E.” str. 26) i po zabezpieczeniu warstw izolacyjnych od rozkręcania się, zlekką rozginamy izolowane żyły kabla, uważając przytem, aby powłoka ołowiana nie wywierała zbyt dużego nacisku na warstwy izolacyjne żył i nie uszkodziła je przez to. Następnie zakładamy przegródki izolacyjne, które utrzymują już w dalszym ciągu żyły kabla w stanie rozgiętym. Po tym łączymy ze sobą — przy pomocy złączek — poszczególne żyły dwóch odcinków kabla, dokręcając mocno wszystkie śrubki złączek. Połączony w ten spo-



Rys. 54.

sób kabel umieszczamy w dolnej połowie mufy i po zabezpieczeniu miejsc kabla, które wchodzą w otwory mufy (por. rys. 50, zeszyt 1/1938 r. „W. E.”, str. 26), mocno dokręcamy kołnierze czyli mankiety mufy. Końce żył, wystające ze złączki wraz z wierzchnią warstwą izolacyjną, zabezpieczamy przed ogniem przy pomocy taśmy ognioodpornej, a następnie rozgrzewamy złączkę bądź maszynką benzynową, bądź też specjalnymi cęgami. Po dostatecznym rozgrzaniu złączki smarujemy ją kalafonią, poczem w otwór złączki wlewamy roztopioną uprzednio w specjalnej łyżce cynę. Posługujemy się przytem drugą łyżką pomocniczą (na rys. 54 łyżka ta widoczna jest pod złączką), do której ścieka nadmiar cyny; czynność tę pokazuje obrazowo rys. 54.

Należy nadmienić, że w celu ochrony zlutowanej już złączki — przed rozlutowaniem podczas lutowania sąsiedniej złączki, — należy ją zabezpieczyć przez szczelne owinięcie taśmą ognioodporną.



Rys. 55.

Po ukończeniu lutowania starannie oczyszczamy zlutowane miejsca z taśmy ognioodpornej, a następnie przy pomocy papieru szmerglowego lub pilnika opiłowujemy nierówności. Po wytarciu złączki suchą szmatką, należy jeszcze zdjąć z końców — na długości kilkunastu milimetrów — powłokę ołowianą (odcinek A — B na rys. 54), a to w celu zabezpieczenia warstw izolacyjnych żył przed ewentualnym uszkodzeniem wskutek zbyt wielkiego nacisku powłoki ołowianej na żyły kabla. Połączone w ten sposób żyły pokazane są, wraz z dolną połową mufy przelotowej, na rys. 55.

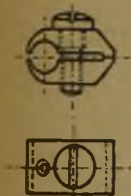
W podobny sposób postępujemy przy dokonywaniu odgałęzień od kabla; możliwe są jednakże na ogół dwa sposoby wykonania odgałęzień, a mianowicie:

1. z przecinaniem kabla w mufie, oraz
2. bez przecinania kabla.

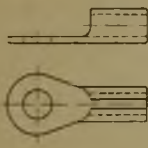
Prace, jakie należy wykonać przy sposobie pierwszym, w niczym nie różnią się od prac omówionych już poprzednio — przy łączeniu odcinków kabla w mufie przelotowej; na rys. 56 pokazane jest odgałęzienie dokonane w ten właśnie sposób. Użyta tu została t. zw. mufa odgałęzieniowa. Co się tyczy drugiego sposobu wykonania odgałęzienia, to w tym wypadku nie można używać stosowanych wyżej złączek i należy zastosować specjalny zacisk pokazany na rys. 57. Zacisk taki zakłada się

na żyłę kabla — oczyszczoną od warstw izolacyjnych — bez przecinania kabla, do śruby zaś tego zacisku zostaje umocowana żyła kabla odgałęzieniowego. Koniec żyły kabla, służącego do odgałęzienia, należy zaopatrzyć w t. zw. końcówkę, czyli „uszko“.

Przy mniejszych przekrojach żył końcówka bywa tłoczona z blachy (rys. 58), przy większych przekrojach — lana, ze śrubkami zaciskowymi (rys. 59). Odgałęzienie, wykonane bez przecinania kabla, pokazane jest na rys. 60. Zarówno zacisk na żyłę nieprzeciętego kabla, jak i końcówkę na kablu odgałęzieniowym, należy starannie oblutować.



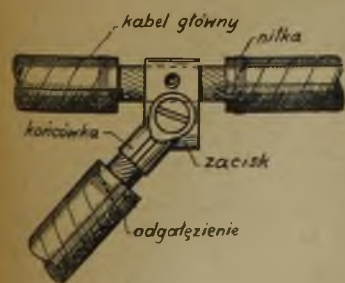
Rys. 57.



Rys. 58.



Rys. 59.



Rys. 60.

żył kabla z mufy końcowej (czyli t. zw. główicy), — wskazane jest zastosowanie do tego celu specjalnego zacisku centrycznego pokazanego na rys. 62. Koniec żyły kabla zostaje w tym przypadku zaciśnięty i oblutowany w stożkowym końcu zacisku, pręt zaś — po nagwintowaniu — wkręcony w

gwintowany otwór — z drugiej strony zacisku.

Zalewanie mufy masą kablową

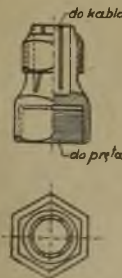
Po dokonaniu połączeń żył oraz po umocowaniu kabla w dolnej części mufy przystępujemy do zalewania wnętrza mufy masą kablową.

Warunki techniczne na masy kablowe ujęte są w postaci norm (PNE — 16); przepisy te winien znać dobrze każdy kablowiec. Masę kablową przed użyciem roztapiamy na ogniu w specjalnym kociołku (z dziobkiem), sprawdzając stale temperaturę masy zanurzonym w niej termometrem. Skrupulatne badanie temperatury masy ma na celu niedopuszczenie masy do nadmiernego przegrzania, co byłoby niezmiernie szkodliwe, spowodowałoby bowiem obniżenie się jej własności izolacyjnych oraz innych ważnych cech fizycznych, jak lepkość, płynność i t. p. Normalna temperatura, do jakiej należy podgrzewać masę kablową, wynosi od 150 — 190° C, zależnie od gatunku i rodzaju masy. Pod żadnym pozorem nie wolno masy kablowej gotować.

Przy podgrzewaniu masy kablowej należy ją starannie mieszać. Jeżeli przy roztapieniu masy występuje na jej powierzchni piana, — dowodzi to, że masa zawiera pewną ilość wilgoci; przez dalsze podgrzewanie masy wilgość ta zostaje usunięta. Skoro na powierzchni masy ukażą się drobne pęcherzyki, — świadczy to, że masa kablowa nie zawiera już wilgoci i że temperatura jej jest już odpowiednia; podgrzewanie masy należy wówczas przerwać i przystąpić do zalewania nią mufy kablowej.

Przed zalewaniem mufy masą kablową należy starannie oczyścić z brudu, wilgoci i kurzu zarówno wnętrze mufy, jak i końce kabla, złączki i t. p. Ma to na celu umożliwienie masie kablowej lepszego i trwalszego „przyklepienia się“ do wewnętrznych ścianek mufy. Po oczyszczeniu tych części, należy bardzo ostrożnie podgrzać — przy pomocy maszyny benzynowej — korpus mufy oraz wszystkie te części, do których masa będzie przylegała; czynność tę należy wykonywać **niezwykle starannie i ostrożnie**, aby nie opalić papierowej izolacji kabla.

Kolejność prac przy zalewaniu muf kablowych złączkowych, rozgałęziennych i innych muf poziomych (leżących) jest następująca: w pierwszym rzędzie zalewamy dolną część mufy, w której mieszczą się połączone uprzednio końce kabla, oblewając masą (wąskim jej strumieniem) złączki, żyły kabla oraz miejsca więcej zagłębione,



Rys. 62.

