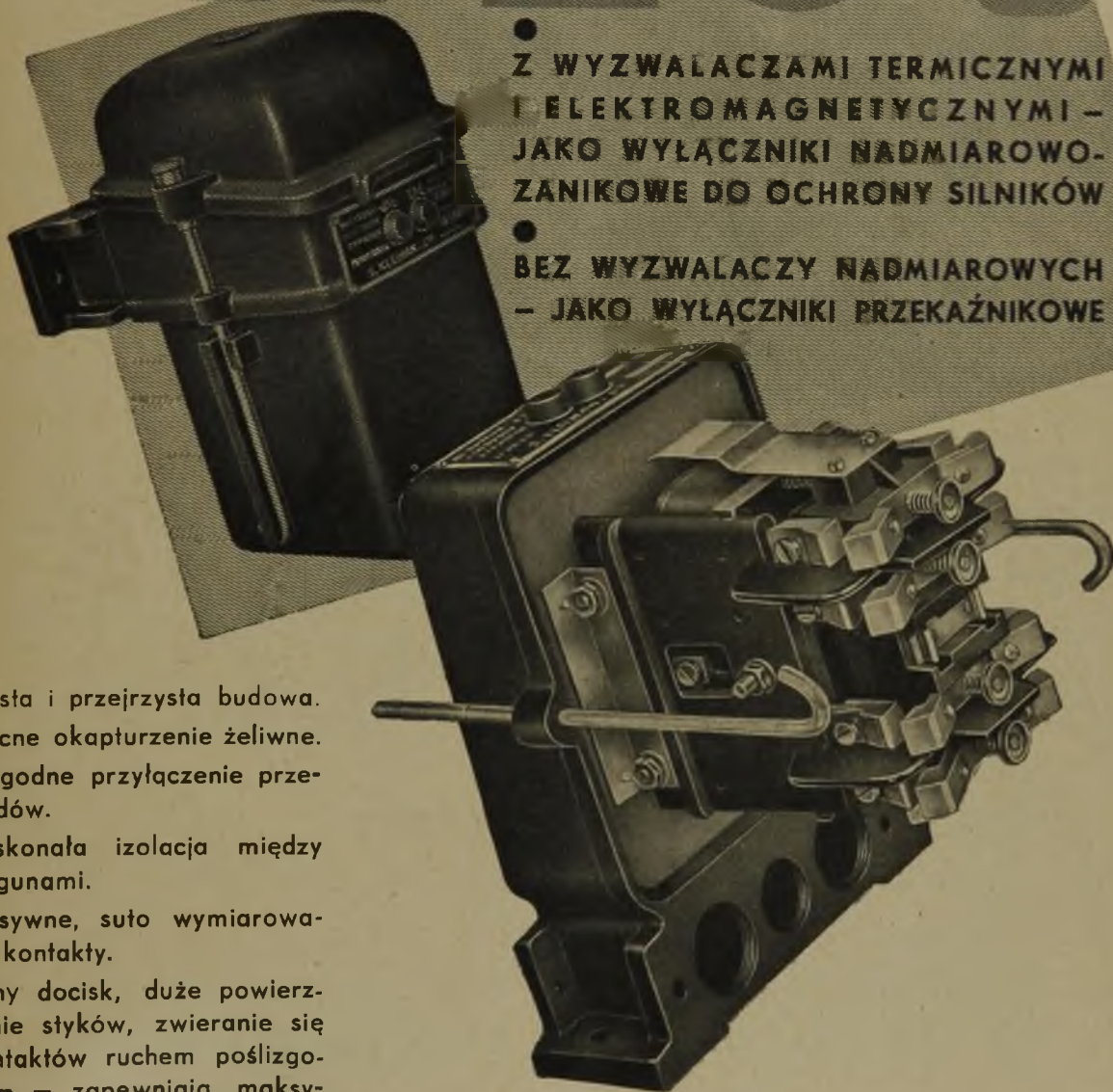


wyłączniki samoczynne sterowane elektrycznie z odległości

nowy
typ

• Z WYZWALACZAMI TERMICZNYMI
I ELEKTROMAGNETYCZNYMI –
JAKO WYŁĄCZNIKI NADMIAROWO-
ZANIKOWE DO OCHRONY SILNIKÓW

• BEZ WYZWALACZY NADMIAROWYCH
– JAKO WYŁĄCZNIKI PRZEKAŹNIKOWE



- Prosta i przejrzysta budowa.
- Mocne okapturzenie żeliwne.
- Wygodne przyłączenie przewodów.
- Doskonała izolacja między biegunami.
- Masywne, suto wymiarowane kontakty.
- Silny docisk, duże powierzchnie styków, zwieranie się kontaktów ruchem poślizgowym – zapewniają maksymalną trwałość przy dużej ilości łączeń.
- Urządzenie ryglujące umożliwia załączenie na istniejące zwarcie.
- Sygnalizacja mechaniczna.

S. KLEIMAN i S^{wie}



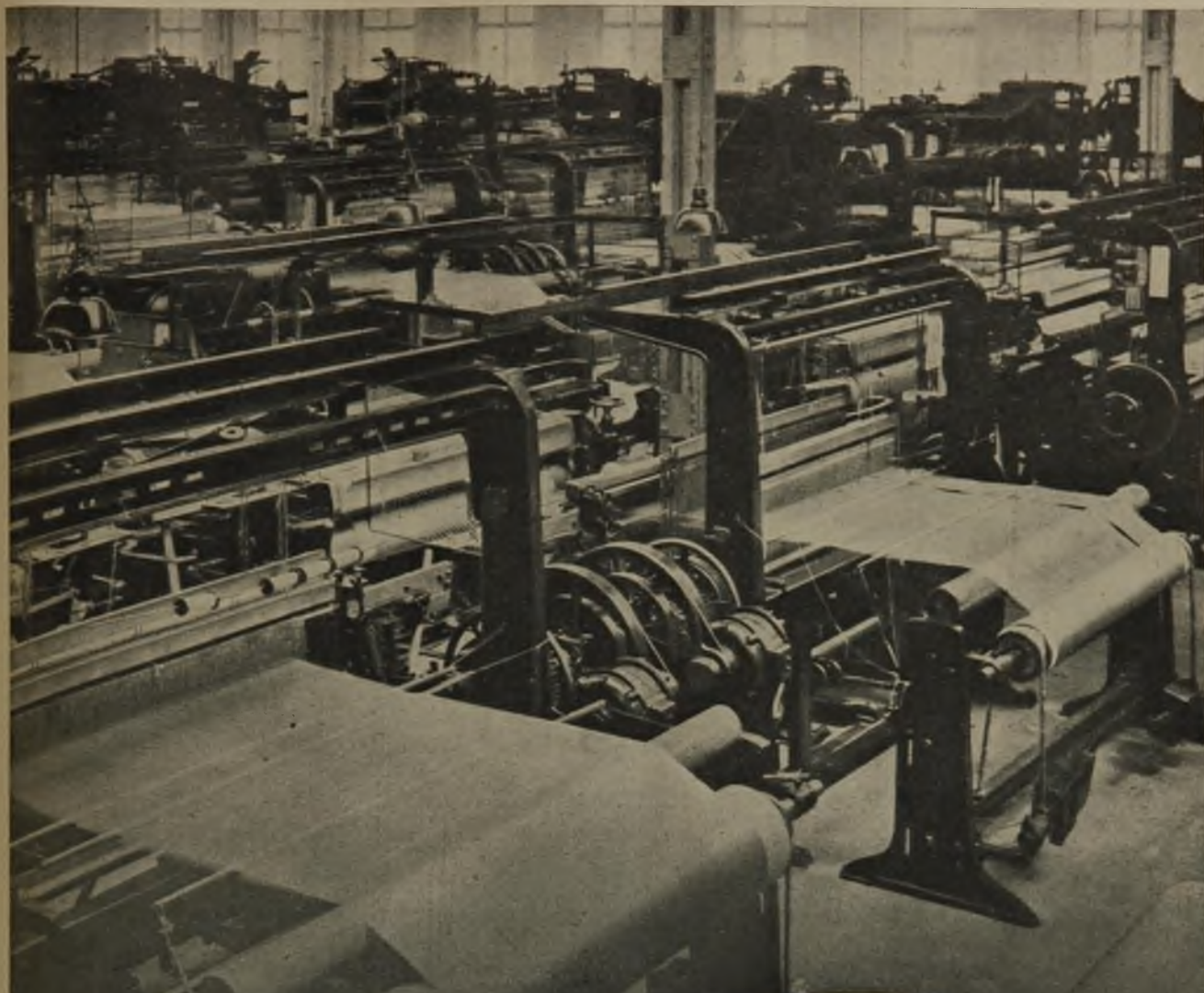
ZNÓW SILNIK SPALONY!

Strat w postaci przerwy ruchu i kosztu przewinięcia silnika można było uniknąć, stosując zamiast bezpieczników topikowych wyłączniki nadmiarowe

SNTO lub WELS III

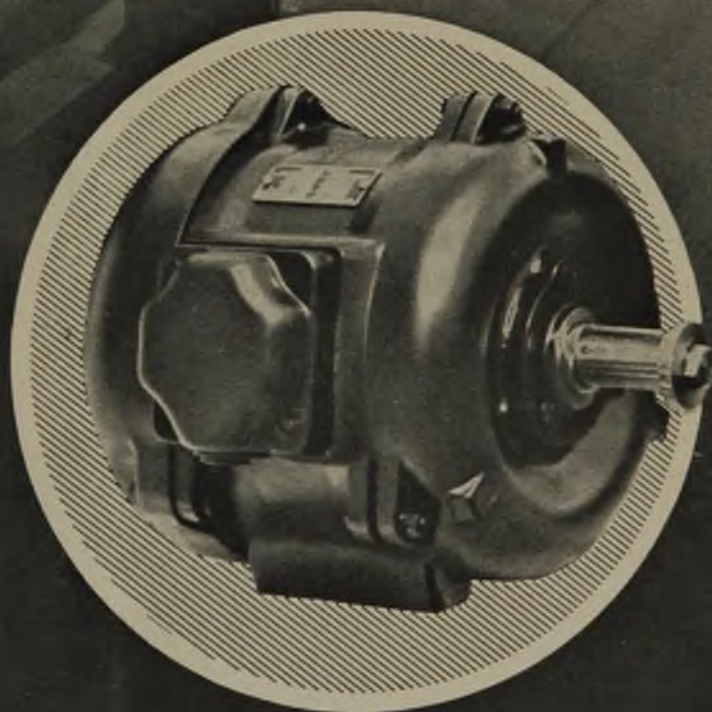
ELEKTROAUTOMAT

WARSZAWA, DZIELNA 72. TELEFONY: 11-94-77, 11-94-88



SILNIKI TKACKIE

Budowa całkowicie zamknięta z chłodzeniem powierzchniowym. Wysoki moment pociągowy. Solidna konstrukcja. Wzmocnione łożyska kulkowe. Wszechstronne możliwości zastosowania w przemyśle włókienniczym.



ROHN-ZIELIŃSKI

B R O W N B O V E R I

NOWY UNIWERSALNY AUTOMAT SCHODOWY SAUTERA

posiada

precyzyjny mechanizm zegarowy
skalę regulacyjną
osłonę z bakelitu



DOSTAWA ZE SKŁADU W WARSZAWIE

Towarzystwo Techniczno-Handlowe

»POLAM« Sp. z o. o.

WARSZAWA, WILCZA 47. TEL. 927-64



TAŚMA IZOLACYJNA

PŁYTY EBONITOWE

RĘKAWICE DO WYS. NAPIĘĆ

CHODNIKI GUMOWE

DO WYKŁADANIA PODŁÓG ELEKTROWNI

ZAKŁADY KAUCZUKOWE

PIASTÓW S.A.

Centrala

WARSZAWA

Złota 35, tel. 562-60

J. JOHN

SP. AKC.
W ŁODZI

BIURA

WŁASNE:

WARSZAWA

KRAKÓW

POZNAŃ

KATOWICE

LWÓW

GDANSK



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



Maszyny elektryczne
dla statków morskich

Aparaty elektryczne do suwnic i żorawi.

Regulatory obrotów i rozruszniki samoczynne do silników większych mocy.

Maszyny i aparaty elektryczne do specjalnych celów.

Maszyny i Aparaty Elektryczne do statków morskich.

Maszyny, transformatory i dławiki dla radiostacji nadawczych.

Przetwornice rodzaju prądu, napięcia i okresów.

Prądnice trójfazowe i jedno-fazowe.

WYRABIA

WYTWÓRNIĄ APARATÓW ELEKTRYCZNYCH

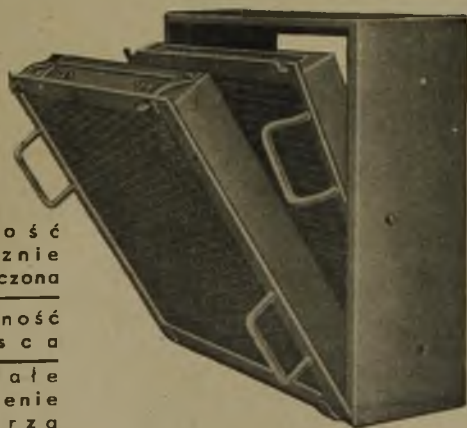
K. i W. PUSTOŁA

SPÓŁKA KOMANDYTOWA

Warszawa 4, ul. Jagiellońska 4/6. Telefon 10.33-26

Stosując **metalowe**
filtry powietrzne
DELBAG VISCIN

unikają się niebezpieczeństwa zaprószenia ognia



Trwałość
praktycznie
nieograniczona

Oszczędność
miejsca

Doskonałe
oczyszczenie
powietrza

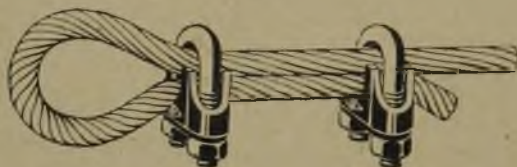
Wylączny
wytwórca

B. FILIPSKI

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

ZACISKI

DLA
PĘTLI LINEK ODGROMOWYCH



Nr. 7677

DLA ŚREDNIC -

- 8 i 11 mm

PODSTAWA LANO - KUTA -

- CYNKOWANA W OGNIU

CHOMAŁKA I NAKRĘTKI STALOWE -

- CYNKOWANE GALWANICZNIE



FABRYKA ARTYKUŁÓW ELEKTROTECHNICZNYCH

INŻ. STEFAN CISZEWSKI

SPÓŁKA AKCYJNA

- BYDGOSZCZ -

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

DWA ZŁOTE MEDALE

GWARANTOWANA JAKOŚĆ



JAN MAKOWSKI

FABRYKA MATERIAŁÓW
PRASOWANYCH
I ELEKTROTECHNICZNYCH
ŁÓDŹ, SIENKIEWICZA 78

TEL 182-94

Inż. EDMUND ROMER

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

Nowe cenniki nadsyłamy na żądanie.

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



ZAKŁADY
ELEKTRO-MECHANICZNE
K. i W. DWORAKOWSCY

Warszawa 1, Wspólna 46
Telefon 9 74-06

Z E S Z Y T

5

za miesiąc

M A J

„WIADOMOŚCI
ELEKTROTECHNICZNYCH”

ukaze się w drugiej
połowie maja r. b.

D R O B N E O G Ł O S Z E N I A

Techn.-elektr. z 16-letn. praktyką labor., warszt. i instal. w poważnych instytut. **zmienił posadę.** Oferty uprasza się kierować do Adm. „W. E.” pod „Pracowity i energiczny”

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

Sprzedamy z powodu przebudowy **2 silniki elektr.** na prąd zmienny 3-faz. 220/380 V o mocy 20 i 27 KM. Zgłoszenia do firmy „Pedab” Toruń, ul. Koszarowa 15/17.

ELEKTRYK, lat 32, z ukończoną Wyższą Szkołą Elektrotechniczną we Francji i 10-letnią praktyką w ruchu

poszukuje posady.

Dobra znajomość elektrowni paro-turbinowej, układów Kremera, Leonarda, urządzeń wys. nap. oraz specjalista w nawijaniu maszyn elektr. Ostatnia praca na polu badawczym.

Oferty do Adm. „Wiadomości Elektrotechnicznych”, Warszawa 1, ul. Królewska 15, pod „Kwalifikowany”.

Silniki na prąd stały, mało używane, 440 V, 10 KM i 13 KM sprzedają

Zakłady Przemysłowe w Niezłuchowie, poczta Białośliwiec.

Ogłoszenia drobne

w „Wiadomościach
Elektrotechnicznych”

płatne są z góry

INŻYNIERA

poszukuje

większa fabryka maszyn na Śląsku. Wymagane: długoletnia praktyka i doświadczenie w dziale obróbki metali; znajomość elektrotechniki pożądana. Kandydat winien być energicznym i zdolnym organizatorem.

Zgłoszenia wraz z opisem dotychczasowej praktyki i odpisami świadectw uprasza się kierować do Adm. „Wiadomości Elektr.”, Warszawa 1, ul. Królewska 15 pod „Nr. 472”.

ARMATURA ELEKTROTECHNICZNA

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

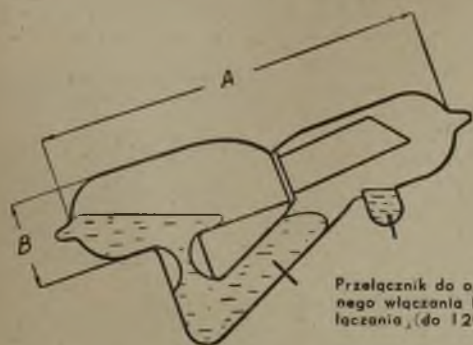
POLECA FIRMA

F A B R Y K A M A S Z Y N

RZEWUSKI i S-ka

SPÓŁKA AKCYJNA

WARSZAWA, ORDYNACKA 7



Przełącznik do opóźnionego włączania lub wyłączenia, (do 120 sek.)

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. 10 Krzyska 28
telefon 6-16-15

ELEKTRYCZNE ZEGARY

Synchroniczne na pr. zmienny oraz zegary na pr. stały z rezerwą chodu.

ZEGARY KONTROLNE
dla fabryk i biur.

ZEGARY STRÓŻOWSKIE.

ZEGARY SYGNALIZACYJNE
dla szkół, fabryk itp.

ELEKTRYCZNE DATOWNIKI.



„ELEKTRYK”

KAZIMIERZ KWIESIELEWICZ
LWÓW, UL. SZAJNOCHY 2, TEL. 258-58



Instalacje
Warsztaty
elektromechaniczne
Legalizacja liczników
Dostawa wszelkich artykułów elektrotechnicznych

POMOC INŻYNIERSKA

Sp. z o. o.

Wilno, ul. Mickiewicza 1
tel. 17-48

Koncesjonowany
przez Urząd Miar

Zakład Elektromierniczy
i Punkt Legalizacyjny
„ELEKTROLICZNIK”
Spółka Firmowa

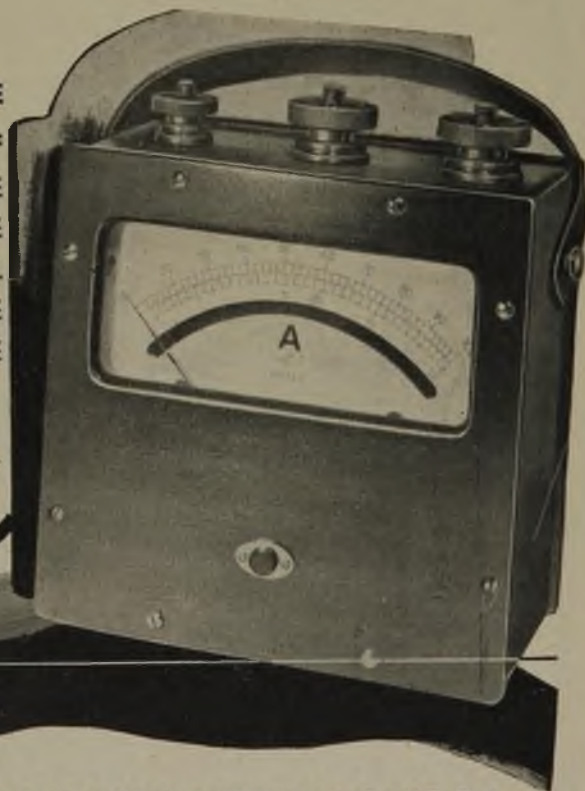
Warszawa, ul. Marsz. Focha 2
tel 291-09

Legalizacja liczników energii elektrycznej prądu zmiennego i stałego, naprawy, przeróbki.

Części wymienne naskładzie.
Sprzedaż, kupno, zamiana.
Obsługa szybka, staranna.
Oferty na żądanie.