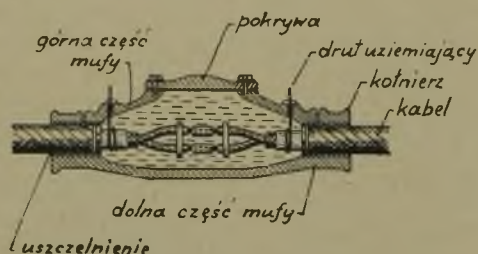


Rys. 63.

po czym dolewamy do mufy taką ilość masy, aby dolna jej część została całkowicie zapełniona; jest to pierwsza warstwa masy (I — rys. 63). Następnie na dolną część mufy nakładamy i z lekka przykręcamy śrubami uprzednio oczyszczoną i ogrzaną górną część mufy, po czym przez górny otwór dolewamy masę aż do poziomu t. zw.

otworów odpowietrzających. Masa w ten sposób dolana stanowi t. zw. drugą warstwę masy (II — rys. 63).

Należy tu jeszcze wspomnieć o przewodach uziemiających. Mianowicie żyły uziemiające, przylutowane uprzednio do powłoki ołowianej obu odcinków kabla, winny być — przed zalaniem masą — bądź umocowane przy pomocy śrub do dolnej części mufy w celu stworzenia metalicznego połączenia ich ze sobą oraz z korpusem mufy, — bądź też muszą być wyprowadzone na zewnątrz mufy poprzez otwory odpowietrzające (w górnej części korpusu mufy) — celem połączenia ich z korpusem mufy na zewnątrz (rys. 64).



Rys. 64.

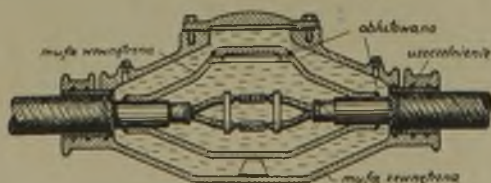
Po wylaniu do mufy drugiej warstwy masy i umocowaniu przewodów uziemiających zamykamy otwory odpowietrzające i — w miarę ostygnięcia masy — dolewamy ją kilkakrotnie aż do zupełnego wypełnienia mufy masą kablową; jest to trzecia warstwa masy (III — rys. 63).

Ponieważ stygnąca masa kurczy się, przyczem objętość jej się zmniejsza, należy pilnie uważać, aby w masie nie tworzyły się luki w postaci jam, wnęk i t. p. Można tego uniknąć, lejąc masę ostrożnie wąskim strumieniem; pozatem — w czasie wlewania masy — wskazane jest lekkie podgrzewanie korpusu mufy. Czynność podgrzewania należy dokonywać niezmiernie ostrożnie, gdyż masa może się zapalić. Ostatecznie dolewanie masy uskuteczniamy już po pewnym ostygnięciu masy t. j., gdy masa nie jest zbyt gorąca, nie jest jednakże już płynna.

Po całkowitym zalaniu mufy masą oraz jej stężeniu (jednakże przed całkowitym jej ochłodzeniem) skręcamy mocno obie części korpusu mufy, dokręcając starannie wszystkie śruby. Powoduje to pewne sprasowanie znajdującej się w mufie masy wskutek czego masa — po tej czynności — jeszcze dokładniej zapełni wszelkie szpary i otwory.

Po dokręceniu pokrywy mufy celowe jest również polanie ze wszystkich stron roztopioną masą zewnętrzną powierzchni mufy, a zwłaszcza śrub i nakrętek w celu uchronienia metalowych części przed rdzewieniem.

Należy podkreślić z całym naciskiem, że w żadnym wypadku **nie wolno używać** do zalewania muf masy już **używanej** t. j. wytapianej z muf uszkodzonych lub wymienianych.



Rys. 65.

Co się tyczy zalewania masą głowic kablowych — np. butelkowych, — to zalewamy je podobnie do opisanego wyżej, jednakże czynimy to nie warstwami, lecz od

razu, pozostawiając kilka milimetrów przestrzeni wolnej — od masy do pokrywy.

Zdarza się niekiedy, że mamy do czynienia z mufą podwójną np. przy układaniu kabla w miejscach bardzo wilgotnych, bagnach, rzekach i t. p. Wówczas wewnętrzna mufa wykonana jest z ołowiu i zostaje zalana masą oddzielnie, przyczem zarówno końce mufy, jak i pokrywa tej mufy winny być starannie oblutowane (rys. 65). Mufa ołowiana umieszczona jest w tym wypadku w drugiej mufie zewnętrznej, zazwyczaj żeliwnej (czasem też z materiału izolacyjnego), którą zalewamy masą w opisany już wyżej sposób.

(C. d. n.).

NOWINY ELEKTROTECHNICZNE.

100 MILIONÓW ŻARÓWEK. Roczne zużycie żarówek w Niemczech ocenia się obecnie na 100 milionów, podczas gdy jeszcze w roku 1932/33 rynek niemiecki wchłonął zaledwie 50 milionów. Jedno z pism, wypowiadając się na ten temat, sądzi, że jedną z najważniejszych przyczyn, które wywierają korzystny wpływ na zużycie żarówek, jest postępujący wciąż ubytek oświetlenia gazowego. Przed dziesięciu laty opodatkowano bowiem 17 milionów siatek (koszułek) żarowych, obecnie zaś tylko 7 milionów. Dużą rolę odegrała także wzmożona propaganda pod hasłem „Dobre światło chroni oczy”. Istotne jednakże jest w tym wszystkim zrozumienie, że światło w technicznie doskonałej formie jest nadzwyczaj ważnym i niezbędnym środkiem do podniesienia wydajności pracy, polepszenia stanu zdrowia, zmniejszenia ilości nieszczęśliwych wypadków, powiększenia pewności ruchu, bezpieczeństwa komunikacji i t. d.

(Elektrizitätswirtschaft, Zeszyt 2, 1938 r.).

ŁOŻYSKA Z ŻYWICZNYCH MATERIAŁÓW PRASOWANYCH*). Korzystne wyniki doświadczeń, przeprowadzonych z łożyskami ze sztucznej żywicy w walcowniach i górnictwie, skłoniły wiele elektrowni niemieckich do zbadania u siebie przydatności tego materiału do wyrobu łożysk. Sprawie tej — wobec trudnego położenia niemieckiego rynku surowcowego — poświęcono szczególną uwagę, widząc w sztucznej żywicy materiał, mogący zastąpić stosowane dotychczas metale łożyskowe o wysokiej zawartości cyny, importowanej z zagranicy.

Badania rozciągnięto na tabor kolejek, urządzenia do kruszenia i do transportu węgla, napędy rusztów, pompy, silniki elektryczne i in. Aczkolwiek próby nie zostały jeszcze zakończone, niektóre zaś z nich wprost zawiodyły, — stwierdzono jednakże niezbicie, że w wielu przypadkach łożyska ze sztucznej żywicy nie tylko dorównują metalowym, lecz nawet przewyższają je pod pewnymi względami, jak np. swą trwałością, mniejszym tarciem i t. d.

Ogólnie można powiedzieć, że łożyska ze sztucznej żywicy nadają się szczególnie do wałów, obracających się spokojnie, — silne bowiem uderzenia łatwo powodują zniszczenie łożyska. Dlatego też wały muszą być gładkie i dokładnie okrągłe, a w miarę możliwości hartowane. Zużycie łożysk ze sztucznej żywicy jest w pierwszym okresie pra-

* Liczne materiały prasowane, jakie spotykamy na rynku pod różnymi nazwami (Aclair, Celeron, Gerohlit, Novotext, Gerohlex, Deurohlex, Deurohilit, Thesit, Turbax i in., składają się w zasadzie z syntetycznej („sztucznej”) żywicy, sprasowanej pod wysokim ciśnieniem i w temperaturze około 160 — 180°C z papierem, mączką drzewną lub azbestową, czy też z materiałami włóknistymi. Wewnętrzna budowa poszczególnych gatunków mas prasowanych zależy od tego, czy materiały, spojone sztuczną żywicą, występują w postaci nieregularnych skrawków, czy też ułożone są w warstwy. Łożyska wyrabia się bądź z pełnego materiału, bądź też prasuje się wprost w specjalnych formach bez dalszej obróbki. (Przyp. Autora Ref.).

cy zazwyczaj nieco większe, niż łożysk metalowych, później jednak, gdy łożyska dotrą się należycie, staje się ono znacznie mniejsze; łożyska i wał stają się wtedy przeważnie gładkie, — jak lustro.

Celem **zmniejszenia tarcia** można stosować zwykłe sposoby smarowania. Smary stałe okazały się przytem bardzo przydatne; jednakże wszelkie np. rowki do rozprowadzania smaru, o ile w żaden sposób nie można ich uniknąć, — muszą posiadać należyte zaokrąglenia. Temperatury powyżej 100 — 120°C szkodzą łożyskom, których powierzchnia ulega wówczas łatwo spopieleniu; to też dla bezpieczeństwa nie należy przekraczać w ruchu ciągłym temperatury 85°C. Trudności pod tym względem rosną ze zwiększeniem szybkości wału.

W **silnikach elektrycznych** do 600 obr./min. łożyska ze sztucznej żywicy zachowują się bardzo dobrze i nawet po długim czasie wykazują nieznaczne zaledwie zużycie; natomiast już przy 1000 obr./min. próby stosowania łożysk z żywicy zawiiodły. łożyska, znajdujące się w zetknięciu z wodą, muszą być wykonane z materiału nie pęczniejącego; do wyrobu takich materiałów substancje włókniste nadają się lepiej, niż papier. Wreszcie w pompach do wody zasilającej kotły sztuczna żywica ulega szybkiemu zniszczeniu — wskutek alkaliczności wody.

(Elektrizitätswirtschaft, Zeszyt 21/1937).

ZASTOSOWANIE KONDENSATORÓW W SIECIACH WYSOKIEGO NAPIĘCIA. Względny gospodarcze wymagają, aby moc pozorna, potrzebna do kompensacji prądów bezwrotnych — czy to przez ustawienie maszyn wirujących (silniki synchroniczne), czy też kondensatorów statycznych, — była wytwarzana możliwie w miejscach bezpośredniego jej zapotrzebowania. Podczas gdy przyłączenie maszyn wirujących do sieci o napięciach wyższych od 15 000 V nie wchodzi przy dzisiejszym stanie techniki na ogół w rachubę, — o tyle okazuje się, że budowa kondensatorów statycznych dla **bezpośredniego ich przyłączenia** do sieci o napięciach do 100 000 V, a nawet do 200 000 V, — nie przedstawia już dziś żadnych trudności. Wchodzą tu w grę, oczywiście, kondensatory dużej mocy, które służą jednocześnie do regulacji napięcia.

Dopóki chodziło o kondensatory na napięcie robocze do 20 000 V, — umieszczano je w napełnionych olejem skrzyniach z blachy falistej (podobnie, jak to ma miejsce przy transformatorach), jakkolwiek przy dużych mocach konstrukcje takie wypadały b. ciężkie, wymagały dużych ilości oleju itd. Powyżej 20 kV, zwłaszcza przy b. dużych mocach jednostkowych, budowa ta okazała się całkowicie nieekonomiczna. Dlatego też z chwilą, gdy przekonano się, że konieczne jest opracowanie układów do kompensacji fazowej dla wielkich sieci okręgowych o napięciach do 60 kV, a nawet do 100 kV, — zdecydowano się przejść do budowy kondensatorów typu „jednostkowego“, opartych na wypróbowanych od szeregu lat kondensatorach średnich mocy i napięć. Jako moc takiej „jednostki“ obrano 50 kVA, zachowując ją dla wszelkich napięć, poczynając od 380 V w górę. Kondensatory te umieszczone są w gładkich, szczelnie spawanych skrzyniach, wypełnionych olejem i pozbawionych konserwatorów olejowych; daje to stosunkowo dużą powierzchnię chłodzenia przy b. ekonomicznej budowie; wydatek materiałów — ze względu na doskonałe chłodzenie i dogodny sposób umieszczania okładzin w skrzyni — jest stosunkowo niewielki.

Przez ustawienie odpowiedniej liczby takich „jednostek“ na ramie z żelaznych kątek powstają grupy (baterie) kondensatorów. Poniżej napięcia 6 kV okładziny kondensatora dają się jeszcze odizolować od skrzyni; przy wyższych natomiast napięciach roboczych skrzynie kondensatorów uzyskują odpowiedni potencjał, co pociąga za sobą konieczność **izolowania** obudowy kondensatora od ziemi. To też powyżej 10 000 V napięcia robocze skrzynie, w których umieszczone są kondensatory, — znajdują się **pod napięciem**. Przez odpowiednie połączenie w szereg tego rodzaju grup powstają kondensatory na napięcie robocze 20 000, 30 000, 45 000, 60 000, 80 000, 100 000 i 200 000 woltów, — pod warunkiem, oczywiście, odpowiedniego odizolowania zarówno całej baterii od ziemi, jak i poszczególnych skrzyń względem siebie. W ten sposób problemat budowy urządzeń kondensatorowych na najwyższe napięcia robocze, został sprowadzony do stosunkowo prostego zagadnienia odpowied-

niego łączenia oddawna wypróbowanych w ruchu „jednostek“ kondensatorowych o mocy ok. 50 kVA na napięcie do 6 kV. Jest to rozwiązanie nie mające — o ile chodzi o prostotę, wygodę, możliwość dostosowania się do ewentualnych zmian itd., — podobnych sobie w nowoczesnej technice prądów silnych.

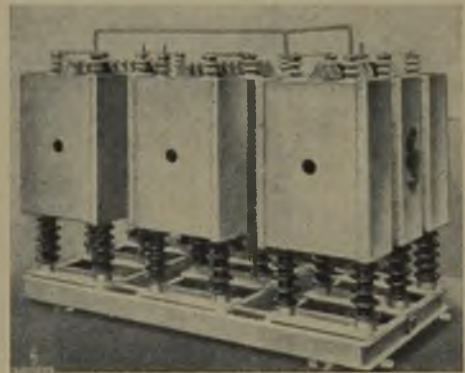
Pokazany na rys. 1 kondensator wysokiego napięcia o mocy 1 000 kVA, na napięcie robocze 11 000 V, składa się z 15 elementów („jednostek“) kondensatorowych o mocy $6\frac{2}{3}$ kVA każdy, ustawionych na wspólnej ramie żelaznej i izolowanych od ziemi za pomocą izolatorów na napięcie 20 kV. Miejsce zajmowane przez taką grupę jest znacznie mniejsze, aniżeli powierzchnia, jaką zajęłyby 3 jednostki po 350 kVA każda.

Na rys. 2 pokazany jest trójfazowy kondensator o mocy 2 000 kVA na napięcie robocze 40 000 V, 50 okr./sek., w wykonaniu do ustawienia na powietrzu.

Wreszcie na rys. 3 widzimy baterię kondensatorów, przeznaczoną do bezpośredniej kompensacji linii o napięciu roboczym 100 000 V; moc baterii wynosi 15 000 kVA. Jest to najwyższe napięcie, na jakie wyko-

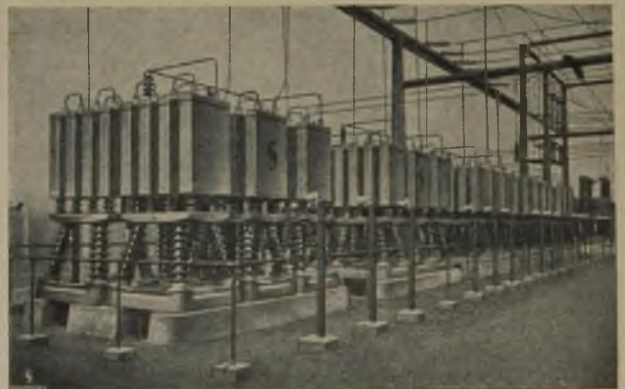


Rys. 1.
Kondensator na prąd trójfazowy, 1000 kVA, 11000 V.



Rys. 2.
Bateria kondensatorów o mocy 2 000 kVA, napięcie robocze 40 000 woltów.

nano dotychczas kondensatory dla poprawiania współczynnika mocy ($\cos \phi$). Bateria ta składa się z 5 grup po 3 000 kVA każda; grupa taka posiada w każdej po 16 połączeń w szereg kondensatorów o mocy 62,5 kVA każdy — na napięcie 3,8 kV. Każda z tych grup jest w odpowiedni



Rys. 3.
Bateria kondensatorów na prąd trójfazowy o mocy 15 000 kVA, napięcie robocze 100 000 woltów.

sposób przełączalna, co daje możliwość dalekoidącego dostosowania się do zmieniającego się obciążenia linii. Jak widać z rys. 3, kondensatory izolowane są względem ziemi za pomocą izolatorów na napięcie 100 000 woltów.