ELEKTRYCZNE
PRZYRZĄDY POMIAROWE:
AMPEROMIERZE
WOLTOMIERZE
WATOMIERZE ITP.
TABLICOWE, PRZENOŚNE
I LABORATORYJNE

Ena



POLSKIE ZAKŁADY ELEKTROTECHNICZNE S. A.
WŁOCHY P. WARSZAWA, TEL. CENTRALA 5.48-88

OPRAWY PRZEMYSŁOWE



SZCZELNE, GAZOSZCZELNE
PRZECIWWYBUCHOWE DO-
STOSOWANE DO WSZYSTKICH
SYSTEMÓW INSTALACJI

WCHODZĄ W ZAKRES NASZEJ PRODUKCJI



A. MARCINIAK S. A.

FABRYKA W WARSZAWIE, UL. WRONIA 23. TEL. 592-02 i 614-81

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 ŻÓŁTĄ NITKĄ S. E. P.

Polski Przemysł Elektryczny



» E L I N «



Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością

dostarcza:

**GENERATORY, TRANSFORMATORY
APARATY** dowolnej wielkości i napięć

buduje:

**KOMPLETNE ELEKTROWNIE
STACJE ROZDZIELCZE
STACJE TRANSFORMATOROWE
LINIE DALEKONOŚNE
SIECI ROZDZIELCZE**

PORADY, KOSZTORYSY, REFERENCJE NA ŻĄDANIE



Wyłącznik ochronny syst. Turax
z nastawialnymi wyzwalaczami
cieplikowo-magnetycznymi

Kraków

Warszawa
Wilcza 50 m. 13
Tel. 81213 i 71319.

Kopernika 6/II p.
Tel. 11137

Lwów
Zimorowicza 15
Tel. 27100

W I A D O M O Ś C I ELEKTROTECHNICZNE

CZASOPISMO DLA ELEKTRYKÓW - PRAKTYKÓW

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

R O K VI • KWIECIEŃ 1938 R. • ZESZYT 4

Treść zeszytu 4-go. 1. ELEKTRYCZNE ROZRUSZNIKI SAMOCHODOWE inż.-el. L. Gaszyński. 2. SILNIKI WIETRZNE ORAZ ICH ZASTOSOWANIE DO WYTWARZANIA ENERGII ELEKTRYCZNEJ inż.-el. P. Jaros. 3. O SIECIACH „ZUPEŁNIE ZAMKNIĘTYCH” inż.-el. H. Jakubowicz. 4. WRAŻENIA ELEKTRYKA Z PODRÓŻY NAUKOWEJ PO STANACH ZJEDNOCZONYCH A. P. inż. Z. S-r. 5. LAMPY SODOWE I RTĘCIOWE inż. M. Wodnicki. 6. POPULARNA ELEKTROTECHNIKA. WYKONYWANIE UZWOJEŃ SZABLONOWYCH W MASZYNACH PRĄDU ZMIENNEGO. 7. NOWINY ELEKTROTECHNICZNE. 8. SKRZYŃKA TECHNICZNA. 9. BIBLIOGRAFIA.

Elektryczne rozruszniki samochodowe.

Inż.-el. L. GASZYŃSKI

Wstęp.

Wał każdego silnika spalinowego musi zostać wprowadzony w ruch przy pomocy dodatkowego urządzenia — zanim silnik zacznie pracować samodzielnie. Jest to konieczne z kilku względów, a mianowicie:

— 1. dla utworzenia mieszanki, składającej się z drobiny paliwa i powietrza oraz wprowadzenia jej do komory spalania w silniku;

— 2. dla wytworzenia odpowiedniego ciśnienia w komorze spalania silnika, oraz

— 3. dla wywołania w świecy iskry zapłonowej o dostatecznej energii cieplnej (przy obiegu Otto w silniku benzynowym).

Tego rodzaju wstępne wprowadzenie w ruch wału silnika spalinowego nazywamy **rozruchem silnika**. Dla wywołania rozruchu silników niewielkiej mocy wystarcza w zupełności siła mięśni ludzkich. Tak np. w silniku do napędu łodzi motorowej przy rozruchu pociągamy ręką za sznurek nawinięty na specjalnym wgłębieniu koła zamachowego; rozkręcający się sznurek powoduje obrót wału silnika. Rozruch silnika motocyklowego następuje po naciśnięciu nogą specjalnej dźwigi sprężyny sprężonej z wałem silnika, co powoduje obrót tego wału o pewien kąt.

Do uruchamiania silnika samochodowego służy specjalny mały silnik elektryczny, zasilany prądem stałym o napięciu wynoszącym — zależnie od budowy silnika — 6, 12 lub 24 V, — z baterii akumulatorów, wchodzącej z reguły w skład elektrycznej instalacji samochodowej. Z racji swego przeznaczenia silnik ten nosi nazwę **rozrusznika samochodowego** *). Każdy silnik samochodowy posiada ponadto wystający z przodu wozu koniec wału ukształtowany w ten sposób, aby po nałożeniu nań korby można było przy jej pomocy uruchomić silnik ręcznie. Jest to jednakże ostateczność, do której jest się zmuszonym w wypadkach bądź uszkodzenia rozrusznika, bądź też nadmiernego wyładowania baterii akumulatorów, względnie jej uszkodzenia. Konieczność ta jest tym przykrzejsza, im dany silnik spalinowy posiada większą moc oraz im wyższy jest t. zw. współczynnik sprężania.

*) Nazwy: niemiecka — „Anlasser“; angielska — „starting motor“; francuska — „démarrreur“; włoska — „motore d'avviamento“.

Aby dokładnie zdać sobie sprawę z warunków, jakim winien odpowiadać elektryczny silnik rozruchowy, oraz z całości kształtu pracy tego silnika, — musimy zapoznać się bliżej z przebiegiem rozruchu silnika spalinowego.

Przebieg rozruchu silnika spalinowego.

Obroty.

Moc, z jaką powinien być w czasie rozruchu napędzany wał silnika spalinowego, jest ściśle zależna od rodzaju i właściwości tego silnika. Jak wiadomo, moc silnika określona jest przez **liczbę obrotów** na minutę oraz rozwijany przez silnik **moment obrotowy**. Oba te czynniki omówimy po kolei.

Na wstępie zaznaczyliśmy, że liczba obrotów na minutę, z jaką powinien się obracać wał silnika spalinowego w czasie rozruchu, musi być dostatecznie duża do wytworzenia mieszanki, odpowiedniego ciśnienia w komorze spalania oraz do wywołania w świecy zapłonowej wystarczająco gorącej iskry. Jak widzimy gra więc tu rolę rodzaj gaźnika, ukształtowanie przewodów ssących i komory spalania oraz jakość urządzenia zapłonowego.

Jeśli wszystkie urządzenia silnika spalinowego znajdują się w należyłym stanie, możemy przyjąć, że wał silnika spalinowego pracującego według obiegu Otto powinien osiągnąć w czasie rozruchu liczbę ok. 80 obrotów na minutę.

Wymagana przy rozruchu liczba obrotów na minutę wału silnika Diesla zależna jest w znacznej mierze od temperatury otoczenia. W silniku tym odbywa się — podczas suwu sprężania — sprężanie samego tylko powietrza, poczem następuje wtrysk paliwa oraz jego samozapłon — na skutek wysokiej temperatury, jaka wywiązuje się przy sprężaniu powietrza. Otóż przy niskiej temperaturze otoczenia obroty wału silnika w czasie rozruchu muszą być szybsze, w przeciwnym bowiem razie mogłoby się zdarzyć, że ścianki cylindra podczas suwu sprężania odprowadzać będą tyle ciepła do zewnętrznego otoczenia (skutkiem dużej różnicy temperatur powietrza wewnątrz cylindra i na zewnątrz), że temperatura sprężonego powietrza w chwili wtrysku paliwa będzie niższa od temperatury samozapłonu, i silnik nie zacznie pracować. Z powyższego względu, jak również z uwagi na napęd pompy wtryskowej, która podczas wtrysku paliwa musi pokonać ciśnienie sprężonego uprzednio powietrza, — przy rozruchu silników Diesla wymagana jest większa szybkość wału, niż przy rozruchu silników spalinowych pracujących wg. obiegu Otto. I tak np. dla

silnika Diesla z bezpośrednim wtryskiem paliwa liczba obrotów wału silnika na minutę powinna przy rozruchu wynosić ok. 100; dla silnika z komorą wstępną — ok. 200, zaś przy silniku z pomocniczym urządzeniem rozruchowym (elektryczne świece żarowe niskiego napięcia) — ok. 150 obr./min.

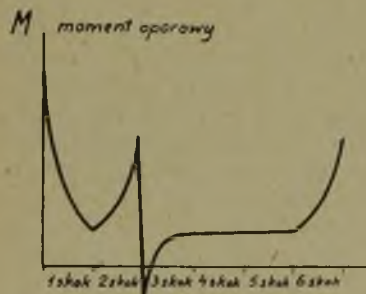
Moment oporowy.

Dla określenia momentu kręcącego, jaki powinien być przyłożony do wału silnika spalinowego w czasie jego rozruchu, — musimy rozpatrzyć **moment oporowy**, który należy przytem pokonać — ze względu na szereg oporów, jakie przeciwstawiają się nam w czasie rozruchu. Moment oporowy zależy jest od pojemności skokowej silnika, od wysokości sprężania, od tarcia w tłokach i łożyskach silnika, od oporów przy ruchu zaworów oraz urządzeń pomocniczych, a wreszcie od oporów, powstających skutkiem pokonywania bezwładności mas tych części silnika, którym w chwili rozpoczęcia rozruchu nadajemy przyspieszenie. Poza to moment oporowy zależy od konstrukcji samego silnika, liczby jego cylindrów, od rodzaju smaru oraz — w znacznym stopniu — od temperatury otoczenia.

Jak widzimy więc, na wielkość momentu oporowego składa się cały szereg różnorodnych czynników, co w znacznym stopniu utrudnia ściśle jego obliczenie — w związku z doбором odpowiedniego elektrycznego silnika rozruchowego. To też dla określenia momentu oporowego silnika spalinowego można posługiwać się jedynie przybliżonym wzorem doświadczalnym, o czym będzie mowa dalej.

Podczas rozruchu silnika moment oporowy **nie jest stały**, lecz przybiera coraz to inne wartości — w zależności od kolejnych faz procesu, jaki w danej chwili przebiega w cylindrze silnika. Powyższe zmiany wartości momentu oporowego dla **jednocylindrowego silnika**

czterotaktowego pokazane są na rys. 1. Jak widzimy, największą wartość posiada moment oporowy w pierwszej chwili rozruchu, ponieważ wtedy właśnie najsilniej występuje wpływ oporu, powstającego skutkiem nadawania przyspieszenia ruchomym częściom silnika, wyprowadzonym nagle ze stanu spoczynku. Następnie — w ciągu 1-go suwu (skoku) — wartość mo-



Rys. 1.

Przebieg zmian wartości momentu oporowego w jednocylindrowym silniku czterotaktowym.

mentu oporowego maleje. Podczas 2-go suwu moment oporowy znów wzrasta — na skutek wzrastającego ciśnienia w cylindrze silnika, poczem następuje raptowny spadek momentu oporowego — dzięki rozprężaniu sprężonej uprzednio mieszanki (przyjmujemy tu, oczywiście, że zapłon i wybuch jeszcze nie nastąpiły). W dalszym ciągu, podczas 3-go suwu (skoku), moment oporowy wzrasta cokolwiek, poczem ustala się, gdyż w czasie 4-go i 5-go suwu — poza oporami tarcia — żadne inne znaczniejsze opory już nie występują. Podczas 6-go skoku moment oporowy znów rośnie — na skutek wytwarzanego w cylindrze ciśnienia (wskutek zamknięcia obu zaworów). Powyższy przebieg powtarza się tak długo, aż nie nastąpi zapłon, a wraz z nim normalna, samodzielna już, praca silnika.

Opisany wyżej przebieg momentu oporowego — pokazany wykreślnie na rys. 1 — **komplikuje się**, oczywiście, przy silniku wielocylindrowym, kiedy — ze względu na równoczesną pracę kilku cylindrów — należy rozpatrywać dla każdego suwu pewien wypadkowy moment oporowy. Tak np. w silniku 4-ro cylindrowym po każdej połowie obrotu wału silnika następuje w jednym z cylindrów suw sprężania i suw pracy (oczywiście, w czasie rozruchu niewykonywanej). W takim wypadku, po przewyciężeniu największej wartości momentu oporowego, jaka występuje na samym początku rozruchu, mamy już następnie do czynienia z momentem stosunkowo niewiele odchylającym się od pewnej wartości średniej. Odchylenia te są tym mniejsze, im **więcej cylindrów** silnik posiada oraz im większy jest moment bezwładności koła zamachowego silnika. Im mniejsze są natomiast opory tarcia (mniej ściśle pasowania, praca w ciągu dłuższego czasu po okresie docierania silnika, lepsze smarowanie), tym silniej daje się odczuć wpływ oporu sprężania oraz tym większe występują odchylenia momentu oporowego od wspomnianej wyżej wartości średniej.

Moc rozruchu.

Dla wyznaczenia mocy, potrzebnej do rozruchu silnika spalinowego, musimy określić wielkość **średniego momentu oporowego**, jaki należy pokonać w czasie rozruchu, przyjmując najodpowiedniejszą **liczbę obrotów** wału silnika na minutę.

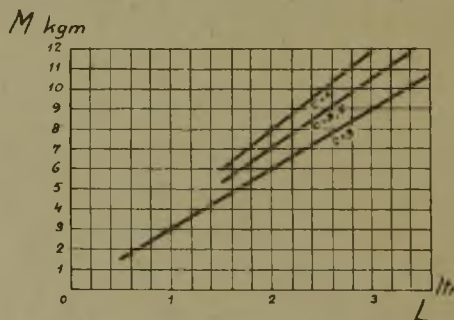
Przy obliczaniu średniej wartości momentu oporowego wychodzimy z założenia, że jest on proporcjonalny do pojemności skokowej silnika, przyczem należy brać pod uwagę łączną pojemność wszystkich cylindrów silnika. Posiłkujemy się tu wzorem:

$$M = c \times L \dots \dots \dots (1)$$

gdzie **M** — szukany moment oporowy przy rozruchu w kilogramometrach;

L — pojemność skokowa silnika w litrach;

c — współczynnik proporcjonalności, zwany inaczej „liczbą pojemnościową“; przy zastosowaniu w silniku spalinowym oleju (jako smaru) o wiskozie 6 — 8 stopni Englera (w temperaturze 50° C) i przy średnich obrotach ok. 80 obr./min. współczynnik ten wynosi dla 4-ro cylindrowych silników z normalnym sprężaniem 3, dla 4-cylindrowych silników z t. zw. wysokim sprężaniem 3,5 oraz dla 6 i 8-cylindrowych silników 3,5 — 4.

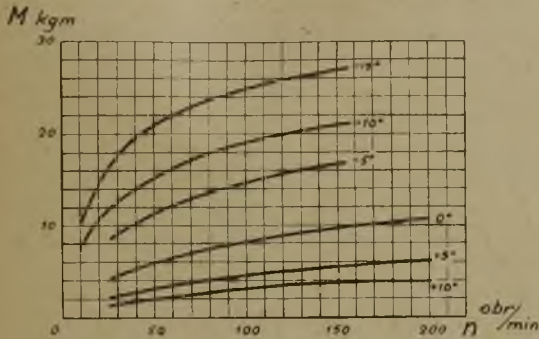


Rys. 2.

Wykresy wartości średniego momentu oporowego dla różnych pojemności skokowych.

Na rys. 2 pokazany jest wykres wartości średniego momentu oporowego **M** w **kgm** (kilogramometrach) w zależności od pojemności skokowej **L** w **ltr.** (litrach) obliczonych dla współczynników $c = 3; 3,5$ oraz 4.

Ponieważ obliczone w ten sposób wartości momentu różnić się mogą od wartości rzeczywiście w praktyce występujących w danym silniku, należy otrzymać tą drogą wartości momentu M powiększyć o ok. 30%. Różnice te mogą być spowodowane różnorodnością wykonania silników, stopniami pasowania, rodzajem stosowanych łożysk oraz ogólnym stanem silnika spalinowego.



Rys. 3.

Wykresy zależności średniego momentu oporowego od liczby obrotów wału silnika.

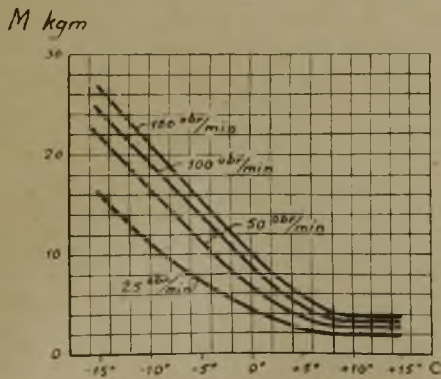
Rys. 3 przedstawia zależność średniego momentu oporowego M od liczby n obr./min. wału silnika spalinowego o pojemności skokowej 1,93 litra przy różnych temperaturach. Jak widać z wykresu, przy niezmiennej temperaturze, zależność momentu M od obrotów n posiada przebieg stale wzrastający; przy niezmiennych obrotach moment oporowy M wzrasta b. znacznie ze spadkiem temperatury.

Znając wartość średniego momentu oporowego M przy rozruchu dla danej temperatury i liczby obrotów n na minutę, możemy obliczyć moc N rozruchu — ze wzoru:

$$N = \frac{3,14 \times n}{30 \times 75} \times M = \frac{3,14 \times n}{30 \times 75} \times c \times L \text{ (KM)} \quad (2)$$

- gdzie: N — moc rozruchu w koniach mechanicznych;
- n — liczba obrotów na minutę silnika spalinowego podczas rozruchu;
- M — średnia wartość momentu oporowego przy danej temperaturze.

Jak już wspomnieliśmy, na wielkość momentu oporowego M b. silny wpływ wywiera temperatura. Wykres na rys. 4 uwidacznia zależność wielkości momentu M od



Rys. 4.

Wykresy zależności momentu oporowego od temperatury otoczenia.

temperatury przy różnych liczbach obrotów wału silnika na minutę. Procentowy wzrost momentu oporowego M przy spadku temperatury przybiera, oczywiście, wartości różne przy różnych silnikach, co tłumaczy się różno-

rodnością pasowań łożysk i tłoków oraz stosowaniem w łożyskach silników metali o różnych współczynnikach rozszerzalności. Można w przybliżeniu przyjąć, że przy spadku temperatury z 0° do -5° C wzrost momentu oporowego M wynosi 50%, przy spadku zaś do -10° C osiąga on wartość 100%. Przy b. ścisłym pasowaniu (zwłaszcza w silnikach nowych, należycie jeszcze niedotartych) i dużych współczynnikach rozszerzalności metali łożysk następuje wydatny wzrost momentu tarcia.

(C. d. n.)

Silniki wietrzne oraz ich zastosowanie do wytwarzania energii elektrycznej.

Inż. elektr. PRZEMYSŁAW JAROS.

(Ciąg dalszy).

Konstrukcje silników wietrznych.

Różnorodność typów silników wietrznych.

Konstrukcje silników wietrznych cechuje b. duża różnorodność oraz wielkie bogactwo spotykanych form i pomysłów. Wynika to z samego charakteru i rodzaju tych urządzeń. Wykorzystanie bowiem energii mechanicznej wiatru da się rozważyć na drodze obliczeń teoretycznych jedynie w bardzo ogólnych zarysach i z luźnym przybliżeniem. Mając do czynienia z czynnikiem tak kapryśnym i zmiennym jak wiatr, oraz ze zjawiskami natury aerodynamicznej — bardzo złożonymi i b. trudno dającymi się ująć rachunkowo, — zdani jesteśmy przeważnie na próby praktyczne. W tych warunkach projektowanie konstrukcji silników wietrznych odbywa się głównie na podstawie wyników doświadczeń z zakresu pracy silników już zbudowanych.

Konstruktorzy i wynalazcy tworzą typy silników wietrznych, różniące się między sobą czy to głównymi zasadami konstrukcji (silniki na osi poziomej i pionowej, silniki rotorowe), czy też liczbą skrzydeł koła wiatrowego (silniki trój-, czteroskrzydłowe, wieloskrzydłowe — t. zw. turbinowe), sposobem nastawiania skrzydeł pod wiatr (sterowanie silnika), sposobem hamowania przy zbyt silnym wietrze i t. d. i t. d. Wreszcie pod względem sprzężenia silnika wietrzego z wałem prądnicy — spotykamy też różne rozwiązania, jak np. ustawienie prądnicy u dołu i napędzanie jej przy pomocy zębatego przekładni oraz wału pionowego biegnącego wzdłuż osi wieży silnika; lub też umieszczenie prądnicy na szczycie wieży — tuż obok silnika wietrzego, który napędza ją przy pomocy przekładni zębatej czołowej i t. p.

W okresie bieżącego stulecia wytworzył się na Zachodzie szereg **bardziej charakterystycznych** — pod względem budowy — typów silników wietrznych, przyczem poszczególne firmy, trudniące się produkcją tych silników, reklamują modele swego systemu. Należy zauważyć, iż w poszczególnych krajach rozpowszechniły się silniki tej lub innej konstrukcji. I tak np. w Niemczech największe rozpowszechnienie osiągnęły silniki wietrzne typu wieloskrzydłowego, turbinowego, zwane niekiedy turbinami wietrznymi (po niemiecku: „Windturbinen“), na osi poziomej, o wielkiej liczbie łopatek (silnik typu „Hercules“). W Danii i Holandii, które to kraje również przodują w dziedzinie budowy silników wietrznych, buduje się przeważnie silniki z kołem wiatrowym złożonym z niewielkiej liczby skrzydeł; są to silniki „Mammuth“ i „Aurora“ — 4 skrzydłowe lub też

silniki 5-cio czy też 6-skrzydłowe typu Sörensena, systemu „Agricco“.

Jak dalece różnią się pomiędzy sobą — już na pierwszy rzut oka — silniki wietrzne różnych typów, widzimy, porównując rys. 16 (na którym przedstawiony jest silnik wietrzny niemiecki typu wieloskrzydłowego (turbinowego) ze sterem ogonowym*) marki „Hercules“) z rysunkiem 17, na którym pokazany jest duński typ silnika (marki „Agricco“) — 5-cio skrzydłowy, ze sterowaniem przy pomocy sterów wirujących.



Rys. 16.
Widok wieloskrzydłowego
(turbinowego) silnika
wietrzego.

ostatnich latach również i w Polsce).

Badania i próby. Tunele aerodynamiczne.:

Należy zaznaczyć, że w ostatnich czasach, zawdzięczając ogromnemu rozwojowi techniki lotniczej, daje się zauważyć dążenie do budowy nowych typów silników wietrznych nie na podstawie przypadkowych, niejedno-

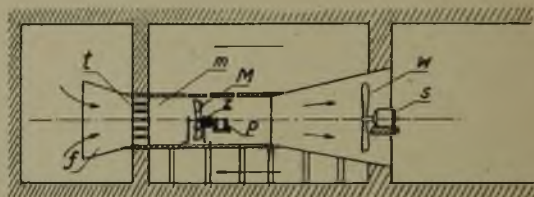


Rys. 17.
Widok pięcioskrzydłowego silnika wietrzego.

krotnie zgoda nieuzasadnionych pomysłów, albo też intuicji mniej lub więcej trafnej, — lecz w oparciu o bardziej ściśle rozważania i praktyczne próby laboratoryjne prze-

*) System „sterowania“ silników, t. j. samoczynnego ustawiania ich koła wiatrowego „pod wiatr“ omówimy w dalszym ciągu artykułu.

prowadzone nad modelami projektowanych konstrukcyj. Olbrzymie usługi oddają też w tym kierunku t. zw. tunele aerodynamiczne, budowane głównie dla badania zjawisk aerodynamicznych dla celów lotnictwa (próby modeli samolotów). Są to specjalne korytarze-kanaly o średnicy dochodzącej do kilku metrów, w których za pomocą odpowiedniego urządzenia (wentylatora napędzanego przez silnik) wytwarzany jest silny pęd powietrza stanowiący rodzaj sztucznego wiatru. W tym strumieniu wiatru zostaje umieszczony model samolotu lub też silnika wietrzego, poczem za pomocą odpowiednich, dość zresztą złożonych, mechanizmów i urządzeń pomiarowych zostają zmierzone takie wielkości, jak siły wywierane przez wiatr na płaszczyźnie modelu, moc rozwijana przez silnik wietrzny i t. p.



Rys. 18.
Schematyczny przekrój tunelu aerodynamicznego (opis w tekście).

Na rys. 18 pokazany jest schematycznie przekrój tunelu aerodynamicznego. Wentylator w napędzany silnikiem s wywołuje zamknięty obieg powietrza o kierunku pokazanym na rysunku strzałkami. Przed wejściem do przestrzeni pomiarowej m powietrze przechodzi przez zwężający się wlot f (dzięki czemu szybkość powietrza znacznie się zwiększa), a następnie przez rodzaj siatki t, zapewniającego równomierny pęd sztucznego wiatru. W przestrzeni pomiarowej m, gdzie umieszczony zostaje badany model M silnika wietrzego, znajdują się t. zw. „wagi aerodynamiczne“ (nie pokazane dla prostoty na rysunku), które służą do dokładnego mierzenia układów sił działających na skrzydła modelu i t. p.

Odnosnie do silników wietrznych, przeznaczonych do wytwarzania energii elektrycznej, należy zaznaczyć, iż najłatwiej i najracjonalniej możemy mierzyć moc, rozwijaną przez modele tych silników, sprzęgając model M z odpowiednimi małymi prądniczkami. Na rys. 18 model silnika wietrzego M sprzężony jest przy pomocy przekładni zębatej z z prądniczką p. Obciążając (elektrycznie) prądniczkę, możemy od razu odczytywać ze wskazań odpowiednich przyrządów pomiarowych skuteczną moc rozwijaną przez model silnika przy różnych szybkościach sztucznego wiatru.

W dziedzinie budowy silników wietrznych tunele aerodynamiczne stwarzają warunki, umożliwiające wypróbowanie pomysłań konstrukcyj małym nakładem kosztów i pracy; unikamy w ten sposób konieczności budowy projektowanego silnika w naturalnej wielkości, co jest dość kosztowne. Niestety, jednak budowa samych tuneli aerodynamicznych jest dość droga. U nas w kraju szereg takich tuneli posiada Instytut Aerodynamiczny przy Politechnice Warszawskiej. Jednym z najstarszych w Europie tuneli aerodynamicznych jest zbudowany jeszcze w r. 1908 tunel w Getyndze (Niemcy); na rys. 19 pokazany jest model silnika wietrzego badanego w tym właśnie tunelu.

Posługując się — dla badania sprawności oraz celowości konstrukcji projektowanego silnika wietrzego — modelem tego silnika, wykonanym w kilku — lub kilkunastokrotnym zmniejszeniu, korzystamy, jak wspomnie-

liśmy, z taniego i wygodnego sposobu dokonywania prób. Skądinąd jednak (jak wynika ze ścisłych rozważań matematycznych), ażeby na zmniejszonym modelu otrzymać taki sam układ zjawisk aerodynamicznych, jaki ma miejsce w silniku naturalnej wielkości, i w ten sposób z zachowania się modelu móc wnioskować o pracy rzeczywistego silnika, — należy próby z modelem w tunelu aerodynamicznym (czyli t. zw. „przedmuchiwanie“ modelu) dokonywać przy zastosowaniu sztucznego wiatru o szybkości tylokrotnie większej od szybkości rzeczywistego wiatru, ilekroć badany model jest mniejszy od naturalnego silnika. Okoliczność ta, wynikająca z t. zw. „prawa podobieństwa“ w aerodynamice, ogranicza w pewnym stopniu możliwość badań silników przy pomocy ich zmniejszonych modeli.



Rys. 19.

Badanie modelu silnika wietrznego w tunelu aerodynamicznym.

Wymaga ona bowiem bądź stosowania modeli o dość znacznych wymiarach, co zmusza nas do budowy tuneli o dość dużych średnicach kanałów, a więc drogich, bądź też — do stosowania bardzo wielkich szybkości sztucznego wiatru, co znowu czyni instalację wentylatorową w tunelu b. kosztowną. Tak np., chcąc dokonywać próby z modelami wykonanymi w skali 1:10*), musimy stosować sztuczny wiatr o szybkości wynoszącej 50 m/sek. — o ile chcemy zbadać warunki pracy silnika przy przeciętnej szybkości wiatru — 5 m/sek. Zważywszy, iż szybkość silnych wiatrów dochodzi do 30 m/sek. i wyżej, a skądinąd średnica wirników (kół wiatrowych) silników większej mocy wynosić może kilkadziesiąt metrów, widzimy, iż „przedmuchiwanie“ modeli wielkich silników w tunelach aerodynamicznych, w warunkach odpowiadających silnym wiatrom, napotyka niejednokrotnie na b. duże trudności.

Spółczynniki wyzyskania energii wiatru w silnikach wietrznych różnych typów.

Projektując silnik wietrzny, dążymy do takiej jego konstrukcji, aby silnik wykorzystywał energię dmącego na jego wirnik wiatru możliwie w jak największym stopniu, a ponadto posiadał inne jeszcze zalety, jak prostotę i tanią konstrukcję, celowo rozwiązany sposób sterowania silnika i regulacji mocy i t. d. To też dobroć silnika i racjonalność jego konstrukcji, cechuje jego t. zw. **spółczynnik wyzyskania** (wykorzystania) **energii wiatru**“, określający, jaka część energii wiatru, jaki dmie na koło wiatrowe silnika, zostaje zamienioną użytecznie na rozwijaną przez silnik moc mechaniczną.

Podany poprzednio przy rozważaniu nad zamianą energii wiatru na pracę mechaniczną silnika**) wzór na

*) a więc dziesięciokrotnie mniejszymi od rzeczywistych silników.

**) por. zeszyt 3/1937 r. „Wiad. El.“, str. 88, wzór (5).

moc rozwijaną przez teoretyczny, doskonały silnik wietrzny, miał postać

$$N_{max} = \xi_{max} \times P \quad (KM) \quad \dots \quad (13)$$

gdzie **P** oznacza moc wiatru dmącego w wirnik silnika zaś ξ_{max} — tzw. „maksymalny współczynnik wykorzystania energii wiatru“, którego wartość wynosi 0,5926 (co zostało wyprowadzone na drodze teoretycznych rozważań matematycznych) i określa nam, jaka część energii wiatru zostaje w tym teoretycznie najbardziej doskonałym silniku zamieniona na pracę mechaniczną*).

W rzeczywistości każdy realny silnik wietrzny cechuje pewien współczynnik wykorzystania energii wiatru $\xi < \xi_{max}$, którego wartość, wahając się w dość szerokich granicach, wynosi **zawsze mniej niż 0,5926**. Wielkość tego współczynnika wynosi najczęściej od 0,1 do 0,4 — zależnie od typu silnika, jego budowy i warunków pracy. Odpowiednio też wzór (13) przybierze postać:

$$N = \xi \times P \quad (KM), \quad \dots \quad (14)$$

gdzie $\xi < 0,5926$, zaś **P** oznaczać będzie moc, rozwijaną przez silnik rzeczywisty.

Przy porównaniu ze sobą silników wietrznych różnych konstrukcyj podczas badania modeli silników w tunelach aerodynamicznych posługujemy się właśnie wielkością wyżej wymienionego współczynnika ξ . Silnik jest w zasadzie tym lepszy, im ten współczynnik jest dla niego większy. Nadmienić jednakże należy, iż dla danego silnika współczynnik ξ nie jest bynajmniej wielkością stałą, lecz zmienia się w zależności od stosunku prędkości obwodowej silnika**) do szybkości wiatru. Według doświadczeń La Coura***) najbardziej wydajna praca silnika (największa wartość współczynnika ξ) ma miejsce wówczas, gdy stosunek ten wynosi ok. 2,4. Fakt ten należy uwzględniać przy projektowaniu silników wietrznych, biorąc pod uwagę szybkość wiatru najczęstszą, wzgl. tę, przy której silnik ma właśnie przeważnie pracować.

Według doświadczeń i prób przeprowadzonych przez uczonych, poświęcających się specjalnie dziedzinie silników wietrznych, jak Bilau (konstruktor niemiecki), Sabinin (badacz sowiecki) i inn., wielkość współczynnika ξ waha się przeciętnie (w najkorzystniejszych warunkach) około następujących wartości: dla silników wieloskrzydłowych (typ turbinowy) **0,1 — 0,3**; dla 4-skrzydłowych ze skrzydłami zwyczajnymi **0,2** oraz dla **4, 3, 2-skrzydłowych śmigłowych — 0,4**. Jak zmienia się wartość współczynnika ξ przy zmianie **stosunku** szybkości obwodowej (**u**) do szybkości wiatru (**v**) pokazuje wykres podany na rys. 20.

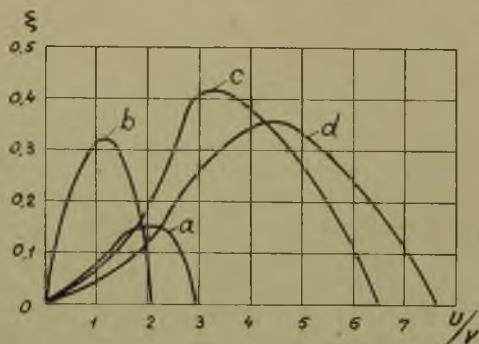
Omówiwszy pokrótce przyczyny powodujące istnienie wielkiej różnorodności konstrukcyj silników wietrznych, przejdziemy do bliższego **rozpatrzenia konstrukcji** silników różnego typu, przyczem zatrzymamy się dłużej przy opisie typów bardziej rozpowszechnionych, wspominając jedynie pokrótce o pomysłach mniej udanych. Na wstępie, dla zapoznania się z drogą, jaką kroczył rozwój silnika wietrznego i poszczególnych jego elementów oraz dla uprzytomnienia różnic zachodzących

*) Mamy tu podobieństwo do zjawisk z dziedziny ciepła. T. zw. „pierwsze prawo termodynamiki“ mówi nam, iż wszelkiej zamianie energii cieplnej na energię mechaniczną towarzyszą pewne straty, i nawet w teoretycznym (idealnym) silniku cieplnym zaledwie część energii cieplnej zostaje zamieniona w pracę mechaniczną.

**) Szybkości na obwodzie wirnika.

***) Prof. La Cour — uczonec duński — przeprowadził wieloletnie badania doświadczalne nad silnikami wietrznymi różnego typu na początku bieżącego stulecia.

między silnikiem wietrznym starego i nowego typu, — rozpatrzmy pokrótce budowę oraz części składowe wiatraka typu wiejskiego.



Rys. 20.

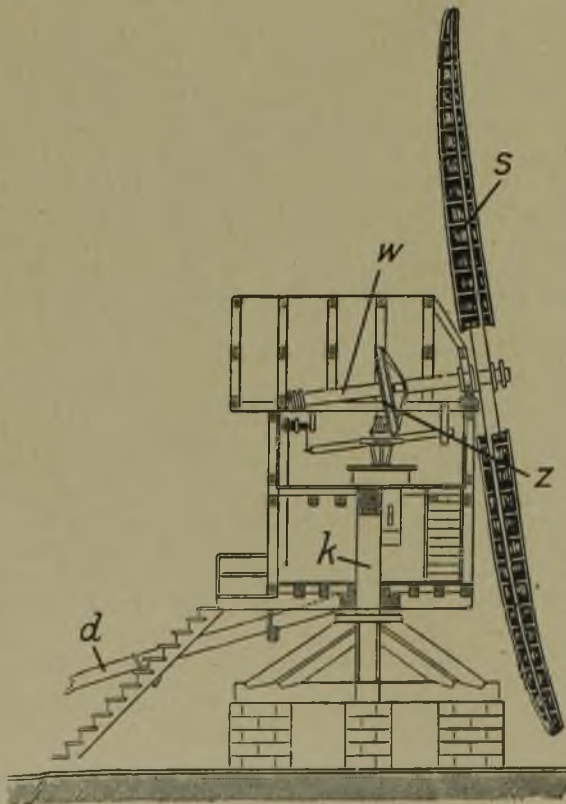
Wartości współczynnika wykorzystania energii wiatru ξ w zależności od różnych wartości stosunku prędkości obrotowej u do prędkości wiatru v — dla różnego typu silników wiatrznycy:

- a — dla czteroskrzydłowego wiatraka holenderskiego;
 b — dla silnika wieloskrzydłowego (typ turbinowy);
 c — dla czteroskrzydłowego silnika śmigłowego; d — dla dwuskrzydłowego silnika śmigłowego.

Wiatrak wiejski.

Jego wady z punktu widzenia wykorzystania energii wiatru.

Wiatrak wiejski, znany od dawna i pozostający do dziś dnia w formie niewiele ulepszonej, stanowi (rys. 21) układ 4-ch płaszczyzn roboczych s , zwanych powszechnie „śmigłami“ i umocowanych na wale w , którego kierunek różni się nieznacznie od poziomego (o ok. 10°). Skrzydła (śmigła) wiatraka stanowią płaszczyzny zbudowane z drewnianych kłapek lub płóciennych żagli, zamocowanych na drewnianym szkielecie. Kierunek płaszczyzny skrzydła odchyła się od płaszczyzny prostopadłej do osi wału o ok. 15° . W ulepszonych wiatrakach wiejskich



Rys. 21.

Wiatrak wiejski (typu niemieckiego).

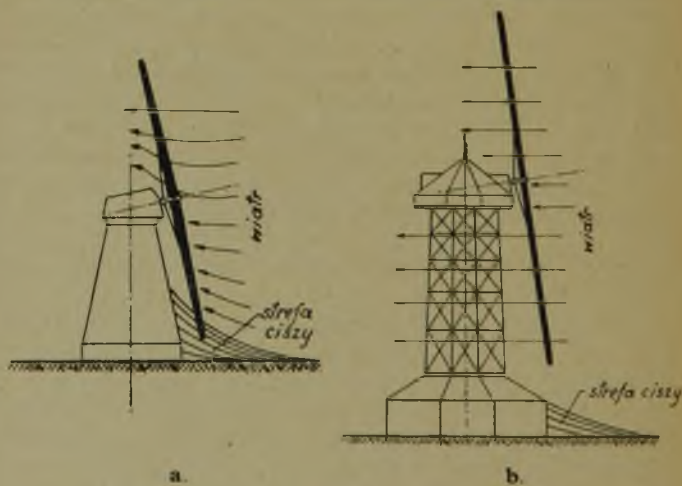
skich kąt ten nie jest stały dla całej długości skrzydła, lecz zmienia się, malejąc w miarę oddalania się od osi obrotu (od wału) — w ten sposób, iż tuż przy wale wynosi on ok. 25° , na samym zaś końcu śmigła 0° , a nawet np. — 5° . Tak skonstruowane skrzydło stanowi powierzchnię nie płaską, lecz zwichrzoną; budowa taka zapewnia wiatrakowi — zgodnie z teoretycznymi rozważaniami — większą wydajność pracy — lepsze wykorzystanie energii wiatru: wyższy współczynnik ξ . Rozpiętość skrzydeł wiatraka, które sięgają niemal samej ziemi, wynosi zazwyczaj ok. 15 do 20 m. Moc rozwijana przez wiatraki typu wiejskiego przy wietrze o szybkości ok. 5 m/sek. wynosi przeciętnie od kilku do kilkunastu koni mechanicznych.

Obrót wału wraz ze skrzydłami zamienia się na ruch napędzanego mechanizmu (np. kół młyńskich) — przy pomocy stożkowego koła zębatego z , osadzonego na wale w . Nastawienie skrzydeł wiatraka pod wiatr (sterowanie) odbywa się przy pomocy obracania bądź to całego budynku (wokół słupa k , przy pomocy dźwigni d — na rys. 21), bądź też przez obracanie jedynie górnej części budynku (głowicy) jak np. w wiatrakach holenderskich. Hamowanie ruchu śmigieł przy zbyt silnym wietrze uskutecznia się bądź przez wyprowadzanie wiatraka z położenia, w którym wiatr jest prostopadły do płaszczyzny skrzydeł, — bądź też za pomocą specjalnego hamulca klockowego, który jednak ulega zazwyczaj szybkiemu zniszczeniu.

Tak prymitywny silnik wietrzny, jakim jest wiatrak typu wiejskiego, posiada z punktu widzenia racjonalnego wykorzystania energii wiatru cały szereg wad, a mianowicie:

— 1. sięgająca niemal samej ziemi konstrukcja skrzydeł jest nieracjonalną, dolna bowiem część skrzydła — w pobliżu ziemi — nie pracuje, wobec tego, że na tak znikomej wysokości wiatru prawie nie ma;

— 2. sam budynek wiatraka stanowi przeszkodę tamującą pęd wiatru, to też o wiele celowszą jest już konstrukcja budynku wiatraka t. zw. „przewiewna“, typu kratowego (rys. 22-a i b). Wiatrak tej ostatniej kon-



Rys. 22.

Wpływ konstrukcji budynku wiatraka na układ kierunku wiatru.

strukcji zbliża się już nieco swym wyglądem do nowoczesnych silników wiatrznycy, umieszczanych zwykle na szczycie wysokiej żelaznej wieży, wykonanej najczęściej również w postaci konstrukcji kratowej.

Śród innych jeszcze wad wiatraków starego typu wiejskiego wymienić należy kłopotliwy sposób ich nastawienia pod wiatr oraz regulacji mocy, a wreszcie pry-

mitywne konstrukcje przekładni zębatych i łożysk, stanowiących źródło b. poważnych strat mechanicznych. Do zalet zwykłych wiatraków należą: prostota konstrukcji oraz łatwość i taniość budowy.

Co się tyczy możliwości wykorzystania silnika wietrznego starego typu do wytwarzania energii elektrycznej — należy zaznaczyć, iż wobec wymaganych zwykle przez prądnice dość znacznych obrotów wiatrak wiejski, którego cechuje powolny obrót śmig, **niezbyt** nadaje się do tego celu. Należałoby bowiem stosować w tym przypadku bądź prądnice wolnobieżne typu specjalnego, b. drogie, — bądź też przekładnie znacznie podwyższającą obroty. To też na ogół bardzo rzadko stosuje się wiatraki wiejskie do wytwarzania energii elektrycznej, jakkolwiek urządzenia takie istnieją, czego przykładem służyć może **wiatrak-elektrownia** w miejscowości Vejen w Danii, pokazany na rys. 23. Czterosi-



Rys. 23.