Widzimy więc, że znaleziono sposób budowy baterji kondensatorów zarówno dla sieci o napięciach roboczych od 30 000 do 60 000 V, jak i dla linii o napięciach roboczych 100 000, 200 000 V, a nawet i wyżej.

(Siemens Zeitschrift. Zeszyt 9/1937 r.)

SKRZYŃKA TECHNICZNA.

Od Redakcji:

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

p. TADEUSZ KALEMBA. Strzemieszyce. Pytanie. Jakie są warunki pracy równoległej dwu lub kilku prądnic prądu zmiennego?

Odpowiedź. Warunki pracy równoległej dwu lub kilku prądnic prądu zmiennego (trójfazowego) dotyczą: częstotliwości, napięcia kolejności faz oraz synchronizmu, co też omówimy po kolei.

— 1. **Częstotliwość** sił elektromotorycznych poszczególnych prądnic musi być jednakowa. Jeżeli liczbę par biegunów magnetycznych (wirnika) prądnicy oznaczmy przez p , a liczbę obrotów prądnicy na minutę przez n , to częstotliwość f siły elektromotorycznej tej prądnicy, a więc liczba okresów na sekundę jej napięcia i prądu, przedstawi się wzorem: $f = \frac{p \times n}{60}$. Jeżeli więc

poszczególne, przeznaczone do pracy równoległej, prądnice mają odpowiednio $p_1, p_2, p_3, \dots, p_n$ par biegunów, to jasne jest, że ich częstotliwości f wówczas tylko będą jednakowe, jeżeli ich obroty $n_1, n_2, n_3, \dots, n_n$ będą odpowiadały zależności: $p_1 \times n_1 = p_2 \times n_2 = p_3 \times n_3 = \dots = p_n \times n_n$, to jest jeżeli **liczby obrotów wirników (magneśnic) poszczególnych prądnic będą odwrotnie proporcjonalne do liczb par ich biegunów**. Wynika stąd, że przy jednakowej liczbie biegunów poszczególnych prądnic prądu zmiennego, przeznaczonych dla równoległej pracy, ich liczby obrotów również muszą być jednakowe. A zatem, chcąc daną prądnicę prądu zmiennego przyłączyć równolegle do pracujących już innych prądnic prądu zmiennego, trzeba przede wszystkim ustalić jej obroty (zależne od jej silnika napędowego — np. turbiny parowej) na odpowiedniej wysokości, posługując się obrotomierzem.

Do kontroli częstotliwości służą częstościomierze zwane również okresomierzami, przyłączone do zacisków prądnicy bądź bezpośrednio, bądź też przez odpowiednie transformatoriki napięciowe.

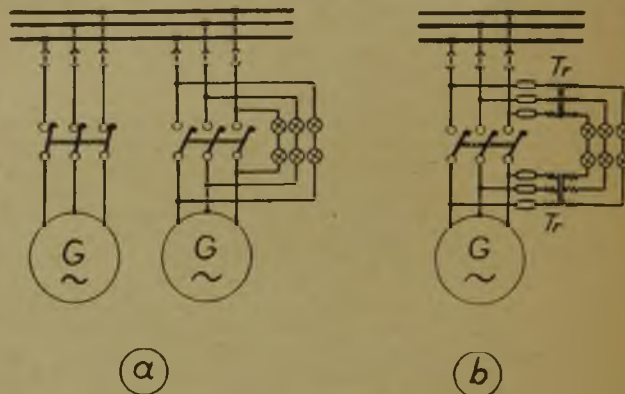
— 2. **Napięcie** na zaciskach poszczególnych prądnic, pracujących równolegle na wspólne szyny zbiorcze, musi być jednakowe. A więc po ustaleniu obrotów danej prądnicy prądu zmiennego na potrzebnej wysokości, wzbudzamy ją i ustalamy na jej zaciskach napięcie równe napięciu panującemu na szynach zbiorczych, zasilanych przez inne prądnice, do których zamierzamy przyłączyć równolegle daną prądnicę.

— 3. **Kolejność faz** uzwojenia prądnicy przeznaczonej do włączenia na szyny zbiorcze musi być zgodna z kolejnością faz szyn zbiorczych. Oznacza to, że siła elektromotoryczna w poszczególnych fazach danej prądnicy musi wzrastać, osiągać największą swą wartość, maleć, zmieniać kierunek, osiągać największą ujemną wartość i t. d. w tej samej kolejności co i w jednoimiennych fazach prądnic, pracujące na dane szyny zbiorcze.

Przystępując więc do pierwszego po zmontowaniu przyłączenia danej prądnicy, musimy raz na zawsze uzgodnić jej fazy z fazami szyn zbiorczych.

Dla sprawdzenia jednoimienności faz oraz zgodności kierunku ich wirowania należy prowizorycznie — przez żarówki na podwójne napięcie fazowe — połączyć zaciski szyn zbiorczych z zaciskami danej prądnicy, posiadającej już odpowiednią częstotliwość i napięcie. Do tego celu przy prądzie trójfazowym potrzeb-

ne są trzy pary żarówek, włączonych w sposób pokazany na rys. 1. Przy niskim napięciu prowizoryczne połączenie w każdej fazie wykonywamy bezpośrednio przez dwie połączone w szereg żarówki (rys. 2), z których każda winna być przeznaczona na napięcie fazo-



Rys. 1.

Schemat włączenia lamp fazowych: a — przy niskim napięciu; b — przy wysokim napięciu.

we danej prądnicy (rys. 1-a). Użyte w powyższy sposób żarówki noszą nazwę „lamp fazowych“. Natomiast przy wysokim napięciu robimy to samo przez odpowiednie transformatoriki napięciowe miernikowe Tr (rys. 1-b).

Jeżeli w powyższy sposób połączymy — poprzez żarówkę — jednoimiennie fazy prądnicy i szyn zbiorczych, to wszystkie żarówki będą zapalały się i gasły jednocześnie we wszystkich fazach. O ile natomiast okaże się, że żarówki w poszczególnych fazach zapalają się i gasną nie jednocześnie, oznaczać to będzie, że fazy prądnicy nie są zgodne. Należy wówczas, zmieniając połączenia, — wyszukać jednoimiennie fazy, czyli wyszukać taką kombinację połączeń, przy której żarówki we wszystkich fazach zapalają się i gasną jednocześnie.

Zgodność kierunku wirowania faz można sprawdzić również przez kolejne przyłączenie pierwszego lepszego silniczka asynchronicznego do zacisków przyłączanej prądnicy i do szyn zbiorczych, zwracając uwagę na to, aby w obu wypadkach zachowana została jednakowa kolejność zacisków tego silniczka. Przy zgodnym kierunku wirowania faz przyłączanej prądnicy oraz prądnic pracujących na szyny zbiorcze, otrzymamy w obu wypadkach jednakowy kierunek obrotu wirnika silniczka.

Jasne jest, że tą drogą możemy sprawdzić jedynie zgodność kierunku wirowania faz, nie możemy natomiast sprawdzić jednoimienności faz, jak to uczyniliśmy wyżej za pomocą trzech par żarówek.

Jeżeli przy omawianej próbie okaże się, że wirnik próbnego silniczka — po przyłączeniu do zacisków prądnicy — obraca się w kierunku przeciwnym niż przy włączeniu na szyny zbiorcze, należy przełączyć dwie fazy nowoprzyłączonej prądnicy przed wyłącznikiem lub przy szynach zbiorczych, a następnie zbadać żarówkami jednoimiennosc faz.

Ustaliliśmy jednoimiennie fazy, oznaczamy zaciski prądnicy kolorami zgodnymi z kolorami szyn zbiorczych, a mianowicie: **R** — kolorem jasno żółtym, **S** — jasno zielonym, **T** — fioletowym. Następnie zatrzymujemy prądnicę i zdejmujemy napięcie z szyn zbiorczych po czym uskuteczniamy trwałe połączenie zacisków prądnicy z wyłącznikiem samoczynnym, wyłącznika zaś — przez odłączniki — z jednoimiennymi szynami zbiorczymi.



Rys. 2.

Widok dwóch lamp fazowych umieszczonych na przyrządzie do synchronizacji.

4. **Synchronizm.** Po uzgodnieniu kolejności faz i ustaleniu potrzebnych częstotliwości oraz napięcia musimy jeszcze osiągnąć **jednoczesność** oraz całkowitą **zgodność** w okresowych zmianach napięcia zachodzących w poszczególnych fazach, t. j. **zsynchronizować** przyłączaną prądnicę z prądnicami, pracującymi już na szyny zbiorcze.

Wyraz „synchronizm“ jest pochodzenia greckiego („syn“ = współ..., „chronos“ = czas) i oznacza „jednoczesność“ (współczesność) jakichkolwiek przebiegów fizycznych. W rozpatrywanym przypadku synchronizm polega na tym, że napięcie w poszczególnych fazach przyłączanej prądnicy osiąga wartości zerowe, dodatnie wartości maksymalne (największe), oraz ujemne wartości maksymalne, a także inne wartości pośrednie*) ściśle w tych samych chwilach, w których wartości te posiada napięcie w jednoimiennych fazach szyn zbiorczych.

Opisane wyżej w p. 3 żarówki fazowe mogą służyć do „uchwycenia“ chwili nastania synchronizmu, albowiem w chwili osiągnięcia synchronizmu żarówki fazowe włączone wg. rys. 1 **zgasną**. I dopiero w tym właśnie momencie możemy zamknąć (włączyć) wyłącznik przyłączanej prądnicy, która w ten sposób zostanie przyłączona równoległe do pozostałych prądnic.

Połączone ze sobą równoległe prądnice, przy normalnych warunkach pracy sieci, utrzymują się już daleko samodzielnie w synchronizmie, gdyż przy wszelkich odchyleniach od synchronizmu zjawia się tzw. „siła synchronizująca“, podtrzymująca go i przywracająca, chwilowo zdawałoby się, zakłócony synchronizm. Mianowicie, jeżeli jedna z prądnic — z tych czy innych powodów — zacznie wykazywać dążenie do zmniejszenia np. swych obrotów w stosunku do innych prądnic, pracujących z nią równoległe, — to te ostatnie, mając w danej chwili większą od niej siłę elektromotoryczną, „poślą“ do niej odpowiedni **prąd wyrównawczy**, który współdziałając z polem magnetycznym tej prądnicy wytworzy „siłę synchronizującą“, popędzającą „spóźnioną“ prądnicę. Ten sam prąd stanowić będzie jednocześnie dodatkowe obciążenie dla prądnic wyprzedzających i wytworzy w nich „siłę synchronizującą“, która znowu odpowiednio przyhamuje te prądnice; w ten sposób zakłócony, pozornie, bieg synchroniczny prądnic zostanie natychmiast przywrócony z powrotem.

Nie znaczy to jednak bynajmniej, by pracujące równoległe prądnice nie mogły w ogóle „wypaść“ z synchronizmu. Rozstrój synchronizmu, inaczej — t. zw. „wypadnięcie z taktu“ prądnic, czyli nadmierne przesunięcie się gwiazdy wektorów jednej z prądnic trójfazowych w stosunku do gwiazdy wektorów innych prądnic, **może nastąpić** bądź na przykład wskutek **nierównomierności biegu silników**, napędzających te prądnice, bądź też przy **raptownych znaczących zmianach obciążenia** lub też wreszcie **przy zwarcia w sieci**, połączonych z chwilowym znacznym (wynoszącym np. kilkadziesiąt procentów) spadkiem napięcia na zaciskach prądnicy.

Przy zwarcia „słabych“, to jest połączonych np. z kilkunastoprocentowym zaledwie spadkiem napięcia i trwających ułamek sekundy (do jednej sekundy), prądnice zazwyczaj po kilku „kołysaniach“, t. j. po kilku (stopniowo malejących) odchyleniach w jedną i drugą stronę od synchronizmu, samoczynnie powracają do synchronizmu. Przy dłuższej natomiast trwających i „mocniejszych“ zwarcia następują zwykle, wskutek wywołanego silnym spadkiem napięcia znacznego osłabienia siły synchronizującej, nadmierne odchylenia poszczególnych prądnic od synchronizmu, równoznaczne, właściwie mówiąc, ze zwarem między prądnicami. Wówczas reaguje odpowiednie zabezpieczenie zwrotne lub nadmiarowe prądnicy, powodując szybkie ich odłączenie od szyn zbiorczych.

Z powyższego widzimy, że dla zapewnienia możliwie większej **trwałości równoległej pracy** kilku prądnic na wspólne szyny zbiorcze, a tym bardziej kilku elektrowni na wspólną sieć, właściwości mechaniczne poszczególnych zespołów, a zwłaszcza bezwładność wirujących mas oraz szybkość reagowania regulatorów obrotów silników napędowych (np. turbin), muszą być możliwie jak najbardziej zbliżone do siebie.

*) Okresowe zmiany wartości napięcia pochodzą stąd, że mamy tu do czynienia z prądem zmiennym.

Pytanie. W jaki sposób odbywa się przeniesienie obciążenia z jednej prądnicy prądu zmiennego na drugą?

Odpowiedź. Przenoszenie obciążenia z jednej spośród równoległe pracujących prądnic prądu zmiennego na drugą z natury rzeczy odbywać się musi **przy stałych obrotach**, uwarunkowanych, jak już wiemy, synchronizmem. Ponieważ moc **P** silnika napędzającego generator przedstawia się, jako iloczyn momentu obrotowego **M** tego silnika przez jego mechaniczną szybkość kątową ω czyli $P = M \times \omega$ przeto przy stałej szybkości kątowej ω zmiana mocy silnika może nastąpić tylko drogą zmiany jego momentu obrotowego. Chcąc zatem zmienić rozkład obciążenia czynnego (watowego) na poszczególne pracujące równoległe prądnice prądu zmiennego, musimy **bezpośrednio** wpłynąć w odpowiednim kierunku **na dopływ energii** (pary o pewnym ciśnieniu, spadającej wody, paliwa płynnego lub t. p.) do poszczególnych **silników** napędzających te prądnice.

Po przyłączeniu prądnicy równoległe do innych prądnic, prądnica ta będzie początkowo „pracowała“ jałowo, czyli będzie biec luzem. Aby ją obciążyć, należy **bezpośrednio zwiększyć dopływ energii** do jej silnika, zmniejszając jednocześnie dopływ energii do silników innych prądnic tak, aby przy niezmiennych obrotach otrzymać żądany rozkład obciążenia na poszczególne prądnice.

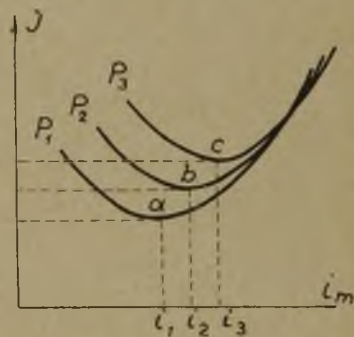
Następnie należy odpowiednio dopasować **wzbudzenie** poszczególnych prądnic. Zmieniając w pewnych granicach tylko wzbudzenie poszczególnych pracujących równoległe prądnic prądu zmiennego — przy określonym rozkładzie obciążenia na te prądnice i przy stałej wartości napięcia na szynach zbiorczych, — spowodujemy tylko zmianę w rozkładzie prądów biernych (bezwatowych) na te prądnice, t. j. zmienimy tylko współczynnik mocy $\cos \varphi$ oraz prąd **I** poszczególnych prądnic przy stałym iloczynie $I \times \cos \varphi$ przyczem skutek istnienia sił synchronizujących **nie spowodujemy** zmiany obrotów prądnic, nie zmienimy więc tą drogą dopływu energii do silników napędzających te prądnice, a więc nie zmienimy mocy rozwijanej przez prądnice, nie spowodujemy zatem zmiany w rozkładzie obciążenia czynnego (watowego) na te prądnice.

Samą więc tylko regulacją wzbudzenia nie możemy wpłynąć na moc prądnicy prądu zmiennego, pracującej na sieć równoległe z innymi prądnicami przy stałym napięciu na szynach zbiorczych.

Widzimy zatem, że dana prądnica przy pracy równoległej z innymi prądnicami prądu zmiennego może wysłać do sieci daną moc **P** (równą, jak wiadomo, przy prądzie trójfazowym: $1,73 \times U \times I \times \cos \varphi$) przy różnych wartościach prądu rzeczywistego **I** oraz różnych wartościach współczynnika mocy $\cos \varphi$, zmieniających się w zależności od prądu wzbudzenia i_m .