Wiatrak - elektrownia w miejscowości Vejen w Danii.

głowy wiatrak o rozpiętości skrzydeł 20 m. dawnego typu holenderskiego (jednak ze sterowaniem przy pomocy sterów wirujących) napędza tu prądnicę umieszczoną wewnątrz budynku, na 1-szym piętrze (p), gdzie umieszczone są mechanizmy przekładni. Na drugim piętrze znajduje się bateria akumulatorów. Tablica rozdzielcza tej elektrowni znajduje się w budynku r. Urządzenie to pracuje z najzupełniej dobrym skutkiem, zasilając sieć, do której przyłączonych jest 60 gospodarstw, korzystających zarówno z oświetlenia elektrycznego, jak i z siły do napędu ok. 30 zelektryfikowanych maszyn rolniczych. (C. d. n.)

O sieciach „zupełnie zamkniętych“.

Inż.-elektr. HENRYK JAKUBOWICZ
(Dokończenie).

Wprowadzeniu sieci „zupełnie zamkniętych“ stały początkowo na przeszkodzie bardzo poważne trudności, które wyłoniły się w związku z zagadnieniem należytego **zabezpieczenia sieci kablowej niskiego napięcia**. Przyczyną tych trudności były **wielkie prądy zwarcia**, występujące w sieciach omawianego systemu.

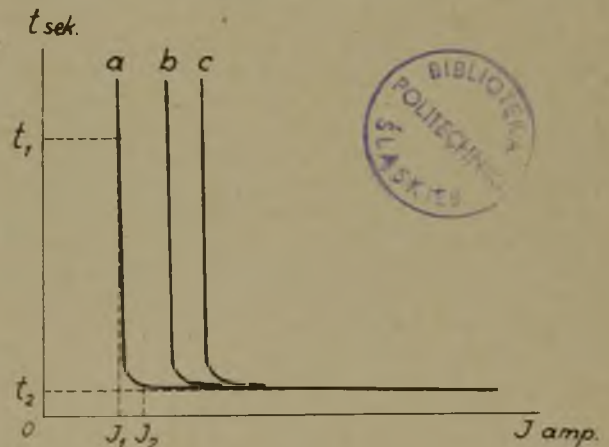
Rozpatrując sieć, złożoną z rozgałęzionych torów otwartych (rys. 3 — zeszyt 3/1938 r., str. 82), zwróciliśmy uwagę na istnienie między punktem zasilającym i odbiorczym **jednej** tylko możliwej drogi prądu. Dzięki temu można dość łatwo unieszkodliwić prąd zwarcia, płynący do miejsca uszkodzenia, dzieląc cały tor na szereg odcinków i wstawiając w punktach podziału **bezpieczniki** na odpowiednio stopniowane prądy nominalne. Bezpieczniki takie umieszcza się przeważnie w punktach roz-

gałęzienia toru, a niekiedy w miejscu zmiany przekroju przewodów. Sposób ten umożliwia odłączenie tylko tego odcinka toru, na którym powstało zwarcie, bez wywołania przerwy w dostawie prądu do pozostałych części sieci, i pod tym względem daje on naogół dobre wyniki.

W sieci „zupełnie zamkniętej“ prąd zwarcia płynie do miejsca uszkodzenia wieloma drogami z wielu punktów zasilających, wskutek czego spotyka on na swej drodze znacznie **mniejszy opór** i osiąga wskutek tego dużą wartość; zależy ona od układu sieci, długości i przekroju przewodów, wielkości transformatorów i t. d., a także od miejsca, w którym nastąpiło uszkodzenie. Największe prądy zwarcia powodują, oczywiście, uszkodzenia w bezpośrednim sąsiedztwie stacji transformatorowej. Zależnie od okoliczności otrzymuje się w praktyce prądy zwarcia rzędu 20 000 amperów, a nawet 30 000 amperów.

Zaraz na samym początku okazało się, że **bezpieczniki topikowe** istniejących konstrukcji **nie mogą** być użyte do tak wielkich prądów zwarcia, albowiem **łuk elektryczny**, który powstaje w czasie przerywania prądu przez bezpiecznik, jest bardzo intensywny, utrzymuje się zbyt długo i dlatego łatwo może doprowadzić do znacznych uszkodzeń w urządzeniu rozdzielczym, zwłaszcza zaś, gdy przetrze się z jednej fazy na sąsiednie. Zamiast szybkiego odłączenia uszkodzonego kabla można się więc spodziewać rozszerzenia się zakłócenia na większy obszar sieci oraz pozbawienia prądu dużej liczby odbiorców.

Niezależnie od tego sama **charakterystyka** *) zwykłego bezpiecznika topikowego (linia a na rys. 11) od razu pozwala nam wywnioskować, że nie może on uczynić za-
dość warunkowi wspomnianemu poprzednio selektywności. Na prądy mniejsze od J_1 amperów bezpiecznik ten w ogóle nie reaguje; przy J_1 amperach topi się on po



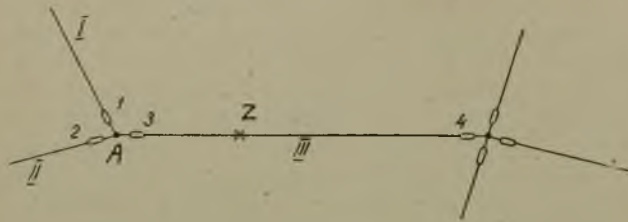
Rys. 11.

Charakterystyki zwykłych bezpieczników topikowych.

upływie czasu t_1 sekund; czas ten skraca się bardzo znacznie przy większych prądach, mniej więcej do J_2 amperów, poczem zmienia się coraz mniej, zbliżając się do pewnej wartości t_2 sekund, z dużym przybliżeniem niezależnej od natężenia prądu. Duże prądy oddziałują więc na bezpiecznik niemal zupełnie jednakowo, topiąc go w tym samym czasie. Jeśli prądy nominalne kilku bezpieczników różnią się nawet od siebie do pewnego stopnia, to i wówczas charakterystyki tych bezpieczników (linie b i c na rys. 11) zbiegają się ze sobą przy dużych war-

*) Charakterystyką bezpiecznika nazywamy linię, przedstawiającą zależność czasu, po upływie którego następuje stopienie się bezpiecznika, od wielkości natężenia prądu.

tościach prądu tak dalece, że **stopnienie się bezpieczników musi naogół nastąpić niemal jednocześnie**. Pewne różnice czasów, jakie występują w praktyce, pochodzą zazwyczaj od szeregu okoliczności ubocznych i w znacznym stopniu są najzupełniej przypadkowe.



Rys. 12.
Część sieci niskiego napięcia.

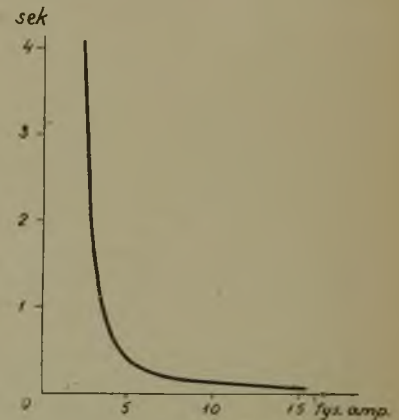
Wyobraźmy sobie część sieci, przedstawioną na rys. 12, i zwróćmy uwagę na punkt węzłowy **A**, w którym schodzą się trzy kable (**I**, **II** i **III**), połączone ze sobą przez zwykłe bezpieczniki topikowe. Gdy w punkcie **Z** kabla **III** powstanie zwarcie, prąd zwarcia popłynie do tego punktu z obu stron, przyczem przez bezpiecznik **3** przejdzie suma prądów, płynących przez bezpieczniki **1** i **2**. Wobec dużej wartości całkowitego prądu zwarcia, składowe tego prądu obciążające bezpieczniki **1** i **2**, będą również — w porównaniu z prądami nominalnymi tych bezpieczników — stosunkowo bardzo duże. W myśl powyższych wywodów nie można więc z góry przewidzieć, w jakiej kolejności bezpieczniki te się stopią.

Ze względu na konieczność ograniczenia zakłócenia normalnej pracy sieci, z powodu zwarcia w punkcie **Z**, do możliwie małego odcinka, należy dążyć do tego, aby bezpieczniki **3** i **4** stopiły się **wcześniej** od pozostałych bezpieczników. Osiągniemy to wówczas, gdy charakterystyka bezpiecznika nie będzie tak ostro zagięta, jak na rys. 11, a stanie się bardziej **plaska**, przybierając kształt pokazany na rys. 13. Z porównania charakterystyk na rys. 11 z charakterystyką na rys. 13 wynika, że w **pewnym zakresie** dużych prądów charakterystyka na rys. 13 wykazuje dłuższe czasy; bezpiecznik, któremu ona odpowiada, **opóźnia się** niejako w swym działaniu, zdradzając, jak mówimy, większą **bezwładność**. Taką charakterystykę można bezpiecznikowi nadać np. przez odpowiednią konstrukcję i kształt paska topikowego oraz przez stosowny wybór otaczającego go materiału, co wpływa na warunki odprowadzania ciepła, a więc na czas, w ciągu którego pasek bezpiecznika osiąga temperaturę topliwości.

Od przebiegu charakterystyki zależy przydatność bezpiecznika w danej sieci. Podstawą do oceny tej przydatności jest określenie, np. za pomocą obliczeń, zarówno największej wartości mogącego się zdarzyć w tej sieci prądu zwarcia, jak i spodziewanego rozplywu prądów zwarcia w punktach węzłowych. Im **więcej** różnić się będą od siebie poszczególne prądy zwarcia w danym punkcie węzłowym, tym **wcześniej** nastąpi przerwanie większego z nich, aniżeli mniejszego, — tym wcześniej stopią się w naszym przykładzie (rys. 12) bezpieczniki **3** i **4** przed innymi bezpiecznikami **1**, **2** i t. p.).

Rys. 13 ilustruje liczbowo wymagania stawiane bezpiecznikom niskiego napięcia w pewnej sieci „zupełnie zamkniętej”. Różnica czasów, w ciągu których skonstruowane dla tej sieci bezpieczniki przerywają prądy o natężeniu 15 000 A i 7 500 A wynosi 0,12 sekund; przy prądach 6 700 A i 4 500 A mamy już 0,49 sekund zaś przy 4 500 A i 2 500 A — 2,5 sekund.

Takiego stopniowania czasów przy bardzo dużych natężeniach prądu można oczekiwać jedynie od bezpiecznika na b. duży prąd nominalny. Przyczyną tego stanu rzeczy jest zbytne zbliżenie się charakterystyki bezpiecznika do poziomej osi wykresu (osi prądów) przy dużych prądach, przez co różnice w czasach stają się coraz mniejsze i wykluczają należyte tych czasów stopniowanie. W przytoczonym przykładzie (rys. 13) najmniejszy prąd, od którego bezpiecznik się topi, wynosi około 2 500 amperów. Jest rzeczą oczywistą, że wartość ta wielokrotnie **przewyższa prąd dopuszczalny** w najgrubszym nawet spotykanym kablu, że zatem **selektywne działanie** bezpiecznika przy zwarciach



Rys. 13.
Charakterystyka bezpiecznika topikowego o dużej bezwładności.

nie daje się pogodzić z racjonalnym zabezpieczeniem kabli ze względu na **nagrzewanie**. Niebezpieczeństwo przeciążenia kabli nie jest jednakże duże, jak bowiem wykazuje praktyka, obciążenia nigdy nie zmieniają się tak nagle, żeby zagrażały sieci, i zawsze można w porę dostosować sieć do zwiększonych obciążeń, przeprowadzając w pewnych odstępach czasu systematyczne pomiary natężenia prądu.

Jak wspomnieliśmy już, można nadać bezpiecznikowi dużą bezwładność, otaczając pasek topikowy stosowną masą. Takie rozwiązanie prowadzi do **zamkniętej budowy** bezpiecznika i ułatwia oprowadzanie przykrego w swych skutkach łuku elektrycznego.

Jeden ze sposobów szybkiego zgaszenia łuku polega na użyciu takiego materiału otaczającego, z którym pozostałości stopionego paska tworzą **związek chemiczny**. Zachodzący tu proces chemiczny pochłania znaczną ilość ciepła, powstającego przy stopieniu bezpiecznika, łuk więc **chłodzi się** i gaśnie, a przytem zmniejsza się **ciśnienie** wywiązujących się gazów, zapobiegając eksplozji.

W innej znów konstrukcji pasek bezpiecznika otacza się materiałem, **nie tworzącym** z metalem paska związków chemicznych. Materiał ten o budowie ziarnistej, odporny na wysoką temperaturę, sprasowuje się silnie i osłania z zewnątrz sprężystym metalowym płaszczem. Gazy, tworzące się w chwili stopienia się paska, **rozsadzają** częściowo otaczający go materiał i wciskają się w powstające w nim **szczeliny**, szybko się w ten sposób ochładzając.

Istnieją również konstrukcje, w których znajduje zastosowanie **magnetyczne gaszenie łuku**. Prąd zwarcia, płynący przez bezpiecznik, skierowany zostaje przez odpowiednią spiralę, w której zostaje wzbudzone potrzebne pole magnetyczne.

Przytoczone rozwiązania wymagały przeprowadzenia dłuższych badań i studiów. Osiągnięcie zadawalających wyników trwało wobec poważnych trudności długo, a tymczasem rozwijał się zupełnie niezależnie nowy system sieci, nie uznający **żadnych zabezpieczeń** kabli niskiego napięcia.

W założeniu tego systemu każde uszkodzenie kabla ma się zlikwidować **samo**. Zwarcie w kablu powstaje naj-

częściej wskutek mechanicznego uszkodzenia i przedostania się między żyły kabla obcego metalowego przedmiotu albo też wskutek bezpośredniego zetknięcia się żył kabla z płaszczem lub ze sobą. Prąd zwarcia powinien przedmiot ten stopić, wzgl. zetknięte żyły **upalić** tak dalece, aby odstęp między nimi po zgaśnięciu łuku był dostatecznie duży i zapewnił na pewien czas wystarczającą izolację.

Zrealizowanie tego pomysłu przy napięciach międzyprzewodowych poniżej 220 V nie napotkało na poważniejsze przeszkody; jednakże już przy napięciu 380 V — jak tego dowiodły przeprowadzone doświadczenia — nie jest to możliwe bez specjalnych środków pomocniczych, o czym dalej będzie mowa.

Proces „wypalania się“ uszkodzenia możemy wyobrazić sobie w następujący sposób. Żyły kabla stykają się w miejscu zwarcia ze sobą lub z płaszczem zwykle na małej powierzchni; wskutek skupienia się na niej wielkiego prądu powstaje silne miejscowe rozgrzanie, przewody rozżarzają się i częściowo się topią; wówczas zapala się między nimi łuk elektryczny, który w dalszym ciągu topi przewody i spala otaczający je materiał izolacyjny. Jednakże metale (miedź żył kablowych oraz ołów płaszcz) topią się i spalają szybciej, niż materiały izolacyjne, które źle przewodzą ciepło; dzięki temu żyły zapadają się niejako w głąb osłaniających je warstw izolacyjnych, odległość zaś między nimi powiększa się, wskutek czego w pewnej chwili łuk zrywa się i gaśnie.

Zachodzi to tym łatwiej, im **niższe** jest napięcie międzyprzewodowe. Przy napięciu 380 V okazało się, że w kablach o normalnej budowie łuk gaśnie samorzutnie a przytem w dość krótkim czasie (kilku sekund) jedynie wówczas, gdy prąd zwarcia nie przekracza wartości ok. 18 000 A. Zachodzi więc konieczność **ograniczenia** prądów zwarcia do tej wartości, względnie stworzenia kabli o **specjalnej** konstrukcji.

Ograniczenie prądów zwarcia sprowadza się do **obniżenia napięcia** w czasie trwania zjawiska; sprawiają to odpowiednie **cewki dławikowe** umieszczone w stacjach transformatorowych (rys. 9*). Korzystne jest użycie cewek złożonych z dwóch jednakowych połówek (właśnie, jak to ma miejsce na rys. 9); do środka cewki przyłącza się wówczas przewody idące od transformatora, od końców zaś odprowadza się symetrycznie odchodzące kable. Urządzenie to ma tę zaletę, że w normalnym ruchu **nie powstaje** na cewce prawie żaden spadek napięcia, ponieważ prądy w obu jej połówkach skierowane są w **przeciwnie** strony, wskutek czego ich pola magnetyczne wzajemnie się **znoszą**. Natomiast w wypadku zwarcia płynie przez cewkę prąd w **jednym tylko kierunku**, wywołując niezbędny **spadek napięcia**.

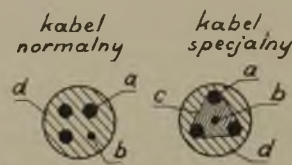
Zasadą konstrukcji kabli specjalnych jest rozsuniecie przewodów fazowych i umieszczenie przewodu zerowego **b** w **środku** utworzonego z nich trójkąta (rys. 14). W ten sposób utrudnia się powstanie zwarcia międzyfazowego przy napięciu 380 V, starając się doprowadzić **naprzód** do zwarcia z przewodem **zerowym b**, co wobec 220 V daje się z łatwością zlikwidować. Ponadto wolne miejsca między żyłami wypełnia się trudnopalnym materiałem (c na rys. 14), wydzielającym — pod wpływem wysokiej temperatury — **gaszące** łuk gazy.

Zwarcie w kablu przy prądzie o natężeniu wynoszącym wiele tysięcy amperów posiada przebieg bardzo gwałtowny, to też można się spodziewać pewnych jego

skutków w bezpośrednim otoczeniu miejsca zwarcia, a nawet na powierzchni ziemi.

Liczne doświadczenia w tym kierunku dały nader interesujące wyniki. Okazało się, że mimo wysokiej temperatury łuku, izolacja kabli ulega zniszczeniu zaledwie na długości **kilku** centymetrów, czas trwania zwarcia jest bowiem tak mały, że ciepło poprostu nie zdąży rozzejść się na większą odległość.

Rys. 14.
Przekrój kabli niskiego napięcia:
a — żyły fazowe; b — żyła zerowa; c — izolacja specjalna; d — izolacja zwykła.



Kable **sąsiednie**, ułożone w piasku w jednym rowie obok kabla uszkodzonego, nie doznają przytem zupełnie żadnych zmian, o ile tylko ułożenie kabli było staranne, a ziemia dobrze ubita.

Wyraźne skutki zwarcia pokazują się na **powierzchni ziemi** stosunkowo rzadko. W miastach, gdy nad kablem znajduje się dobry bruk lub płyty chodnika, zająć mogą jedynie drobne pęknięcia, a ze znacznym poruszeniem ziemi można się spotkać tylko w wypadku wyjątkowo ciężkiego zwarcia; wówczas należy się również spodziewać wydostania się nazewnątrz dymu, a nawet płomieni.

Prądowi zwarcia w ziemi towarzyszy pewien spadek napięcia na jej powierzchni. Wartości, które się otrzymuje w najniekorzystniejszych warunkach, zależnych m. in. od głębokości i sposobu ułożenia kabla oraz od właściwości ziemi, nie przedstawiają jednak dla ludzi i zwierząt, znajdujących się właśnie nad miejscem zwarcia, z a d n e g o niebezpieczeństwa.

Dużą zaletą systemu sieci „zupełnie zamkniętej“ bez zabezpieczeń kabli niskiego napięcia są poważne **oszczędności**, wynikające z braku bezpieczników, zwłaszcza, że umieszczenie ich w istniejących urządzeniach rozdzielnych, szafkach i szczytkach kablowych — wskutek **szczupłości miejsca** — nigdy nie było łatwe. System ten posiada nadto tę jeszcze szczególną i cenną właściwość, że wypalenie się miejsca zwarcia naogół **nie powoduje żadnej przerwy w ruchu** nawet na uszkodzonym odcinku kabla, którego obie części pozostają — po upaleniu się — nadal pod napięciem; sam fakt zlikwidowanego zwarcia może być w pewnych okolicznościach przez dłuższy czas **nie zauważony** nawet przez personel sieci.

W chwili obecnej istnieje już dość dużo sieci „zupełnie zamkniętych“, zarówno zaopatrzonych w „bezwładne“ bezpieczniki, jak i pracujących bez zabezpieczeń kabli niskiego napięcia; pojawiają się również próby stworzenia pewnego **mieszanego** systemu. Jaki system okaże się w przyszłości dogodniejszy, trudno dziś przewidzieć. Uszkodzenia w sieciach kablowych są naogół b. rzadkie, to też zebranie odpowiedniego materiału doświadczalnego z rzeczywistego ruchu sieci musi potrwać czas dłuższy.