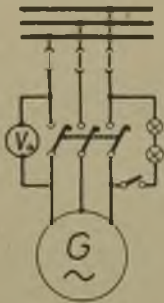
Charakter zależności prądu **I** prądnicy od jej wzbudzenia i_m przy stałej mocy **P** i stałym napięciu na zaciskach **U** podany jest na rys. 3; z wykresu tego widzimy, że dla każdego obciążenia P_1, P_2, P_3 danej prądnicy istnieje pewna **najkorzystniejsza** wartość prądu wzbudzenia, mianowicie i_1, i_2, i_3 , przy której prąd **I**, wysyłany do sieci, ma **najmniejszą** wartość, odpowiednio I_1, I_2, I_3 .

Punktem **a, b, c** (rys. 3) odpowiada $\cos \varphi = 1$; wobec tego najmniejsza wartość prądu **I**, odpowiadająca mocy **P** przy napięciu **U**, może być z góry obliczona z podanego wyżej wyrażenia mocy, mianowicie: $I_1 = \frac{P_1}{1,73 \times U}$; $I_2 = \frac{P_2}{1,73 \times U}$; $I_3 = \frac{P_3}{1,73 \times U}$. Są to jednocześnie prądy czynne (watowe), odpowiadające mocom P_1, P_2, P_3 .



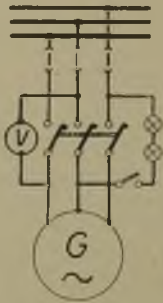
Rys. 3.

Wykres zależności prądu obciążenia **I** prądnicy od prądu wzbudzenia i_m przy stałej mocy **P** i stałym napięciu **U**.



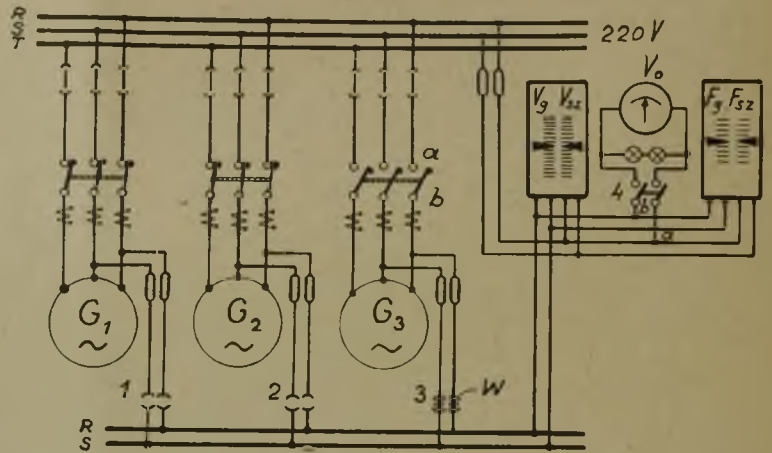
Rys. 4.

Schemat włączenia żarówek fazowych do synchronizacji „na ciemno“.



Rys. 5.

Schemat włączenia żarówek fazowych do synchronizacji „na jasno“.



Rys. 6.

Schemat dla synchronizacji „na ciemno“ przy niskim napięciu bez przewodu zerowego.

Jeżeli w danym momencie ogólne obciążenie sieci, mierzone na szynach zbiorczych elektrowni, jest tego rodzaju, że ogólny $\cos \varphi$ sieci wynosi na przykład 0,75, przyczem pracuje na sieci szereg generatorów, to całkowite obciążenie elektrowni należy rozdzielić na poszczególne generatory proporcjonalnie do ich mocy znamionowej drogą bezpośredniego wpływu na dopływ energii do silników napędowych tych generatorów oraz ustalić takie wzbudzenie każdego z generatorów, aby $\cos \varphi$ na zaciskach każdego z nich był równy ogólnemu $\cos \varphi$ sieci, — t. j. w danym wypadku 0,75.

Pytanie. Jakie są sposoby przeprowadzenia synchronizacji prądnic?

Odpowiedź. Rozróżniamy dwa zasadnicze sposoby synchronizacji, a mianowicie: 1. — za pomocą lamp fazowych, oraz 2. — za pomocą synchronoskopu; omówimy je po kolei.

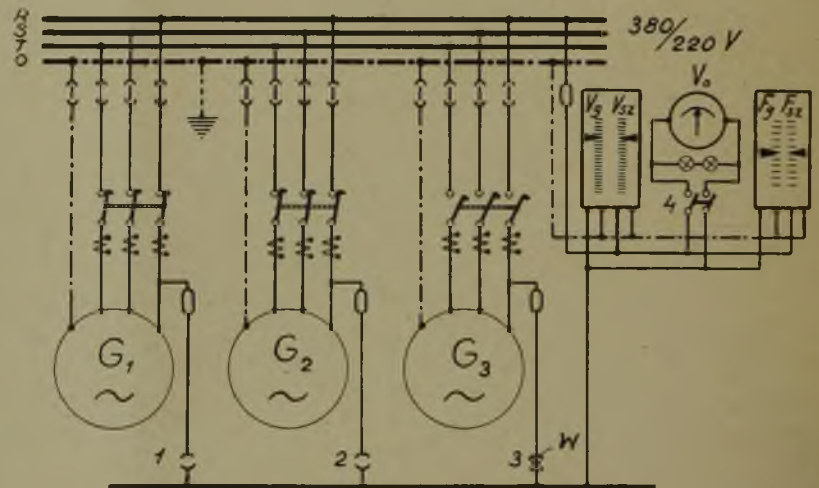
1. Synchronizacja za pomocą lamp fazowych może się odbywać bądź przy t. zw. połączeniu „na ciemno“ bądź — „na jasno“.

Przy przyłączaniu nowozmontowanej prądnicy do szyn zbiorczych (równoległe do innych prądnic) korzystamy z opisanych poprzednio lamp fazowych, połączonych wg. rys. 1. Po upewnieniu się (opisanym wyżej sposobem) co do prawidłowości przyłączenia nowej prądnicy, wystarczy nadal pozostawić jedną tylko parę żarówek fazowych lub też jedną lampę fazową na podwójne napięcie, włączoną wg. rys. 4 lub 5 wspólnie z odpowiednim woltomierzem.

Na rys. 4 przedstawia włączenie lamp fazowych do synchronizacji „na ciemno“; nazwa ta pochodzi stąd, że w chwili synchronizmu żarówki te nie będą się paliły z powodu równości potencjałów w punktach, do których żarówki te są przyłączone.

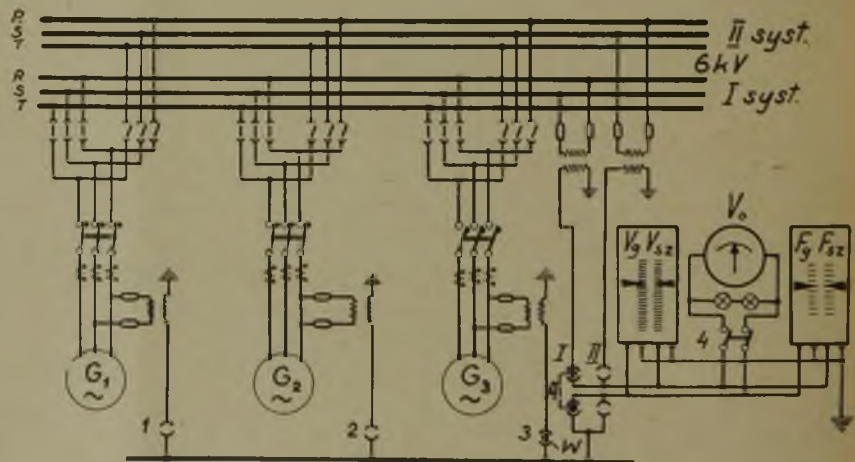
Na rys. 5 pokazane jest natomiast włączenie żarówek fazowych do synchronizacji „na jasno“; w chwili synchronizmu żarówki będą w tym wypadku świeciły się normalnie, gdyż są włączone na napięcie międzyprzewodowe (skojarzone).

Uzupełniając rys. 4 odpowiednią aparaturą pomiarową, otrzymamy pokazany na rys. 6 najprostszyschemat do synchronizacji „na ciemno“, dla układu niskiego napięcia bez przewodu zerowego. Ponieważ żarówki fazowe gasną znacznie wcześniej, niż napięcie między punktami a i b (rys. 6) spadnie do zera, przeto dla umożliwienia dokładnego uchwycenia



Rys. 7.