Tymczasem—mimo kilkunastoletniego już istnienia—sieć „zupełnie zamknięta“ jest wciąż jeszcze nowością, która niejednokrotnie budzi różne wątpliwości. Spodziewać się jednak należy, że z czasem nieufność ta zniknie, i sieć „zupełnie zamknięta“ zostanie uznana bez zastrzeżeń, aby z biegiem lat ustąpić może miejsca nowym pomysłom. Ale taki jest już los każdego systemu w nieustannym rozwoju i postępie wiedzy elektrotechnicznej.

*) Por. zeszyt 3/1938 r. „W. E.“, str. 84.

WYKAZ ŹRÓDEŁ ZAKUPU

Akumulatory.

- „PETEA” Polskie Tow. Akumulatorowe
S. A. Fabryka i biura: Biła 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. Plotkowska 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.

Aparaty elektr. do odbijania kamienia kołowego.

- „Devoorde” Inż. Józef Felner, 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. Jerolimiska 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, Zamenhola 1, Skrytka pocz. 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, Emilii Piłater 10, tel. 918-20, 918-22, 955-17.
- Bracia Jenike, Fabryka Dźwigów, Sp. Akc. Warszawa, Zarząd: Al. Jerolimiska 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 Felner, 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.

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

Galwanotechnika.

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

Grzejniki elektryczne.

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

Grzejniki elektryczne dla przemysłu.

- Bracia Borkowscy, Zakł. Elektrotechn. S. A. (fabr.) Warszawa, Al. Jerolimiska 6, tel. 642-79.
- „Elektrotermia”, Warszawa, Nowy Świat 61, tel. 527-08.
- Warszawska Wytwórnia Maszyn i Spawarek Elektrycznych, Warszawa, Zytunia 20, tel. 621-81.

Izolacyjne materiały.

- A. Hoerschmann 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, ul. Wilanowska 1 (wejście od ul. Solec 55) tel. 7.22-25.

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. 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.

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

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

Maszyny do spawania elektrycznego.

„Elin”, Polski Przemysł Elektr., Sp. z o. o., Kraków, Kopernika 6, Warszawa, 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, statytowe 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, S-to Krzyska 28, tel. 616-15.

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

Nastawniki, elektromagnesy i t. p.

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

Odbiorniki.

„Dacho” inż. A. Chomicz, Warszawa, S-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, ul. Wilanowska 1 (wejście od ul. Solec 55) tel. 7.22-25.

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, Brwlnów.

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/Warszawą, 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. Pustoła, Warszawa 4, Jagiellońska 4—6 tel. 10-33-30 i 10-33-26.

Szczotki węglowe.

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

Szkoło do oświetlenia i potrzeb technicznych.

Huta i Rafinerja Szkoła „Targówek”
Kazimierz Kilmczak 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 Elektrotech-
niczne, Warszawa, ul. Dzielna 72,
tel. 11-94-77, 11-94-78 i 11-94-88.

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

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

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

Urządzenia do oczyszczania wody zasilającej kotły.

Zakłady „Ekonomja” w Bielsku, skryt-
ka pocztowa 110, tel. 1160

Wentylatory.

Felichtenfeld Adam, inż. Warszawa,
Zielna 11, tel. 527-01.

Wyłączniki automa- tyczne.

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

Fabryka Aparatów Elektrycznych S.
Kleiman i S-wole, Warszawa, Okopo-
wa 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 Za-
rówek 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. Przedstawiciel-
stwa: Bydgoszcz, St. Ustynowicz,

ul. Gamma 2; Gdańsk, Edward
Schimmel, ul. Dominikswall 8; Gdy-
nia, Włodzimierz Morozewicz, ul.
Świętojańska 37 m. 1, skrz. poczt.
175; Katowice: E. M. Busbach, ul.
Reymonta 6; Kraków: Biuro Sprze-
daży, 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. Dzia-
łowy 6; Wilno: S. Esterowicz, ul. Za-
walna 16.

Żyrandole.

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

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

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

RADJOTECHNIKA

Lampy radiowe.

„Tungsram”, Zjednoczona Fabryka Za-
rówek S. A., Warszawa, ul. 6-go
Sierpnia 13, tel. 8-78-56. Przedsta-
wicielstwa: Bydgoszcz: St. Ustyno-
wicz, ul. Gamma 2; Gdańsk: Edward
Schimmel, ul. Dominikswall 8; Gdy-
nia: Włodzimierz Morozewicz, ul.
Świętojańska 37 m. 1, skrz. poczt.
175; Katowice: E. M. Busbach, ul.
Reymonta 6; Kraków: Biuro Sprze-
daży, 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. Dzia-
łowy 6; Wilno: S. Esterowicz, ul. Za-
walna 16.

Radjofoniczny sprzęt przeciwzakłóceniaowy.

„Megacykl — W. A. Trembiński” Sp.
z o. o., Warszawa, ul. Wilanowska 1
(wejście od ul. Solec 55) tel. 7.22-25.

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

Wzmocniacze wielkiej mocy.

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

Wrażenia elektryka z podróży naukowej po Stanach Zjednoczonych A. P.

Na łamach szwajcarskiego „Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins“ p. H. Wüger dzieli się z czytelnikami swymi wrażeniami z podróży naukowej po wschodnich Stanach Ameryki Północnej. — przy czym czyni to niejednokrotnie w postaci luźnych uwag. Wiadomości, jakie podaje nam Autor, zainteresują przypuszczalnie każdego elektryka; wiadomości tych nie należy jednakże zbytnio uogólniać. Dotyczą one budowy rozdzielni, przewodów, zastosowania elektryczności w gospodarstwie domowym, małych przyrządów elektrycznych, dźwigów oraz gospodarki elektrycznej.

Rozdzielnie.

W urządzeniach rozdzielni spotyka się w Ameryce dwa lub więcej systemów z szynami zbiorczymi, odłącznikami i wyłącznikami. W elektrowni East River w Nowym Yorku zainstalowano specjalną instalację probierczą, która pozwala każdą część urządzenia elektrowni poddać badaniu za pomocą wysokiego napięcia, wysokiej częstotliwości oraz badaniu na fale uskokowe. Urządzenia takie powstać mają niebawem we wszystkich większych elektrowniach Stanów Zjednoczonych.

Przy budowie rozdzielni w nowoczesnych elektrowniach amerykańskich przestrzegane są naogół pewne zasadnicze wytyczne, zalecające: oddzielanie faz celem uniknięcia zwarć, oszalowanie wszystkich części wiodących prąd wysokiego napięcia, oddzielenie położonych blisko siebie faz przegrodami izolacyjnymi oraz zamknięcie każdej celki drzwiami z drzewa lub eternitu. W elektrowni Edgar Plant w Bostonie każda faza umieszczona jest na oddzielnym piętrze; wszystkie zaś napędy do odłączników i wyłączników znajdują się na czwartym piętrze. Szyny zbiorcze izolowane są podobnie do kabli.

Rozdzielnie pod gołym niebem są w Stanach Zjednoczonych bardzo rozpowszechnione — głównie z powodu dużej ich przejrzystości.

Dla zabezpieczenia się przed możliwością przypadkowego uziemienia przewodu, będącego pod napięciem, elektrownia parowa T-wa Lincoln Boston Elevated posiada osobną szynę uziemiającą, do której dołącza się przewód, wymagający uziemienia. Uziemienie wykonywa się przy pomocy wyłącznika olejowego, który może być włączony tylko wówczas, gdy szyny nie są pod napięciem. W elektrowniach T-wa New-York Edison Company ten sam skutek osiąga się w sposób bardziej prosty i tani, a mianowicie przez dotknięcie — przez dozorcę rozdzielni — specjalnym drągiem probierczym przewodu, który ma być uziemiony. O ile przewód jest pod napięciem — stapia się bezpiecznik, wbudowany w drąg probierczym, i rozlega się sygnał akustyczny. Przed próbą należy sprawdzić obwód sygnałowy.

W elektrowni w Bostonie wymaga się od dozorcę rozdzielni napowietrznej, aby przed każdą czynnością odłączania lub włączania urządzeń elektrycznych włożył na siebie: skórzany kapelusz wyłożony azbestem, wyłożony azbestem płaszcz skórzany oraz pokryte skórą gumowe rękawice. W ogóle przy urządzeniach **wysokiego napięcia** przestrzegana jest w Ameryce **nadzwyczajna ostrożność**.

W podstacji Washington-Ave w Filadelfii — ze względu na to, że odchodzące linie 13 kV są bardzo nierównomiernie obciążone — napięcie każdej z faz na tych liniach regulowane jest osobno za pomocą samoczynnie

sterowanych regulatorów indukcyjnych. Niejednakowe obciążenie faz tłumaczy się tym, że w amerykańskich sieciach wysokiego napięcia zdarzają się często jednofazowe przyłączenia (np. transformatory jednofazowe).

W dziedzinie budowy wyłączników w rozwój konstrukcyjny kroczy tu w innym, niż w Europie, kierunku. Jeszcze do niedawna wymagania stawiane wyłącznikom były niezbyt ostre, a to ze względu na duże rozpowszechnienie dławików ograniczających natężenie prądu przy zwarciach. Spotyka się tu przeważnie wyłączniki olejowe o jednym lub trzech kotłach, często z komorami gasikowymi. Wyłączniki bezolejowe opracowane przed 10-ciu laty znalazły dotychczas w Ameryce stosunkowo nieduże rozpowszechnienie — głównie z powodu zawilej budowy; to też zaledwie parę zakładów posiada w swych urządzeniach wyłączniki bezolejowe, większości zaś kierowników elektrowni amerykańskich wyłączniki te nie są w ogóle znane.

Pierwsze ogólne wrażenie, jakie odnosi zwiedzający elektrownie amerykańskie, jest tego rodzaju, że rozdzielni i nastawnie budowane są tu z bardzo dużym nakładem kapitału. Dla Europejczyka jest to poniekąd niespodzianką, u nas bowiem ze słowem „amerykański“ łączy się pojęcie o pewnej ekonomii i ograniczaniu się wyłączanie tylko do tego, co jest niezbędne i celowe.

Przewody.

Dotychczas jeszcze spotyka się w śródmieściach dużych miast amerykańskich rozległe sieci napowietrzne niskiego napięcia. Przewody napowietrzne niskiego napięcia wykonane są w postaci **przewodnika izolowanego**, aby je można było prowadzić tuż obok domów, między gałęziami drzew i t. d. Dzięki tej izolacji przewody można było utrzymywać przez dłuższy czas pod napięciem, pomimo, iż zostały one np. przewrócone wraz ze słupami na ziemię — przez szalejące tu często gwałtowne burze. Obecnie przewody napowietrzne tego typu znikają na skutek kablowania linii.

Przewody wysokiego napięcia do 50 kV prowadzone są przeważnie na słupach drewnianych. Często spotyka się w tych liniach czwarty **przewód — zerowy**, — po to, aby liczne transformatory jednofazowe małej mocy mogły być włączane między ten przewód a jeden z przewodów fazowych. Na uwagę zasługuje ciekawy sposób konserwacji drewnianych słupów rozpowszechniony w Kanadzie. Polega on na tym, że w miejscu, w którym słup wystaje z ziemi, wykonywa się betonowy kołnierz zaopatrzonej w rynnę. Co trzy lata nalewa się do tej rynny kreozotu i zamyka się ją. W ten sposób podwyższono rzekomo żywotność drewnianych słupów z 15 do 25 lat.

Bardzo liczne linie najwyższego napięcia budowane są z zachowaniem dużych rozpiętości oraz b. wysokiej izolacji i z reguły zaopatrzone są w **linki uziemiające**. W celu badania przepięć i prowadzenia ich statystyki przewody posiadają b. często bądź płytki magnetyczne bądź też przerwy iskrowe wtrącone w linki uziemiające; między elektrody tych przerw wkłada się papier dla określenia natężenia prądu na podstawie wielkości dziury, jaka powstaje przy przepływie prądu. Obie te metody pomiarowe wykazały niejednokrotnie prądy piorunu oraz prąd w słupach o natężeniu dochodzącym do 80.000 amperów.

Jeżeli chodzi o kable, to uderzające jest następujące postępowanie: o ile duże ilości energii elektrycznej przesyłanej w danej linii wymagają bardzo dużych

przekrojów, które nie mogą być wykonane w jednym kablu,—układane są obok siebie 3 oddzielne kable jednolitym w e. Dla ograniczenia nieuniknionych w tym wypadku prądów w ołowianych płaszczach kabli do wielkości nieszkodliwych, ołowiany płaszcz każdego z kabli zostaje podzielony na krótkie odcinki wzajemnie odizolowane porcelanowymi pierścieniami. Środki poszczególnych odcinków płaszczka uziemiane przez co występujące w nich napięcia ograniczone są do wartości ok. 12 V, prądy zaś — do ok. 200 A. Tak ułożone kable otrzymują na powłocę ołowianej asfaltowej bandaży, na zewnątrz zaś pokryte są warstwą cementu.

Zastosowanie elektryczności w gospodarstwie domowym.

Kuchnie elektryczne.

Stosowany obecnie w szerokim zakresie typ amerykańskiej płyty elektrycznej składa się z dwóch elementów grzejnych. Drut grzejny oprasowany jest izolacją i umieszczony w stalowej rurce. Inne wykonania przewidują okrągłą płytkę i dwie płyty pierścieniowe, przy czym każda część płyty może być ogrzewana oddzielnie lub też wspólnie z pozostałymi. Moc grzejna płyt tych waha się od 4,7 do 5,5 W/cm². Największa moc grzejna wynosi 2000 watów.

Obok piekarnika wiele płyt elektrycznych posiada t. zw. szafę grzejną oraz dodatkową płytę grzejną do ustawiania na niej trzech sektorowych naczyń. Urządzenia te zaopatrzone są często w dodatkowe aparaty, jak: wyłączniki czasowe do włączania i wyłączania płyty grzejnej lub piekarnika, samoczynne regulatory temperatury piekarnika, oświetlenie wnętrza piekarnika, termometry do mierzenia temperatury piekarnika i t. d. Bardzo rozpowszechnione są płyty kuchenne na dwa źródła energii — np. elektryczność i gaz lub elektryczność i węgiel.

Warniki do wody (bojlery) spotyka się w Stanach Zjednoczonych rzadko, co się tłumaczy w dużym stopniu budową amerykańskich taryf. „American Gas and Electric Company“ wprowadziła godną uwagi konstrukcję warnika, posiadającego 2 elementy grzejne — dolny o małej mocy (do grzania wody w nocy), oraz górny — o mocy większej, — włączany z chwilą wyczerpania się zapasu ciepłej wody, gdy chodzi o zagrzanie pewnej ilości wody w krótkim czasie.

Lodownice elektryczne w różnych wielkościach są bardzo rozpowszechnione — najmniejsze z nich są b. tanie i dostępne nawet dla małych gospodarstw. Oprócz tego istnieje wiele zelektryfikowanych mniejszych maszyn do celów kuchennych — prostych i wygodnych w użyciu. Natomiast maszyny do mycia naczyń są naogół b. drogie i dostępne jedynie dla zamożnych odbiorców.

Maszyny do prania, żelazka elektryczne i szafy grzejne.

Elektryczne maszyny do prania wyrabiane są w olbrzymiej ilości odmian znanych zresztą w Europie; w gospodarstwach domowych są one b. często stosowane. Najnowsze konstrukcje **żelazek** do prasowania są lżejsze niż dawniej, gdyż wagę ich zmniejszono z 3 kg. do 1,5 kg.; pracują one za to przy wyższej temperaturze, przy czym moc grzejna żelazek wynosi 1000 W zamiast dotychczasowej 450 W. Dzięki temu prasowanie staje się mniej męczące. Spotyka się też na rynku maszyny do prasowania z elementami grzejnymi zarówno w kształcie walcowym, jak i płaskim.

Nową dziedzinę zastosowania elektryczności stanowią t. zw. **szafy grzejne**, używane do suszenia bielizny — niezależnie od pogody i stanu wilgotności powietrza — w ciągu jednego dnia. Szafy te mogą być używane także do suszenia ubrań oraz do usuwania moli z wełnianych ubrań i futer.

(D. n.).

Streścił inż. Z. S-r.

Technika oświetleniowa.

Lampy sodowe i rtęciowe.

Inż. M. WODNICKI.

(Ciąg dalszy).

Lampy sodowe.

3. Działanie lampy sodowej.

Jeżeli do rury świetlającej — obok np. neonu — dodamy także nieco argonu, — łatwo zauważymy, że rura świecić się będzie tylko w kolorze, odpowiadającym argonowi, a nie w kolorze neonu, — pomimo, że dodatek argonu jest stosunkowo nieznaczny.

Powyższe zjawisko tłumaczy się tym, że atomy argonu dadzą się **łatwiej** pobudzić do jarzenia uderzeniami elektronów, niż atomy neonu. Elektrony, będące w stanie pobudzić do świecenia atomy argonu, nie mogą jednakże wywołać jarzenia się atomów neonu, a to ze względu na wciąż jeszcze niedostateczną szybkość tych elektronów.

Każdy więc gaz, czy też para metalu, znajdujące się w lampie świetlającej, posiadają swe własne napięcie „pobudzające“. Jest to różnica napięć (w woltach), wzdłuż której elektron ma przebiec pewną drogę w polu elektrycznym, aby osiągnąć szybkość, przy której potrafi już on pobudzić do jarzenia odpowiedni atom gazu szlachetnego lub pary metalu. Gdy więc w jednej rurce świetlającej znajdują się dwa różne gazy lub też, gdy jest ona wypełniona parą metalu o nierównych napięciach „pobudzających“, to wówczas, jak to łatwo wynika z poprzednich naszych wywodów, — **wcześniej** zaświeci się ten gaz lub para metalu, który posiada niższe napięcie „pobudzające“.

W podobny sposób zachowują się mieszaniny neonu i rtęci, wzgl. neonu i pary metalicznego sodu, przyczem świecić się będą tylko rtęć wzgl. para sodu.

W chwili przyłączenia **lampy sodowej** do sieci ciśnienie pary sodu jest z reguły b. niskie i wynosi zaledwie kilka tysięcznych części milimetra słupka rtęci. W przestrzeni, w której zachodzą wyładowania, znajduje się zaledwie kilka atomów sodu, wskutek czego prawdopodobieństwo zaświecenia jednego z nich jest b. małe. Natomiast ciśnienie znajdującego się w lampie gazu szlachetnego (neonu) wynosi kilka milimetrów, to też, praktycznie rzecz biorąc, elektrody uderzać będą tylko o atomy neonu. Wyładowania zachodzące w neonie połączone są z pewną stratą energii zamieniającej się w **ciepło**.

Sód, znajdujący się w lampie w postaci metalicznej, **nagrzewa się i zamienia się w parę**. I oto elektrony coraz częściej zaczynają „bombardować“ atomy sodu. Narazie świecą się zarówno atomy neonu, jak i sodu; lampa sodowa świeci się początkowo w kolorze czerwonym, odpowiadającym neonowi, zmieniając następnie powoli kolor świecenia na czerwono-żółty. Wobec tego jednak, że napięcie „pobudzające“ metalicznego sodu stanowi za-

ledwie ułamek napięcia niezbędnego dla wywołania wyładowań w neonie, przeto w końcu jarzyć się będzie tylko sód; oznacza to, że po kilku minutach lampa sodowa świeci się w jaskrawym kolorze żółto-żłocistym.

Elektrody oksydowane w lampy sodowej wysyłać mogą elektrony wtedy tylko, gdy są gorące i dlatego też muszą być one w specjalny sposób **żarzone**. Niektóre typy lamp sodowych zaopatrzone są w **transformatoriki grzejne małej mocy**, podgrzewające elektrody do określonej temperatury. Należy podkreślić, że specjalne podgrzewanie elektrod zewnątrz lampy, gdy się już ona jarzy, jest zbyt kosztowne, wymagana bowiem temperatura elektrod utrzymuje się sama na odpowiedniej wysokości — dzięki wyładowaniom.

Lampa sodowa, podobnie jak i rura neonowa, posiada **ujemną charakterystykę napięciowo-prądową**, spadkowi napięcia towarzyszy więc w niej wzrost prądu. W lampie sodowej przyłączonej normalnie do sieci powstaje prąd rosnący wciąż, aż do zwarcia włącznika. Ograniczyć prąd ten mogą włączone w obwód opory omowe, indukcyjne lub kondensatory. Cewki indukcyjne i kondensatory posiadają w tym przypadku tę zaletę, że ograniczają natężenie prądu prawie bez strat.

4. Pierwsza lampa sodowa.

Firma „Philips“ wypuściła na rynek pierwszą lampę sodową, jako lampę niskowoltową, zbudowaną na **prąd stały**. Rys. 8 przedstawia pierwszą lampę „Philora“*), rys. 9 zaś układ połączeń tej lampy. Pierwsza



Rys. 8.

Pierwsza lampa sodowa na prąd stały w wykonaniu firmy „Philips“.

konstrukcja lampy sodowej nadawała się szczególnie do łączenia szeregowo poszczególnych lamp; było to poniekąd przyczyną, dla której pierwsze lampy „Philora“ znalazły zastosowanie do oświetlenia ulic.

Omawiana lampa zasilana więc była prądem stałym, podczas gdy jej elektrody były podgrzewane prądem zmiennym. Moc lampy wynosiła ok. 100 watów, zaś jej strumień świetlny — przeszło 4000 lumenów międzynarodowych.

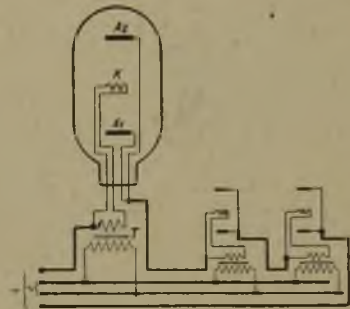
Jak wiadomo, lampy jarzeniowe posiadają ujemną charakterystykę t. zn. że obniżeniu przyłożonego do nich napięcia towarzyszy wzrost natężenia prądu pobieranego przez lampy. Wzrost prądu przepływającego w tym wypadku przez lampę ograniczono specjalnym oporem włączonym w jej obwód. W chwili załączenia lampy, a więc gdy natężenie prądu było małe, włączony był mały opór, wskutek czego całkowite napięcie źródła prądu stałego przypadło na połączone w szereg lampy sodowe i, jako napięcie zapłonu, było całkowicie wystarczające.

*) „Philora“ jest to handlowa nazwa lampy sodowej firmy „Philips“.



Gdy natomiast natężenie prądu wzrosło i doszło do normalnej swej wartości, — wspomniane opory obniżały napięcie źródła do wielkości napięcia pracy lampy.

Opisane lampy posiadały **napięcie zapłonu** wysokości **22 woltów**. To właśnie niskie napięcie zapłonu było powodem, że w instalacjach do oświetlenia dróg pierwsze lampy sodowe zastosowano w układzie szeregowym.



Rys. 9.

Schemat połączeń trzech lamp sodowych w układzie szeregowym.

Lampy sodowe na prąd stały omawianej konstrukcji znalazły zastosowanie w wielu miejscowościach, m. inn. w Wersalu, Zurychu, w Oslo, Croydon i inn.

Doświadczenia z pierwszymi lampami sodowymi wykazały, że:

- 1. Żywotność lamp sodowych na prąd stały wynosi średnio 900 godzin, oraz że
- 2. Izolacja ówczesnego szkła próżniowego była niedostateczna, wskutek czego lampa zachowywała się zimą inaczej, niż latem.

Niebawem zaprzestano produkować lampy sodowe na prąd stały, rozpoczęto natomiast badania i próby nad lampami sodowymi na **prąd zmienny**. Okazało się wkrótce, że żywotność lam sodowych na prąd zmienny jest dłuższa, gdyż już w pierwszych okresach prób wynosiła ona 2000 godzin, i że nowoskonstruowane lampy na prąd zmienny były o wiele mniej wrażliwe na zmiany atmosferyczne.

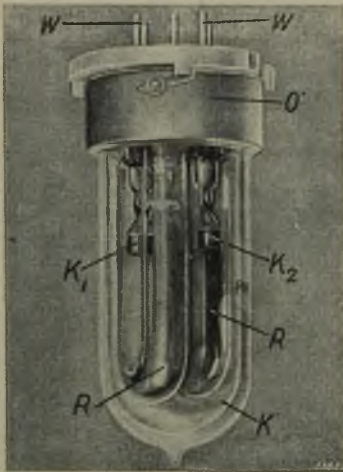
5. Lampa sodowa „Philora DA 5302“ na prąd zmienny.

Budowa lampy oraz jej schemat połączeń.

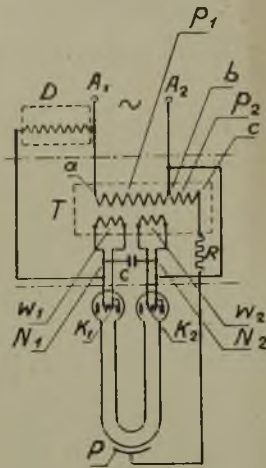
Następnym typem lampy sodowej zbudowanym przez firmę „Philips“ była „Philora DA 5302“ na **prąd zmienny** 220 V, dla przyłączenia do sieci w układzie równoległym. Moc tej lampy wynosiła 90 watów (wraz ze stratą w dodatkowej aparaturze — 105 watów), przyczem jej strumień świetlny wynosił 400 lumenów międzynarodowych. Po raz pierwszy zastosowano lampy te w instalacji oświetleniowej tunelu Schelde w Antwerpii, na jesieni 1933 r.

Pod względem budowy lampa „Philora DA 5302“ jest rurką szklaną, wygiętą w kształcie podwójnego U (rys. 10), wypełniona neonem i parą metalicznego sodu. Końce rurki R zaopatrzone są w **katody K₁ i K₂**, żarzone prądem zmiennym o niskim napięciu (ok. 2 woltów).

Prądu tego dostarcza mały transformator wbudowany w oprawę **O** lampy, gdzie umieszczone jest również urządzenie zapłonowe wytwarzające — przy załączeniu lampy na sieć — napięcie wyższe od napięcia sieci, a niezbędne, w ciągu kilku chwil, dla wywołania zapłonu.



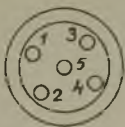
Rys. 10.
Pierwsza lampa sodowa zasilana prądem zmiennym (typ „Philora DA 5302“).



Rys. 11.
Schemat połączeń lampy „Philora DA 5302“.

Ze względu na ujemną charakterystykę lampy sodowej natężenie jej prądu musi być ograniczone za pomocą dławika (**D** — rys. 11). Na rys. 11 lampa typu „DA“ pokazana jest w sposób schematyczny, przyczem — dla uproszczenia — przedstawiono ją w kształcie pojedynczego **U**. Zaciski **A₁** i **A₂** są to zaciski sieci prądu zmiennego. Zacisk **A₁** połączony jest z katodą **K₁** po przez dławik **D**. Drugi natomiast zacisk — **A₂** — połączony jest z katodą **K₂** bezpośrednio. Uzwojenie pierwotne **p₁** transformatora żarzenia **T** połączone jest bezpośrednio z siecią prądu zmiennego w punktach **a** i **b**. Katody **K₁** i **K₂** czerpią prąd żarzenia z dwóch wtórnych uzwojeń **w₁** i **w₂** transformatora **T**. Pierwotne uzwojenie transformatora **T** przedłużone jest w postaci uzwojenia **p₂** (między punktami **b** i **c**), które po przez wysokoomowy opór **R** połączone jest z pomocniczą anodą **P** znajdującą się na zewnętrznej stronie szkła lampy.

Po przyłączeniu lampy do sieci pomocnicza anoda **P** otrzymuje wysokie napięcie względem katody **K₁**, wskutek czego następuje wyładowanie w gazie neonowym wypełniającym lampę sodową. W chwili załączenia lampy żaden prąd w tym obwodzie, praktycznie biorąc, nie przepływa, a to wskutek obecności oporu **R**. Na skutek tych wyładowań temperatura wewnątrz lampy powoli wzrasta i zgęszczony sód zaczyna parować, wobec czego wyładowanie odbywa się częściowo także w parze sodu; po kilkunastu minutach wyładowania zachodzą już wyłącznie w parze sodu.



Rys. 12.
Cokół lampy sodowej „Philora DA 5302“ (widok z góry).

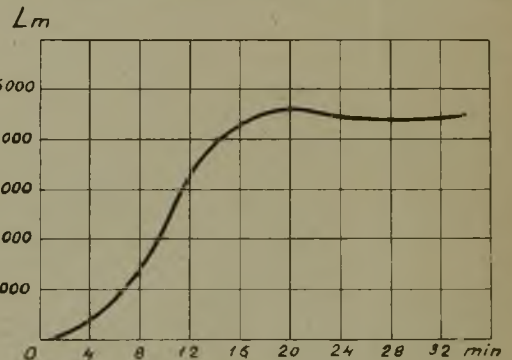
Między punktami **N₁** i **N₂** obwodu lampy włączony jest kondensator **C**, który służy do tłumienia ewentualnych zakłóceń w odbiorze radiowym, spowodowanych przez wyładowania zachodzące w lampie.

Jak widać z rys. 10, cokół lampy „DA 5302“ posiada 5 wtyczek kontaktowych (**W**) — po 2 dla każdej kato-

dy — oraz jedną — dla anody pomocniczej; ta ostatnia wtyczka umieszczona jest pośrodku (5 — rys. 12). Oprawka lampy składa się z płyty kontaktowej z 5-ma gniazdkami kontaktowymi. Lampa „Philora DA“ zaopatrzona jest w klosz (**K** — rys. 10) o podwójnych ściankach szklanych, z pomiędzy których wypompowano powietrze. Klosz ten umożliwia osiągnięcie określonej temperatury, niezbędnej do wywołania wyładowań w parze sodu. Dopóki lampa nie jest przyłączona do sieci, sód znajduje się w stanie stałym i zimnym — osadzony na ścianie wewnętrznej rurki. Dopiero na skutek wyładowań w neonie temperatura wzrasta, a podtrzymuje ją właśnie wspomniany wyżej klosz **K** (szkło próżniowe).

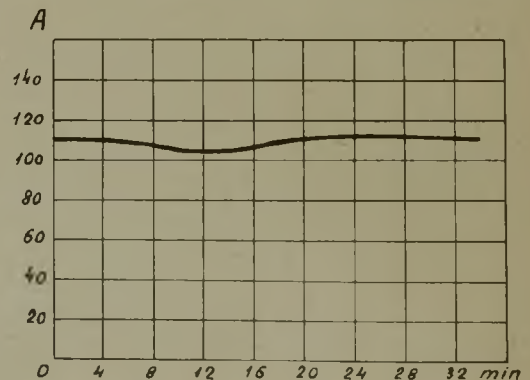
Czas nagrzewania lampy.

Lampa sodowa — po przyłączeniu jej do sieci — zachowuje się inaczej, niż żarówka i nie świeci się od razu pełnym światłem po włączeniu prądu. Sód bowiem ze stanu stałego powoli przechodzi w stan lotny, niezbędny dla spowodowania wyładowania elektrycznego.



Rys. 13.
Zmiany strumienia świetlnego lampy sodowej typu „DA“ w zależności od czasu nagrzewania lampy.

Zmiana strumienia świetlnego w lumenach — **L_m** — w czasie nagrzewania lampy pokazana jest na rys. 13; widzimy, że zmiany strumienia są powolne, gdyż dopiero po 14 minutach od chwili włączenia lampy na sieć jej strumień świetlny osiąga mniej — więcej 80% normalnej swej wartości, całkowitą zaś swą wartość normalną — po

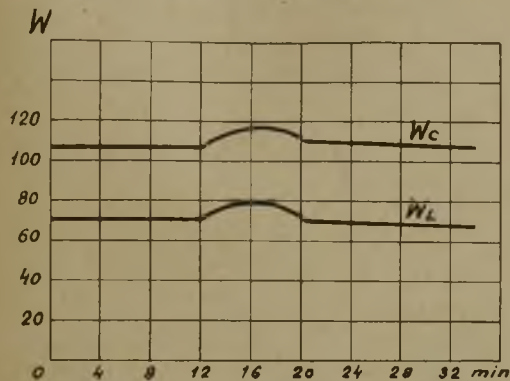


Rys. 14.
Zmiany natężenia prądu w lampie „DA“ w zależności od czasu nagrzewania lampy.

18 minutach. W ciągu tych kilkunastu minut słabo początkowo świecące wyładowanie czerwone, odbywające się w gazie neonowym, przechodzi w mocne wyładowanie żółte — przebiegające już w parze sodu.

Zmiany prądu i mocy są w czasie nagrzewania na ogół niewielkie. Rys. 14 podaje przebieg natężenia prądu

(w amperach — A), rys. 15 zaś — pobór mocy samej lampy (W_L) oraz pobór mocy całkowity (W_C) w czasie, następującym bezpośrednio po zapłonie lampy.

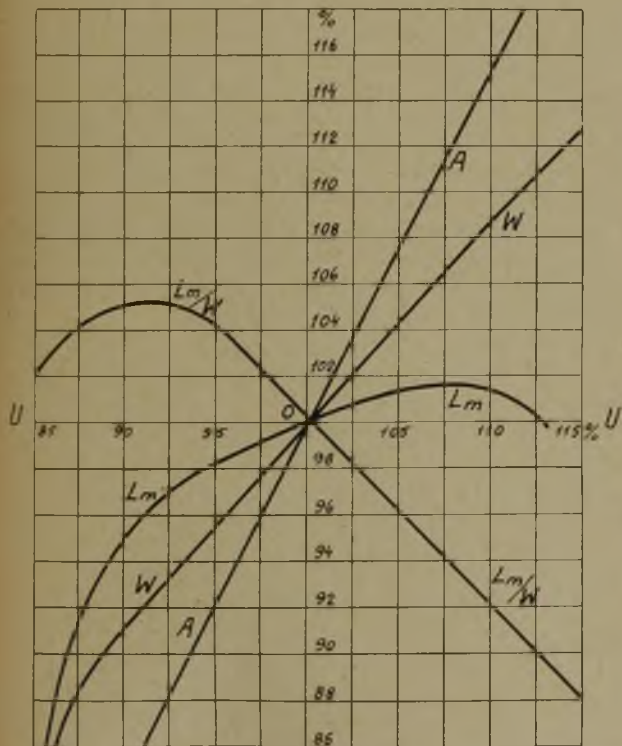


Rys. 15.

Zmiany poboru mocy W_L samej lampy oraz zmiany mocy całkowitej W_C lampy „DA” w zależności od czasu nagrzewania lampy (w minutach).

Wpływ wahan napięcia sieci.

Lampa „Philora DA”, jak i każda inna lampa jarzeniowa, odpowiednio reaguje na zmiany napięcia sieci. Na rys. 16 pokazane są charakterystyki lampy typu „DA”, przyczem wszystkie wielkości wyrażone są w wartościach względnych. Oś odciętych (pozioma) wyraża napięcie sieci U w procentach napięcia normalnego, przyczem 220 woltów przyjęto za 100% (O układu współrzędnych). Oś rzędnych (pionowa) wyraża w procentach: **prąd** (A),



Rys. 16.

Charakterystyki lampy sodowej „DA”.

moc (W), **strumień świetlny** (L_m) oraz **sprawność świetlną** (L_m/W). Z przebiegu krzywych wynika, że natężenie pobieranego przez lampę prądu (A) oraz pobrana moc (W) zmieniają się prawie proporcjonalnie do zmian napięcia U sieci. Inaczej natomiast zachowuje się strumień świetlny (L_m) lampy oraz jej wydajność świetlna (L_m/W).

Strumień świetlny przy wzroście napięcia początkowo wzrasta nieznacznie, a następnie maleje. Natomiast przy zmniejszaniu się napięcia sieci strumień świetlny początkowo maleje powoli, a następnie b. szybko.

Porównując charakterystykę lampy sodowej „DA” z charakterystyką zwykłej żarówki, łatwo zauważymy, że **strumień świetlny lampy sodowej jest stosunkowo niezczuły na wahania napięcia sieci**. Jeżeli więc np. napięcie sieci zmaleje o 10%, następuje tylko 5%-owy spadek natężenia światła lampy sodowej; w żarówce natomiast 33%-owy. Podobnie przy wzroście napięcia o 10% natężenie światła w lampie „DA” wzrasta zaledwie o 1%, wobec 41%-owego wzrostu w żarówce.

Sprostowanie. W zeszytcie 2/1938 r. „W. E.” na str. 62, lewa szpalta, 24-ty wiersz od góry zamiast: „w latach 1925, 1936 i 1937” powinno być: „w latach 1925, 1926 i 1927” co niniejszym prostujemy.

(C. d. n.)

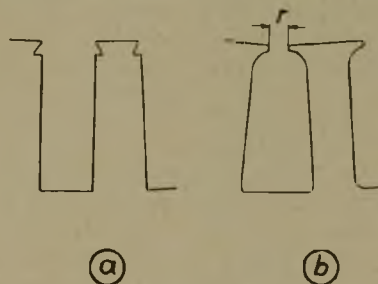
POPULARNA ELEKTROTECHNIKA

Uzwojenia maszyn prądu zmiennego.

(Ciąg dalszy).

Wykonywanie uzwojeń szablonowych w maszynach prądu zmiennego.

Sposób wykonania uzwojenia szablonowego zależy przede wszystkim od **kształtu żłobków**. W maszynach prądu zmiennego spotyka się zarówno żłobki otwarte (rys. 23-a), jak i żłobki półzamknięte — (rys. 23-b). Żłobki zupełnie zamknięte spotykamy w maszynach prądu zmiennego rzadko, i to wyłącznie w wirnikach silników asynchronicznych (indukcyjnych). Żłobki otwarte stosuje się coraz częściej w stojanach maszyn synchronicznych, szczególnie przy większych mocach. W silnikach asynchronicznych otwarte żłobki stosuje się dotychczas rzadko, i to jedynie przy b. dużych mocach.

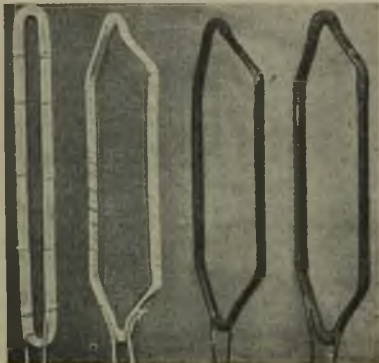


Rys. 23.

Profile żłobków w maszynach prądu zmiennego.

Przy żłobkach otwartych (rys. 23-a) uzwojenie szablonowe prądu zmiennego wykonane bywa zwykle, jako **uzwojenie dwuwarstwowe**, a więc podobnie, jak w tworniku maszyn prądu stałego. Układanie uzwojeń dwuwarstwowych w żłobkach otwartych odbywa się również zupełnie podobnie, jak przy nawijaniu tworników maszyn prądu stałego. Opis tych uzwojeń podany był, w swoim czasie, w „Wiadomościach Elektrotechnicznych” (zeszyty: 12/1937, str. 349 oraz 1/1938 r., str. 27), to też — dla uzupełnienia — podamy jedynie widok cewek dwuwarstwowego szablonowego uzwojenia maszyn prądu zmiennego

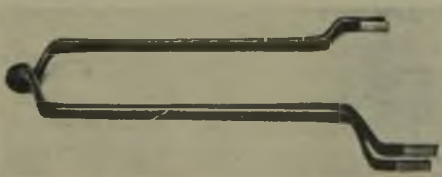
— (rys. 24 i 25). Jak widać, zezwoje te są izolowane oraz impregnowane. Wykonywanie izolacji zezwojów przed ułożeniem ich w żłobku pozwala na uzyskanie b. **dobrej izolacji**, dzięki czemu dwuwarstwowe uzwojenia szablonowe nadają się specjalnie do maszyn na wysokie napięcie (od 1.000 do 10.000 woltów).



Rys. 24.

Poszczególne fazy wykonania pętlicowej cewki dwuwarstwowego uzwojenia szablonowego.

Ze względu na stosunkowo bardzo niewielką szczelinę powietrzną*), żłobki w silnikach asynchronicznych są zarówno w stojanie, jak i w wirniku, półzamknięte. Utrudnia to w znacznym stopniu układanie w żłobkach gotowych zezwojów wykonanych uprzednio na specjalnym szablonie. To też przy żłobkach półzamkniętych poszczególne pręty, wchodzące w skład tego samego boku zezwojowego, wprowadzamy do żłobka po kolei przez szparę (r — rys. 23-b) rozdzielającą dwa sąsiednie zęby, obejmujące z obu stron dany żłobek (rys. 26).

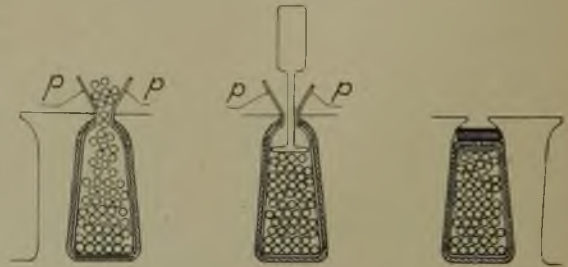


Rys. 25.

Podwójny zezwój falistego uzwojenia dwuwarstwowego maszyny prądu zmiennego.

Przy takim sposobie nawijania uzwojenia, średnica izolowanego przewodu nawojowego winna być mniejsza od szerokości r szpary między wierzchołkami sąsiednich zębów, tym bardziej, iż należy wprowadzić przez nią cienki papier lub preszpan mający na celu ochronę izolacji prętów zezwoju w czasie wsypywania ich do żłobka; brzegi zębów są bowiem ostre i kaleczyłyby izolację prętów podczas wsypywania ich do żłobków. Grubość papieru ochronnego (p — rys. 26) nie powinna przekraczać 0,2 mm. Średnica drutów wsypywanych do żłobka przez szparę winna więc być co najmniej o 0,5 do 0,6

mm mniejsza od szerokości r tej szpary, gdyż przewidzieć należy jeszcze pewien luz. Wewnątrz żłobka papier ochronny służy, jako t. zw. izolacja żłobkowa. Nie należy jednakże przypuszczać, że izolacja oddzielająca pręty zezwoju od żelaza składać się może wyłącznie z cienkiej warstwy tego papieru ochronnego. To też ścianki żłobka winny być dodatkowo wyłożone preszpanem, ceratką lub innym materiałem izolacyjnym, przycen grubość warstwy izolacyjnej należy uzależnić od wielkości napięcia znamionowego maszyny.