Schemat dla synchronizacji „na ciemno“ przy niskim napięciu z przewodem zerowym.



Rys. 8.

Schemat dla synchronizacji „na ciemno“ przy dwóch systemach szyn zbiorczych wysokiego napięcia.

chwili synchronizmu załącza się — równoległe do żarówek fazowych — t. zw. woltomierz „zerowy“ V_0 .

Na rys. 6 i następnym przez V_g oznaczony jest woltomierz, wskazujący napięcie skojarzone generatora przy-

łączonego, (równolegle) zaś przez V_{sz} — woltomierz, wskazujący napięcie skojarzone na szynach zbiorczych; przez F_g oznaczony jest częstotściomierz, wskazujący liczbę okresów generatora przyłączanego, przez F_{sz} częstotściomierz, mierzący liczbę okresów na szynach zbiorczych, i wreszcie przez V_0 — woltomierz zerowy.

Do załączania aparatury pomiarowej w czasie synchronizacji służą gniazda wtyczkowe 1, 2, 3 (rys. 6), dla których istnieje jedna tylko wtyczka w (podwójna), którą wstawia się do gniazd wtyczkowych przyłączanego generatora.

Na rys. 7 pokazany jest schemat dla synchronizacji „na ciemno” przy układzie niskiego napięcia z przewodem zerowym. W tym przypadku wystarczą dla przyłączania aparatów synchronizacyjnych do poszczególnych generatorów pojedyncze gniazda wtyczkowe.

Na rys. 8 podany jest schemat dla synchronizacji „na ciemno” przy dwóch systemach szyn zbiorczych wysokiego napięcia. Dla umożliwienia przeprowadzenia synchronizowania każdego generatora z dowolnym systemem szyn zbiorczych zastosowane są tu dodatkowe gniazda wtyczkowe A, — (I i II) obsługiwane za pomocą jednej podwójnej wtyczki, pasującej tylko do tych gniazd. Z rys. 8 widzimy, że synchronizacja „na ciemno” jest o tyle dogodniejszą od synchronizacji „na jasno”, że w układzie do synchronizacji „na jasno” nie byłoby możliwe uziemienie wtórnych obwodów transformatorów napięciowych.

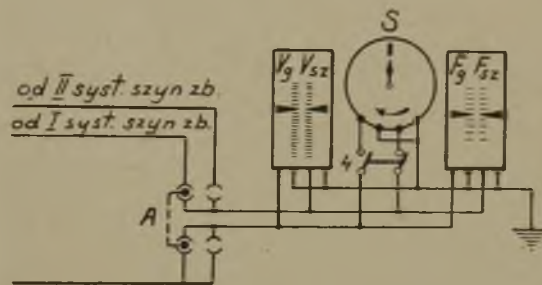
Należy podkreślić, że przy synchronizacji „na ciemno” możliwe jest wprowadzenie w błąd przepaleniem się żarówki fazowej, to też chwilę synchronizmu należy sprawdzać na woltomierzu zerowym V_0 , który w owej chwili powinien wykazywać zero.

2. Synchronizacja za pomocą synchronoskopu — jest znacznie dogodniejsza, gdyż wskazówka synchronoskopu obraca się w jedną lub drugą stronę — w zależności od tego, czy częstotliwość przyłączanego generatora jest mniejszą, czy też większą od częstotliwości, panującej na szynach zbiorczych, przyczem szybkość obrotów wskazówki jest tym większą, im większą jest rozbieżność okresów. Przy synchronizmie wskazówka synchronoskopu zajmuje pewne ściśle określone położenie, oznaczone na jego tarczy. Synchronoskop (rys. 9) ułatwia więc orientację, a przez to skraca czas synchronizacji.

Na rys. 10 pokazany jest schemat włączenia synchronoskopu zamiast żarówek fazowych. Włączywszy pierwszy raz synchronoskop S, ustalamy drogą prób raz na zawsze kierunek obrotów wskazówki, jaki ma miejsce, gdy częstotliwość przyłączanego generatora jest **mniejsza** od częstotliwości panującej na szynach zbiorczych. Ten kierunek oznaczamy na tarczy synchronoskopu strzałką i korzystamy z tego przy synchronizowaniu innych generatorów pod warunkiem identycznego przyłączenia synchronoskopu we wszystkich wypadkach.

Jeżeli przy synchronizowaniu przyłączanego generatora szynami zbiorczymi stwierdzimy, że wskazówka synchronoskopu obraca się w kierunku przeciwnym, co oznacza, że częstotliwość przyłączanego generatora jest **większą** od częstotliwości panującej na szynach zbiorczych, — to najpierw niżamy nieco obroty przyłączanego generatora, aż wskazówka synchronoskopu (rys. 9), obracając się coraz wolniej, zacznie wreszcie obracać się we właściwym kierunku, oznaczonym strzałką. Wówczas zaczynamy wpływać na obroty przyłączanego generatora w kierunku **zwiększania** ich liczby. Obserwując **zwalniającą** swe obroty wskazówkę synchronoskopu, co odpowiada **wzrastającym** wolno obrotom przyłączanego generatora, — należy uchwycić moment jej zatrzymania się w pozycji, odpowiadającej synchronizmowi, a następnie włączyć natychmiast generator. Włączanie biegnącego luzem generatora na szyny zbiorcze **przy wolno wzrastających obro-**

tach ma na celu uniknięcie możliwości chwilowego poboru mocy z szyn zbiorczych przez nowoprzyłączony generator, co mogłoby mieć np. miejsce w wypadku przyłączenia generatora na szyny przy malejących jego obrotach.



Rys. 10.

Schemat włączenia synchronoskopu S zamiast żarówek fazowych z woltomierzem zerowym.

Generator przyłączony przy wzrastających obrotach samoczynnie bierze na siebie w chwili włączenia pewną (aczkolwiek nieznaczną) część obciążenia szyn zbiorczych, a więc pomaga pracującym generatorom.

Przy pewnej wprawie, znając **czas własny** wyłącznika *) generatora (t. j. czas upływający od chwili zamknięcia kontaktów sterujących napęd **wyłącznika** generatora do chwili zamknięcia się kontaktów tego wyłącznika), można w razie potrzeby skrócić czas synchronizowania, nie czekając na zupełne zatrzymanie się wskazówki w położenie synchronizmu, lecz włączając wyłącznik w odpowiedniej chwili — przy zbliżaniu się wskazówki do wspomnianego wyżej położenia, tak aby zamknięcie się kontaktów (włączenie) głównego wyłącznika generatora nastąpiło w chwili synchronizmu.

Należy zaznaczyć, że **zatrzymanie** się wskazówki synchronoskopu w pozycji innej, niż oznaczona poziomą kreską na jego tarczy, bynajmniej nie oznacza synchronizmu, lecz jedynie równość okresów.

Na rysunkach 4 — 8 podane zostały **podwójne** woltomierze i okresomierze, są one bowiem bardziej wygodne do porównywania napięć i częstotliwości, niż pojedyncze. Aparaty te powinny być dostatecznie czułe i dokładne: błąd wskazań woltomierzy nie powinien być większy niż $\pm 1\%$ wartości nominalnej napięcia; dla okresomierzy zaś pożądaną jest błąd nie większy niż $\pm 0,2\%$. Skala okresomierzy powinna umożliwiać poza tym łatwe odczytywanie okresów z odległości kilku metrów z dokładnością nie mniejszą, niż $\pm 0,1$ okr. sek. przy nominalnej ilości 50 okr. sek; zakres skali okresomierzy wystarcza zazwyczaj w granicach od 48 do 52 okr. sek.

Na zakończenie odpowiedzi przytaczamy **kolejność czynności przy synchronizowaniu generatora G_2 z I-ym systemem szyn zbiorczych** (por. rys. 8):

- 1. Wstawić wtyczkę w do gniazd synchronizacyjnych 3 generatora G_2 ;
- 2. Wstawić wtyczkę A do gniazd synchronizacyjnych I-go systemu szyn zbiorczych;
- 3. Zrównać napięcie generatora G_2 z napięciem panującym na szynach zbiorczych;
- 4. Zrównać (z grubsza) okresy generatora G_2 z okresami szyn zbiorczych;
- 5. Załączyć synchronoskop (ew. lampy fazowe) z woltomierzem zerowym za pomocą wyłącznika 4;
- 6. Wpływając z lekka na obroty przyłączanego generatora G_2 , zsynchronizować go z szynami zbiorczymi, a następnie włączyć go przy wzrastających obrotach w chwili osiągnięcia synchronizmu (por. również „W. E.” 1936 r., zes. 8, str. 219);

*) Czas własny nowoczesnych wyłączników wynosi poniżej 0,1 sek; wyłączników starszych typów — ok. 0,3 do 0,5 sek.