Rys. 26.

Wsypywanie prętów zezwojowych do żłobka poprzez szparę między zębami.

O ileby z obliczenia średnica drutu nawojowego wypadła zbyt wielka (większa od szerokości r szpary), wtedy należy zezwoje wykonać z kilku cieńszych drutów połączonych **równolegle**. Drut nawojowy należy przytem wybrać dostatecznie cienki — tak, aby przeszedł swobodnie przez szparę pomiędzy zębami i aby wsypywanie prętów do żłobka było ułatwione. Łączny przekrój przewodów połączonych równolegle winien być dostosowany do pełnego prądu w maszynie. Wszystkie przewody równoległe, tworzące ten sam zezwój, winny być **złutowane** ze sobą na obu końcach. Liczba przewodów równoległych w zezwoju nie powinna na ogół przekraczać 5, zbyt wiele bowiem rozdrabnianie uzwojenia komplikuje nawijanie i podraża maszynę, gdyż wzrastają koszty robocizny oraz miejsce zajęte przez izolację w żłobku. W jednowarstwowych uzwojeniach szablonowych przewód nawojowy (drut o przekroju kołowym) jest zwykle izolowany oprędem bawełnianym.

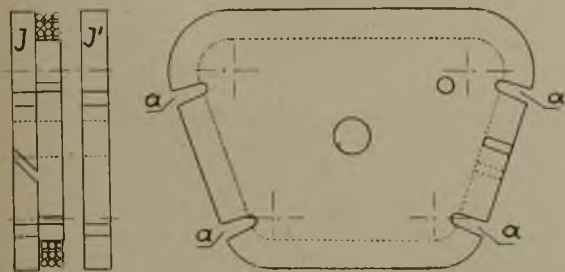
Poszczególne cewki tego uzwojenia wykonane są na trapezowym szablonie drewnianym pokazanym na rys. 27. Szablon ten zostaje przymocowany do głowicy t. zw. nawijarki, która jest specjalną maszyną w rodzaju tokarni, służącą do nawijania cewek. Liczbę zwojów nawiniętych na szablonie nawijaczka odczytuje na liczniku obrotów. Jak widać z rys. 27, szablon składa się z dwóch części **J** i **J'** z mocowanymi czterema śrubami; ma to na celu umożliwienie zdjęcia gotowej cewki z szablonu, na którym została nawinięta. Brzegi szablonu posiadają 4 poprzeczne wycięcia **a** (rys. 27) umożliwiające prowizoryczne związanie zezwoju taśmą. Wiązania prowizoryczne wypadają przytem na połączeniach czołowych zezwoju, części czynne zaś zezwoju (osadzone w żłobkach) pozostają zupełnie luźne.

Po wsypaniu wszystkich przewodów zezwoju do żłobka należy: odciąć wystające końce papieru ochronnego, zagiąć izolację żłobkową u wylotu żłobka i zakłonić go za pomocą cienkiego klina drewnianego (najlepiej nadaje się do tego celu drzewo bukowe) lub preszpanowanego.

Następnie należy bardzo starannie obizolować połączenia czołowe cewki za pomocą bawełnianej taśmy izolacyjnej. Trzeba nadać przytem cewkom ostateczny

*) Otwarte żłobki pociągałyby za sobą znaczny wzrost magnetycznej oporności szczeliny powietrznej, a co zatem idzie wzrost prądu magnesującego oraz spadek współczynnika mocy ($\cos \varphi$) silnika asynchronicznego. Dlatego też stosowanie żłobków otwartych jest możliwe w silnikach tych dopiero przy dużych mocach, przy których szczelina powietrzna jest już znacznie większa. W małych silnikach asynchronicznych wielkość szczeliny powietrznej wynosi niejednokrotnie 0,4 mm.

kształt, wykrepowując je zlekka w ten sposób, by ułatwić dostęp do sąsiednich żłobków. Przy izolowaniu połączeń czołowych należy zwrócić uwagę na to, iż w przypadku jednowarstwowych uzwojeń szablonowych połączenia czołowe zezwojów **różnych faz** stykają się ze sobą na całej niemal swej długości, wobec czego panuje mię-



Rys. 27.

Trapezowy szablon drewniany do wykonywania cewek uzwojenia jednowarstwowego.

dzy nimi pełne napięcie międzyprzewodowe. By uniknąć grożącego w tych warunkach przebicia izolacji między połączeniami czołowymi różnych faz, zakłada się między nie przekładki preszpanowe. Przebicie bowiem izolacji między połączeniami czołowymi różnych faz prowadzi do zwarcia międzyfazowego, a co zatem idzie do „spalenia” maszyny. Z powyższego wynika, iż uzwojenia takie **nie nadają się** do napięć wysokich, dlatego też nie stosuje się ich nigdy przy napięciach międzyprzewodowych powyżej 500 V.

Szablonowe uzwojenia jednowarstwowe wsypywane do żłobków półzamkniętych impregnowane są dopiero po nawinięciu maszyny — przez zanurzenie w lakierze impregnacyjnym wraz z żelazem magnetycznym oraz z korpusem maszyny. Ponieważ uzwojenia te stosuje się zwykle w małych i średnich maszynach, nie napotyka się pod względem impregnowania na żadne trudności.

Kolejność układania cewek uzwojenia jednowarstwowego została opisana na tym miejscu poprzednio *).

(C. d. n.).

NOWINY ELEKTROTECHNICZNE.

KABLE Z PORCELANY. Pierwsze typy kabli ziemnych, wykonane przed ok. 150 laty, zbudowane były zupełnie odmiennie od obecnie stosowanych. Nie znano wówczas jeszcze odpowiednich materiałów, odpornych na działania wilgoci, które dostatecznie chroniłyby kabel przed uszkodzeniami mechanicznymi, stanowiąc jednocześnie trwałą materiał izolacyjny. Pierwsze kable budowano w ten sposób, iż układano w ziemi koryta drewniane lub kamionkowe, a nawet rury żelazne, wewnątrz których miały być ułożone żyły miedziane. Po wciągnięciu żył miedzianych koryta lub rury zalewano masą asfaltową, woskiem i t. p. Tak wykonane pierwsze linie kablowe stosowane były dla połączeń telegraficznych a więc na niezbyt wysokie napięcia i natężenia prądów i pracowały wcale dobrze przez czas dłuższy.

Obecnie, jak wiadomo, kable ziemne izolowane są papierem nasączonym olejem mineralnym lub też warstwami gumy wulkanizowanej, zaś dla ochrony przed wnikaniem wilgoci do wnętrza kabla ułożonego w ziemi, naprasowuje się na rdzeń kabla szczelny płaszcz ołowia-

ny. Tak wykonane kable budowane są dzisiaj na najwyższe napięcia i największe natężenia prądu.

Nie mniej jednak na uwagę zasługuje **nowy typ kabla** ziemnego opracowany ostatnio przez znaną niemiecką fabrykę porcelany w Bawarii; jest to kabel wykonany z porcelany. Składa się on z szeregu rur porcelanowych wewnątrz których umieszczone są żyły metalowe; są to żyły aluminiowe, które, wciągnięte do porcelanowych rur, stanowią kabel ziemny wykonany całkowicie z niemieckich surowców krajowych, — w przeciwieństwie do kabli izolowanych gumą, czy też papierem impregnowanym, przy których niektóre surowce, wchodzące w skład kabla, muszą być sprowadzane z zagranicy.

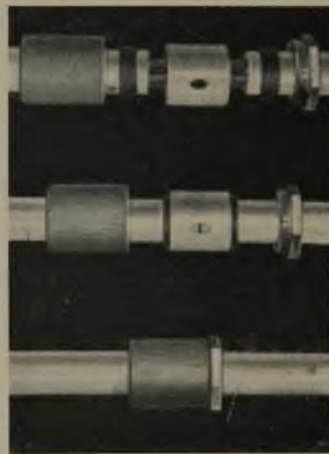


Rys. 1.

Widok porcelanowych rur z 4-ma kanałami.

Rury porcelanowe (rys. 1) posiadać mogą wewnątrz jeden lub więcej otworów — zależnie od liczby żył kabla. Są one wykonane z t. zw. twardej porcelany o wysokich właściwościach mechanicznych, nie ulegającej łatwo stłuczeniu i b. odpornej na uderzenia. Właściwości mechaniczne tego gatunku porcelany zbliżają się raczej do właściwości żelaza lanego i w niczym nie przypominają kruchości porcelany, z której wykonywane są filizanki i talerze.

Rury porcelanowe wewnątrz i zewnątrz posiadają polewę (glazurę). Długość rury wynosi od 1,50 do 2,00 m, wobec czego poszczególne odcinki rur muszą być ze sobą łączone. Połączenia te wykonane są przy pomocy specjalnego złącza (rys. 2) opracowanego dla tego typu kabla. Stanowi on mechanicznie silne połączenie, przyczem uszczelniony jest gumą i masą asfaltową, — dla uniknięcia niebezpieczeństwa wnikania wilgoci do wnętrza kabla. Przy układaniu takiego kabla w przygotowanym uprzednio rowie **rozwiła się w pierw wzdłuż trasy gołe żyły miedziane lub aluminiowe, poczem dopiero wciąga się na nie rury porcelanowe i złącza.** Ponieważ rury te mają kształt prosty, przeto dla przejścia na zakrętach trasy stosowane są specjalne kolanka wykonane z porcelany (rys. 3). Po wciągnięciu i ułożeniu kabla w rowie następuje uszczelnienie i zamontowanie złącza na poszczególnych odcinkach rur porcelanowych (rys. 2), poczem kabel zostaje przykryty cegłami lub płytami betonowymi.



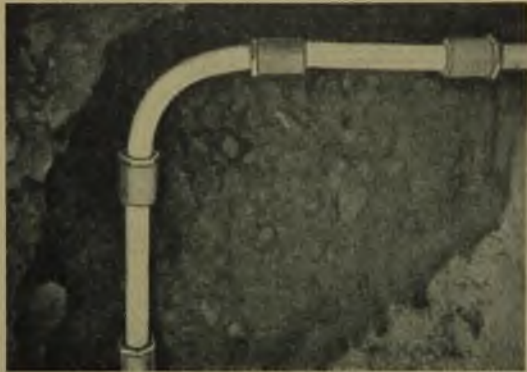
Rys. 2.

Poszczególne stadia wykonywania złącza porcelanowego kabla.

Dla kabli wielożyłowych niskiego napięcia do 1 kV stosowane są rury wielootworowe t. z. wewnątrz jednej rury znajdują się trzy lub cztery kanały (rys. 1) przez które przeciąga się poszczególne żyły metalowe kabla. Ścianki kanałów stanowią izolację między żyłami przyczem ich grubość dostosowana jest raczej do wymogów fabrykacyjnych, niż do naprężeń elektrycznych, które, jak wiadomo, w kablach niskiego napięcia są znikome. Średnica zewnętrzna rury porcelanowej dla kabla

*) Por. zeszyt 12/1937 r. „W. E.” str. 350 oraz zeszyt 1/1938 r., str. 26.

niskiego napięcia, posiadająca wewnątrz cztery kanały, a więc mogąca pomieścić 4 żyły kabla o przekroju 95 mm² wynosi ok. 50 mm. Dla kabli wysokiego napięcia okazało korzystniej prowadzić każdą fazę w osobnej rurze porcelanowej a to ze względu na pewne trudności w rozwiązaniu łączenia poszczególnych rur, które muszą wykazywać dostateczną wartość wytrzymałości na przecięcie także między poszczególnymi fazami.



Rys. 3.

Widok (z góry) ułożonego w ziemi kabla z porcelany na zakręcie trasy wraz ze złączami.

Wartości elektryczne wykonanej w ten sposób linii kablowej są bardzo dobre. Próby wytrzymałości mechanicznej rur porcelanowych wykazały, iż są one odporne na uderzenie do wysokości 3 kg/m, to znaczy, że nie pękają przy uderzeniu ciężara 1 kg spadającego z wysokości 3 m; wytrzymałość rur na zginanie wynosi 750 do 800 kg/cm²; wytrzymałość na zgniot — ponad 350 kg/cm². Szczelność muf łączących poszczególne długości rury okazała się również bez zarzutu, tak że kable tego typu mają być stosowane w Niemczech dla niektórych celów dla napięć do 6 kV włącznie. Przy wyższych napięciach występują pewne trudności ze względu na nieokreślony przebieg pola elektrycznego kabla — na skutek braku zewnętrznej osłony metalowej.

Kable tego typu są b. odporne na działanie kwasów, wytrzymują wysokie temperatury i umożliwiają obciążenie trwałe kabla do temp. 90° C. Ponieważ pierwsze linie kablowe tego typu ułożone zostały dopiero w lecie zeszłego roku, ostateczny sąd o nowym tym typie kabli ziemnych będzie można wydać dopiero po dłuższym czasie pracy.

Pod względem kosztów kable porcelanowe są na razie jeszcze droższe od normalnych kabli ziemnych w izolacji papierowej i płaszczu ołowianym — o 40 do 60%. Można się jednakże spodziewać, iż przez odpowiednie ulepszenie i uproszczenie w budowie złączy rur porcelanowych koszty kabli tych ulegną obniżce. Ze względu na oryginalny sposób rozwiązania konstrukcyjnego oraz zastosowanie wyłącznie niemieckich surowców krajowych opisany typ kabla zasługuje na uwagę.

(Mitteilungen der Rosenthal - Isolatoren G m. b. H. Zeszyt 32. Porzellankabel).

DODATKOWE OŚWIETLANIE KURNIKÓW. W zakresie usiłowań, zmierzających do przyniesienia realnych korzyści gospodarstwu rolnym przez zastosowanie elektryczności, godne uwagi jest dodatkowe oświetlenie kurnika w miesiącach zimowych.

Według miarodajnej opinii hodowców oświetlenie kurnika stwarza największą możliwość podniesienia nośności kur w zimie, przedłużając „dzień“ w okresie jesiennym i zimowym do 12 lub 13 godzin na dobę. Kury mają przez to możliwość pobierania większych ilości pokarmu i dzięki temu rozpoczynają nieść jaja już w zimie, gdy artykułu tego na rynku jest mało, cena zaś jego — stosunkowo wysoka. Warunkiem koniecznym do osiągnięcia dobrych wyników oświetlania kurnika jest więc prawidłowe i dostateczne żywienie kur.

Poniższe zestawienie ilustruje wpływ oświetlenia kurnika na nośność kur, zaobserwowany przez dwóch hodowców:

	bez dodat- kowego oświetl.	z dodat- kowym oświetl.
Pczątkowa liczba kur	100	100
Przeciętna liczba kur w okresie próby	98,2	96,3
Czas trwania próby w dniach	151	151
Liczba zniesionych jaj	4097	6046
Przeciętna liczba jaj na kurę	40,7	62,8

W przeprowadzonym doświadczeniu osiągnięto więc — dzięki dodatkowemu oświetleniu kurnika — wynik o 54% lepszy, niż bez tego oświetlenia. W sprawozdaniach z innych doświadczeń znajdujemy poprawę nośności kur w wysokości 30%. Należy zaznaczyć, że oświetlenie kurnika, począwszy od marca, nie wywiera żadnego wpływu na nośność kur.

Do oświetlenia kurnika wystarcza zazwyczaj jedna armatura z reflektorem o średnicy ok. 20 cm. zawieszona w ten sposób, aby oświetlała grzędy i przestrzeń, na której kury się karmi; żarówka o mocy 40 W wystarcza na ogół na 30 m² powierzchni kurnika. Szczególnie korzystne okazało się włączanie światła zrana o takiej porze, aby „dzień świetlny“ (czas oświetlenia sztucznego i naturalnego razem) trwał od 12 do 13 godzin. W okresie dodatkowego oświetlania kurnika należy się liczyć z liczbą od 400 do 500 godzin świecenia; zużycie energii elektrycznej w tym okresie wynosi przeciętnie od 0,6 do 0,8 kWh na 1 kurę przy 20 do 30 kur w kurniku.

Koszt instalacji elektrycznej jest zazwyczaj niewielki, zwłaszcza w tych gospodarstwach wiejskich, w których istnieje już elektryczne oświetlenie sąsiednich zabudowań (stajni, obory i t. d.). Zapalenie i gaszenie lampy w kurniku można dla wygody uskutecznić z mieszkania, prowadząc odpowiednie przewody, lub też za pomocą automatu zegarowego.

(Elektrizitätswirtschaft. Zeszyt 33/1937 r.).

NOWE URZĄDZENIA OŚWIETLENIA PUBLICZNEGO W PARYŻU. Z okazji Wystawy Międzynarodowej w Paryżu zmodernizowano oświetlenie niektórych ważniejszych arterij komunikacyjnych oraz ulic bardziej uczęszczanych, usuwając oprawy i źródła światła starego typu, istniejące od kilkudziesięciu lat, i zamieniając je na bardziej nowoczesne i lepiej dostosowane do potrzeb aktualnych. Na niektórych ulicach Paryża, jak np. Aleja Opery lub Aleja de Rivoli, umieszczono nowe oprawy na dawnych słupach; na innych natomiast ulicach, szczególnie zaś w pobliżu terenów Wystawy, zainstalowano nietylko nowe źródła światła, lecz nowe armatury umieszczono na nowo ustawionych słupach. Zewnętrzne szkło tych armatur prawie wszędzie obrano okrągłe (sferyczne) przy czym — mimo zewnętrznego podobieństwa — armatury te wywołują częstokroć różne efekty, zależnie od układu umieszczonych wewnątrz pryzmatycznych szkła i reflektorów.

Na ciemniejszych odcinkach ustawiono armatury zawierające po dwa źródła światła: jedno żarowe — do oświetlenia drogi, drugie zaś — rtęciowe — do oświetlenia drzew (rys. 4).

Omówimy pokolei nowe instalacje oświetleniowe czterech dużych arterij Paryża, co pozwoli nam na zorientowanie się w różnorodności typów opraw oświetleniowych.

Corso Królowej oraz Aleja Alberta I-go. Corso Królowej i Aleja Alberta I-go oświetlone są za pomocą żarówek o mocy 500 watów, umieszczonych w sferycz-



Rys. 4.

Widok sferycznej oprawy umieszczonej na latarni.

nych oprawach na latarniach o wysokości 4,5 m (rys. 1). Odległość między sąsiednimi latarniami wynosi 42 m.

Aleja Prezydenta Wilsona. Aleję tę zaopatrzone w rozpraszacze sferyczne, wewnątrz których umieszczono specjalne lustra. Rozpraszacze wysunięto na 2,5 m od latarni w kierunku osi alei i umieszczono na wysokości 9 m. Moc żarówek umieszczonych wewnątrz rozpraszaczy wynosi 750 watów. Słup latarni posiada przekrój krzyżowy i oświetlony jest 4-ma reflektorami o mocy 75 watów, umieszczonymi w dolnej części słupa; odległość między sąsiednimi latarniami wynosi 40 m (rys. 5).



Rys. 5.

Widok oświetlenia Alei Prezydenta Wilsona za pomocą nowoczesnych armatur.

Aleja Henri Martin. Aleja Henri Martin'a oświetlona kulami dwóch typów. W jednym z nich kula podzielona jest na dwie części przegrodą (rys. 6); w części dolnej kuli umieszczona jest, w reflektorze, żarówka o mocy 300 W; w części górnej natomiast umieszczona jest lampa ręciovą o mocy 250 W, przeznaczona do oświetlenia liści drzew itd. Wysokość źródeł światła wynosi 4,5 m, odległość zaś między sąsiednimi źródłami światła — 42 m. Drugi typ opraw zaopatrzone w żarówki o mocy 300 watów.



Rys. 6.

Widok nowoczesnej armatury w postaci kuli podzielonej na dwie części.

zmatycznego. Kule te zainstalowano na dawniej istniejących latarniach, na wysokości 5 m; wzajemna odległość źródeł światła wynosi 32 m. Arkady oświetlono żarówkami 150-watowymi, umieszczonymi w kulach ze szkła opalowego na wysokości 3,8 m.

(BIP. Zeszyt 104/1937 r.).

SKRZYŃKA TECHNICZNA.

Od Redakcji:

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

„PRENUMERATOR Z GRABOWA“. Pytanie Jak należy obliczać prąd wzbudzenia w cewkach magnesujących prądnicy bocznikowej prądu stałego? Chodzi mianowicie o dwie prądnice bocznikowe, o następujących danych: prądnica I: 2,8 A; 220 V; 700 obr/min, — prądnica II: 4,7 A; 220 V; 2000 obr/min.