- 7. Wyłączyć synchronoskop (ew. żarówki fazowe) wraz z woltomierzem zerowym za pomocą wyłącznika 4.
- 8. Obciążyć przyłączyony już generator G_3 , przenosząc nań odpowiednią część obciążenia z innych generatorów.

inż. P. Sł.

p. LEWANDOWSKI TELESFOR. Aleksandrów k. Łodzi. Pytanie. W „Nowinach Elektrotechnicznych” znalazłem opis nowego typu ogniwa galwanicznego, zamieszczony w zeszycie 10/1937 r. Zwróciłem szczególną uwagę na oliwę, która nalana jest na powierzchnię elektrolitu i ma chronić elektrolit przed dostępem powietrza. Zapytuję, czy tego rodzaju „zalanie” oliwą, względnie naftą (nafta jest również tłuszczem i jest tańsza od oliwy, — tak, przynajmniej, rozumuję) zapobiegnie tworzeniu się osadu cynku na woreczku ogniwa leklanszowskiego w postaci skryształizowanej soli?

Odpowiedź. Jak Pan słusznie się domyśla, warstwa tłuszczu (oliwy) na powierzchni elektrolitu ma za zadanie chronić go przed dostępem powietrza. W przeciwnym bowiem razie elektrolit ulegałby wysychaniu, przyczem tworzyłyby się żeń kryształ, osiadające na elektrodach. Rodzaj stosowanego tłuszczu musi jednakże być bardzo **starannie dobrany**, sam zaś proces zalewania ogniwa tłuszczem winien być przeprowadzony bardzo ostrożnie. Użycie niewłaściwego tłuszczu lub też nieumiejętne jego wylanie na elektrolit spowodować może przemieszanie się tłuszczu z elektrolitem i zanieczyszczenie tłuszczem elektrod, co wpłynąć będzie ujemnie na pracę ogniwa. Jak wykazały próby, nafta **nie nadaje się** zupełnie do tego celu. Najwłaściwszym tłuszczem jest tu oliwa, i to pewnego specjalnego gatunku. Użycie niewłaściwego rodzaju oliwy spowodować może szkodliwe zjawisko t. zw. „burzenia się” elektrolitu oraz jego przemieszania się z tłuszczem.

inż. J.

„**ŚWITEŻ**”. Pytanie. Proszę o podanie sposobu szczegółowego obliczenia przekroju przewodów sieci na najmniejszą objętość miedzi oraz wyznaczenia długości zastępczych dla sieci czteroprzewodowej prądu trójfazowego o napięciu roboczym 380/220 woltów wg załączonego planu sieci wraz z odbiorami.

Odpowiedź. Sposób obliczania przekrojów przewodów na najmniejszą objętość miedzi znajdzie Pan podany w sposób wyczerpujący w książce prof. inż. St. Odrowąż-Wysokiego p. t.: „Obliczanie przewodów elektrycznych”, — do nabycia w Księgarni Technicznej, Warszawa, ul. Czackiego 3/5, cena zł. 15.— (bez przesyłki).

Jednocześnie komunikujemy Panu, że Redakcja, — jak już to kilkakrotnie zaznaczyliśmy, nie jest w stanie dokonywać obliczeń, dotyczących konkretnych przypadków, jak np. obliczenie sieci wg nadesłanego przez Pana planu. Obliczenie takie wykonać może jedynie biuro inżynierskie, posiadające odpowiedni wykwalifikowany personel techniczny. A jeżeli zamieszczamy czasami w Skryzynie Technicznej dłuższe odpowiedzi, to czynimy to w tych tylko przypadkach, kiedy posiadają one charakter bardziej ogólny i mogą wskutek tego zainteresować szerszy ogół naszych Czytelników. Re.

„**Pe-De**”. Pytanie. W jaki sposób należy wytłumaczyć fakt, iż moc podana na tabliczce znamionowej silnika trójfazowego nie zgadza się ze znanym wzorem teoretycznym?

Odpowiedź. Moc użyteczną (oddawaną na wale) trójfazowego silnika asynchronicznego oblicza się wg następującego wzoru:

$$P = \frac{1,73 \times U \times J \times \cos \varphi}{1000} \times \eta \text{ (kW) } ^*)$$

gdzie oznaczają:

U — napięcie międzyprzewodowe sieci zasilającej;

J — prąd płynący w przewodzie zasilającym silnika;

$\cos \varphi$ — współczynnik mocy silnika;

η — sprawność silnika.

Wszystkie powyższe wielkości podane są zazwyczaj na tabliczce znamionowej silnika i dotyczą stanu pracy silnika przy obciążeniu znamionowym, czyli przy t. zw. obciążeniu nominalnym (normalnym). O ile więc przy sprawdzaniu mocy znamionowej silnika nie popełnił Pan omyłki rachunkowej, a obliczona wartość sprawności η mimo to nie zgadza się z wartością wybitą na tabliczce znamionowej silnika, — wtedy nie pozostaje nic innego, jak przypuszczać, iż którakolwiek z danych znamionowych podana została na tabliczce firmowej błędnie. Pomyłki takie są w praktyce zupełnie możliwe.

Gdy wypisane są na tabliczce znamionowej napięcia międzyprzewodowe oraz prądy przewodowe dla dwóch możliwych sposobów kojarzenia trzech faz uzwojenia stojana, a mianowicie — dla połączenia faz w gwiazdę oraz trójkąt, — wtedy — przy obliczaniu mocy użytecznej silnika — należy do powyższego wzoru wstawić napięcia i prądy odpowiadające temu samemu układowi połączenia faz. A więc np., gdy na tabliczce znamionowej silnika podano:

$$Y/\Delta; 380/220 \text{ V}; 10/17,3 \text{ A}; \cos \varphi = 0,82; \eta = 0,86;$$

wówczas moc użyteczną silnika można obliczyć dwoma sposobami, a mianowicie:

$$\text{— sposób pierwszy: } P = \frac{1,73 \times 380 \times 10 \times 0,82}{1000} \times 0,86;$$

$$\text{— sposób drugi: } P = \frac{1,73 \times 220 \times 17,3 \times 0,82}{1000} \times 0,86.$$

Wynik powinien być w obu przypadkach jednakowy, co zresztą może Pan łatwo sprawdzić.

inż. H. N.

R Ó Ź N E.

Kursy dokształcające dla monterów-elektryków w Poznaniu.

Staraniem Korporacji Przemysłu Elektrotechnicznego na województwo Poznańskie, Kuratorium Okręgu Szkolnego Poznańskiego zatwierdziło Kursy Dokształcające dla monterów-elektryków.

Kursy te stały się nagłą koniecznością z uwagi na stały rozwój elektrotechniki oraz elektryfikację okręgu poznańskiego, co wymagać będzie, oczywiście, poważnego zastępu dobrze przygotowanych pomocników elektrotechnicznych.

Pierwszy Kurs dla monterów-elektryków został otwarty przy Dokształcającej Szkole Zawodowej Nr. 4 w Poznaniu, ul. Bergera 5 dnia 21 marca b. r. o godz. 18-tej. Kierownictwo Kursów spoczywa w ręku dyr. inż. Danowskiego.

Oplata za Kurs wynosi zł. 45. Ze względu na narzeczony program, uczestniczyć może w jednym Kursie tylko 40 osób.

*) Należy zaznaczyć, że na tabliczkach znamionowych silników wypisana jest najczęściej moc użyteczną (na wale) w koniach mechanicznych (KM).

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

WARUNKI PRENUMERATY:
kwartalnie Zł 3.—
półrocznie „ 6.—
rocznie „ 12.—
za zmianę adresu
(z naczkami pocztowymi) do 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 środy od 19 do 20-ej.

Szczegółowy cennik ogłoszeń
wysyła Administracja na żądanie

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