W podręczniku „Elektryk“ podany jest przykład obliczenia prądnicy, której prąd obciążenia wynosi 600 A. Prąd magnesujący (wzbudzenia) i_m podany został tam w granicach od 1 do 5% prądu obciążenia, przyczem przyjęto dla tej prądnicy i_m jako równy $0,02 \times 600 = 12$ A — czyli 2% prądu obciążenia.

Odpowiedź. Przytoczone przez Pana orientacyjne liczby, podane w „Elektryku“, są na ogół zupełnie zgodne z praktyką. Służą one jednakże tylko do oszacowania wielkości prądu wzbudzającego (bocznikowego) przy obliczeniach wstępnych — nie mogą natomiast służyć do dokładnego obliczania uzwojenia magnesującego w prądnicy bocznikowej. Liczby te mogą nam się przydać, gdy chcemy np. zorientować się, jaki należy zastosować opornik regulacyjny w obwodzie bocznikowym prądnicy, lub też — na jaki zakres załączyć mamy amperomierz do obwodu bocznikowego. Dane te jednak wymagają omówienia, bez którego niepodobna trafnie ich stosować w praktyce, a to ze względu na wchodzące tu w grę stosunkowo szerokie granice.

Zależnie od rodzaju maszyny, od jej budowy, intensywności chłodzenia, a głównie od jej wymiarów, a więc zależnie od wielkości mocy maszyny oraz liczby jej obrotów, — procentowa wielkość prądu magnesującego waha się w granicach od 1 do 10% prądu obciążenia, — a więc nawet w nieco szerszych granicach, niż to podane zostało w „Elektryku“. Mniejsze wartości procentowego prądu magnesującego odpowiadają maszynom o b. dużej mocy, — większe — maszynom małym o małej mocy. O ile chodzi o chłodzenie, to przy lepszym chłodzeniu maszyny procentowy prąd bocznikowy jest raczej większy, aniżeli przy mniej intensywnym jej chłodzeniu.

Przykład podany w podręczniku „Elektryk“ dotyczy prądnicy o dużej mocy (300 kW), to też przyjęto dla niej prąd magnesujący $i_m = 2\%$ J. Przykłady natomiast podane przez Pana w Jego pytaniu dotyczą maszyn małej mocy, a zatem prąd magnesujący i_m będzie w nich stosunkowo duży. Mocy obu podanych przez Pana prądnic prądu stałego są następujące:

— I prądnica: $P_I = 2,8 \times 220 = 615$ W; obroty prądnicy $n_I = 700$ obr/min;

— II prądnica: $P_{II} = 4,7 \times 220 = 1000$ W; obroty prądnicy $n_{II} = 2000$ obr/min.

Jak wiadomo, o wymiarach maszyny elektrycznej decyduje stosunek znamionowej mocy do liczby obrotów. Im większy jest ten stosunek, tym większe są wymiary maszyny. Dla obu powyższych prądnic stosunek mocy do liczby obrotów jest różny i wynosi:

$$\frac{P_I}{n_I} = \frac{615}{700} = 0,85; \quad \frac{P_{II}}{n_{II}} = \frac{1000}{2000} = 0,5.$$

Wynika stąd, że prądnica I — wolnobieźna — będzie posiadać większe wymiary od prądnicy II — szybkobieźnej, — pomimo, iż moc jej jest mniejsza. O ile więc zewnętrzna średnica twornika prądnicy I wyniesie np. ok. 11 cm, to dla prądnicy II wielkość ta wyniesie będzie ok. 9,5 cm. A zatem więcej będzie żelaza do magnesowania w maszynie I, większy więc będzie w niej prąd

magnesujący i_m . O ile więc w prądnicę II*) — ze względu na stosunkową niewielką jej moc, prąd magnesujący wynosić będzie ok. 5% całkowitego prądu obciążenia, czyli

$$i_{mII} = 0,05 \times 4,7 = 0,25 \text{ A,}$$

o tyle w prądnicę I prąd magnesujący będzie nieco większy. Założmy, iż jego wielkość wyniesie ok. 0,28 A. Procentowa wielkość prądu magnesującego wolnobieżnej prądnicy I wyniesie zatem:

$$i_{mI} (\%) = \frac{0,28}{2,8} \times 100 = 10\%,$$

czyli dwa razy więcej niż w szybkobieżnej prądnicę II. Przybliżony sposób obliczenia uzwojenia bocznikowego (magnesującego) dla dwubiegunowego silniczka prądu stałego znajdzie Pan w zeszytce 5 1936 r. „W. E.”, str. 141. *inż. H. N.*

p. S — N JÓZEF. Pytanie. W jaki sposób można przeszkodzić w otrzymaniu koncesji na prowadzenie przemysłu instalacji elektrycznych dla siły i światła o niskim napięciu przez osobę, która nie posiada żadnych absolutnie kwalifikacji w tym kierunku? Zdarzył się bowiem wypadek, że osoba taka otrzymała tego rodzaju zezwolenie z Województwa, pomimo, że przepisy mówią zupełnie co innego.

Odpowiedź. Pytanie Pana o tyle nie jest dość jasne, że nie wiemy, czy chodzi Panu o to, w jaki sposób można wpłynąć na nieudzielenie koncesji osobie nieodpowiadającej wymaganiom przepisów, czy też o cofnięcie koncesji już udzielonej takiej osobie. W pierwszym przypadku należy interweniować u władzy, która udziela koncesję t. j. u władzy przemysłowej I instancji. O ile by to nie odniosło skutku, należy odwołać się do władzy przemysłowej II instancji.

W wypadku zaś, jeżeli koncesja została już udzielona, prawo przemysłowe nie przewiduje cofnięcia koncesji wskutek niewłaściwego jej udzielenia. *inż. J. S.*

„PE-DE“. Pytanie. Proszę o podanie zasady działania trójfazowego silnika asynchronicznego ze szczegółowymi wykresami wektorowymi.

Odpowiedź. Szczegółowy opis zasady działania trójfazowego silnika asynchronicznego w ujęciu wektorowym zasadniczo nie nadaje się do omawiania na łamach „Skrzynki Technicznej” i dlatego też zmuszeni jesteśmy prosić Pana odmówić. Wykład teorii silnika indukcyjnego w ujęciu wektorowym znajdzie Pan zresztą w książce prof. M. Pożaryskiego p. t. „Maszyny elektryczne i prostowniki” (str. 260 i nast.). *Re.*

p. inż. S. N. Pytanie. W zeszytce 10 „Wiadomości Elektrotechnicznych” z r. 1937 znalazłem w „Nowinach Elektrotechnicznych” wzmianę o nowym typie ogniwa galwanicznego o pojemności ok. 2500 amperogodzin. Proszę o podanie mi bliższych szczegółów o tym ogniwie oraz o wskazanie, gdzie można ogniwo takie nabyć.

Odpowiedź. Omawiane ogniwo, zwane „Le Carbone” lub „AD” składa się z elektrody węglowej i cynkowej, umieszczonych w elektrolicie, który stanowi roztwór sody kaustycznej. Całość mieści się w szklanym słoju o wys. 30 cm. i średn. 17,5 cm., powierzchnia elektrolitu zalana jest oliwą specjalnego gatunku.

Na rys. 1 pokazane są wszystkie składowe części ogniwa, a mianowicie: a — szklane naczynie ogniwa; b — porcelanowa pokrywa z otworami dla zamocowania elektrod i wlewania elektrolitu oraz oliwy; c — elektroda węgla (dodatnia); d — elektroda cynkowa (ujemna); e — preparat oliwy do zalewania elektrolitu; oraz f — preparat sody kaustycznej w ilości, odpowiadającej jednemu wyładowaniu ogniwa (jednej elektrodzie cynkowej).

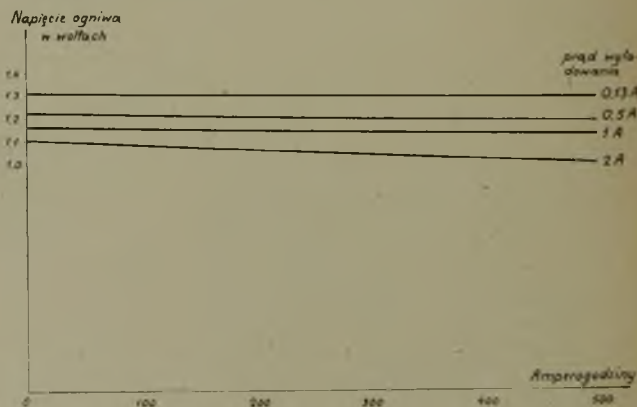
Pojemność omawianego ogniwa wynosi dla jednej elektrody cynkowej 500 Ah (amperogodzin). Elektroda węglowa wystarcza na 5 wymian elektrod cynkowych (i elektrolitu), odpowiada zatem pojemności 2500 Ah. Obok

obrzymiej w stosunku do innych galwanicznych pojemności ogniwa (baterie suche typu kieszonkowego posiadają pojemność ok. 1 Ah; ogniwa Leclanche'a zmormalizowane — mają pojemność mokre: 36 Ah, nalewne i suche: 45 ÷ 17 Ah, — zależnie od typu oraz sposobu wyładowania). Odznacza się ono także znaczną stałością



Rys. 1.
Widok ogniwa wraz z częściami składowymi (opis w tekście).

napięcia; siła elektromagnetyczna tego ogniwa wynosi 1,48 ÷ 1,50 V. Napięcie zmienia się w miarę wyładowania ogniwa w sposób, jak widzimy z wykresów, podanych na rys. 2, bardzo nieznaczny. Wynosi ono: przy wyładowaniu ogniwa prądem 0,13 A przeciętnie ok. 1,28 woltów przy wyładowaniu prądem 0,5 A — ok. 1,18 V; przy wyładowaniu prądem 1,0 A — ok. 1,13 V, oraz przy wyładowaniu prądem 2,0 A — ok. 1,00 V. Maksymalny pobór prądu przez kilka godzin dziennie może wynosić do 3 A., przebiegiem zaś — 5 A. Oporność wewnętrzna ogniwa wynosi ok. 0,12 do 0,15.



Rys. 2.
Przebieg wyładowania ogniwa.

Zaletami omawianego ogniwa są: jego wielka pojemność, duża stałość napięcia (niezależnego także od wpływów zewnętrznych, jak temperatura, wilgoć) oraz niewielki koszt 1 amperogodziny. Wadę stanowi stosunkowo znaczna cena ogniwa.

Ogniwa te nadają się zasadniczo we wszystkich tych wypadkach, gdzie chodzi o stosunkowo duży pobór prądu, przy czym nie mamy możliwości korzystać z energii elektrycznej z sieci prądu silnego. Stosowane są też one w szeregu urządzeń sygnalizacyjnych, alarmowych i zabezpieczeniowych.

Adres firmy, która produkuje w kraju ogniwa „Le Carbone” (wg. licencji zagranicznej) — podajemy Panu listownie. *inż. P. J.*

„ELEKTRO“ Poznań, ul. Stroma 23. Pytanie. Chodzi o ujemny wpływ nierównych pod względem liczby zwojów cewek magnesowych biegunów na pracę maszyny prądu stałego.

*) Bierzymy najpierw pod uwagę prądnicę II, gdyż jej obroty są w stosunku do mocy oraz ze względu na wykorzystanie zupełnie normalne, natomiast prądnicę I jest, jak na swoją moc, maszyną wybitnie wolnobieżną.

Czy istnieją przyrządy, wzgl. metody pomiarowe, pozwalające stwierdzić w sposób niezbity, czy bieguny danej maszyny pod względem strumienia magnetycznego są w porządku, o ile odwiniecie cewek magnesowych nie wchodzi w rachubę?

Pomiar poszczególnych cewek magnesowych na spadku napięcia nieokreślenie usuwa te wątpliwości, gdyż można sobie nieobrazić, że cewki — np. wskutek niefachowej naprawy — posiadają różne przekroje i liczby zwojów, a mimo to wykazują jednakowy spadek napięcia.

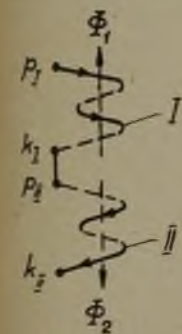
Odpowiedź. Przyczyną nierówności strumieni magnetycznych poszczególnych biegunów maszyny prądu stałego może być albo niesymetria obwodu magnetycznego (np. wskutek nierówności szczelin powietrznych między biegunami a wirnikiem, na skutek wad w odlewie jarzma i t. p.) albo nierówność amperozwojów poszczególnych biegunów. Istnieją dokładne, lecz na ogół kosztowne przyrządy do pomiarów strumienia magnetycznego — t. zw. „fluxmetry“. Adres wytwórni produkującej te przyrządy podajemy Panom listownie.

Jako przyrząd prosty, pozwalający mierzyć gęstość strumienia magnetycznego w szczelinie powietrznej maszyny, można wymienić t. zw. spiralę bizmutową. Opisu spirali nie podajemy, gdyż zajęłoby to zbyt dużo miejsca, zresztą mogą Panowie zwrócić się w tej sprawie bezpośrednio do firmy, której adres również podajemy. W Poznaniu spiralę taką posiada pracownia elektrotechniczna Państwowej Wyższej Szkoły Budowy Maszyn i Elektrotechniki, ul. Bergera 5.

Ponieważ z wadami w odlewach spotykamy się dziś już stosunkowo rzadko, szczeliny zaś pod biegunami można wyregulować za pomocą żelaznych blaszek między jarzmem a pieńkami biegunów, — możemy przy sprawdzaniu symetrii magnetycznej maszyny ograniczyć się naogół do sprawdzenia liczby zwojów uzwojeń wzbudzających (mowa o uzwojeniu bocznikowym).

Sprawdzenie na spadek napięcia za pomocą prądu stałego nie jest, jak słusznie Panowie zaznaczają, całkowicie miarodajne, i to nie tylko ze względów, o których mowa w zapytaniu. O ile bowiem uzwojenie jednego bieguna maszyny składa się np. z dwóch cewek, z których jedna nawinięta jest w prawo, a druga w lewo, wówczas przy połączeniu końca k_1 (rys. 3) pierwszej cewki z początkiem p_{II} drugiej otrzymamy przeciwne działanie cewek, gdyż wywołane przez nie strumienie magnetyczne Φ_1 i Φ_2 znoszą się — w większym lub mniejszym stopniu, zależnie od liczby zwojów tych cewek. Otóż pomiar prądem stałym tego nie wykryje.

O wiele już pewniejszy będzie pomiar spadków napięć na poszczególnych cewkach przy załączeniu całego uzwojenia wzbudzającego na sieć prądu zmiennego. Wówczas bowiem prąd ma do pokonania nie tylko t. zw. opór rzeczywisty („omowy“), lecz przede wszystkim opór indukcyjny, zależny — przy jednakowym kształcie cewek od liczby zwojów.



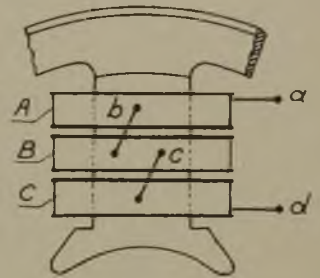
Rys. 3. Działanie strumieni przy połączeniu przeciwnym cewek magnesujących.

Dla zobrazowania powyższego przytoczymy przykład. Przedmiot badania: maszyna prądu stałego, czterobiegunowa. Uzwojenie każdego z jej biegunów składa się z trzech cewek magnesujących połączonych ze sobą w szereg, jak to pokazane jest na rys. 4; liczba zwojów każdej z tych cewek wynosi 282. Uzwojenia poszczególnych biegunów maszyny połączone są ze sobą w szereg. Całkowity opór uzwojenia magnesującego mierzony prądem stałym wynosi 22 omy. Przy załączeniu tego uzwojenia (przy wyjętym wirniku) na sieć prądu zmiennego o napięciu 220 V płynie prąd o natężeniu 0,35 A. Spadki napięć na uzwojeniach każdego z biegunów (a więc na zaciskach a—d, rys. 4) podaje wiersz 1-szy tabeli I.

Po wyłączeniu jednej cewki magnesującej na biegunie II otrzymamy rozkład napięć na cewkach magnesujących poszczególnych biegunów taki, jak to podane

jest w wierszu 2-im tabeli I. Wiersz 3-ci tej tabeli zawiera rozkład napięć przy przeciwnym włączeniu jednej z cewek na tymże biegunie II. W 4-ym wierszu podane są napięcia na cewkach biegunów przy dowieńczeniu na rdzeniu bieguna I 20-tu zwojów w kierunku zgodnym z kierunkiem nawinięcia cewek, umieszczonych na tym biegunie. Wiersz 5-ty wreszcie podaje napięcia na cewkach przy załączeniu tychże 20-tu zwojów w kierunku przeciwnym.

Zestawiając ze sobą wiersze 1, 4 i 5 tabeli I, widzimy, że już zmiana liczby zwojów jednego bieguna wynosząca ok. 2,5% daje się wykryć w sposób wyraźny, — o ile oczywiście, posiadamy dokładny woltomierz na prąd zmienny.



Rys. 4. Układ 3-ch cewek magnesujących na wspólnym biegunie.

Tabela I.

L. p.	Spadki napięcia na uzwojeniach poszczególnych biegunów				Natężenie prądu
	Biegun I	Biegun II	Biegun III	Biegun IV	
1	52,1 V	52,7 V	53,7 V	53,0 V	0,35 A
2	59,4 V	31,0 V	60,8 V	59,8 V	0,40 A
3	65,5 V	10 V	68,0 V	67,0 V	0,45 A
4	54,8 V	51,5 V	52,5 V	51,8 V	—
5	50,6 V	52,7 V	54,0 V	53,2 V	—

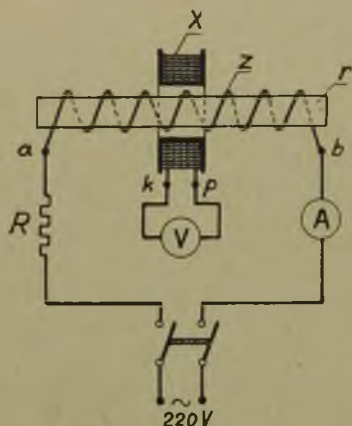
Należy zaznaczyć, że o równości zwojów poszczególnych cewek bieguna nie można sądzić na podstawie zmierzonych na tych cewkach spadków napięć przy prądzie zmiennym, cewki te bowiem znajdują się w niejednakowych warunkach magnetycznych. Tak np. zmierzony na biegunie I pomiędzy zaciskami a i d spadek napięcia u w wysokości 52,1 V rozkłada się na poszczególne cewki A, B i C tego bieguna w nierówny sposób, a mianowicie cewka A: $u_{ab} = 19$ woltów; cewka B: $u_{bc} = 18$ woltów oraz cewka C: $u_{cd} = 15,1$ V, — pomimo, że liczba zwojów każdej z tych cewek jest ściśle jednako-
wa.

O ile wyjęcie cewek z maszyny nie nastęrcza większych trudności, można zastosować metodę dokładniejszą. W tym celu należy wykonać rdzeń r z wąskich pasków blachy twornikowej o długości ok. 80 do 50 cm., oklejonych papierem izolacyjnym; przekrój rdzenia ma wynosić ok. 10 cm². Na całej długości rdzenia umieszczone jest uzwojenie magnesujące z (rys. 5). Uzwojenie to, połączone w szereg z oporem R, załączone jest na sieć prądu zmiennego. Badaną cewkę X (wyjętą z biegunów maszyny) nasuwamy na rdzeń r, umieszczając ją dokładnie w środkowym jego położeniu (rys. 5); do końców p—k cewki X załączamy woltomierz V. Przepływający przez uzwojenie z prąd zmienny wytwarza zmienny strumień magnetyczny, który wznica w cewce X pewne napięcie, proporcjonalne do jej liczby zwojów, — t. zn., że, im więcej zwojów cewka ta posiada, tym większe napięcie zostanie w niej wzniesione. Można tak dobrze wielkość oporu R oraz liczbę zwojów z na rdzeniu r, aby wskazania woltomierza V były łatwe do odczytania.

Badając w ten sposób po kolei każdą z wyjętych cewek magnesujących uzwojenia bocznikowego (z zachowaniem niezmiennego napięcia sieci, oporu R oraz jednakowego położenia badanej cewki na rdzeniu r), możemy — na podstawie wskazań woltomierza V — wnioskować o równości lub nierówności liczby zwojów badanych cewek.

Podamy konkretny przykład. Rdzeń z 60 pasków blachy maszynowej o grubości 0,5 mm, jednostronnie

oklejonej papierem izolacyjnym; wymiary pasków 30×500 mm.; uzwojenie magnesujące z na rdzeniu: ok. 600 zwojów; drut $0,5/0,75$ mm. Jako oporu R użyto żarówki $220V$ o mocy $200 W$; prąd w uzwojeniu z , przy załączeniu jego w/g schematu rys. 5, ok. $1 A$. Na zaciskach badanej cewki X o liczbie zwojów 1800 zmierzono napięcie ok. $80 V$. Napięcie na zaciskach $a - b$ ok. $25 V$.



Rys. 5.
Układ do badania cewki magnesującej.

Przy b. dużej liczbie zwojów w badanej cewce X opór R należy zwiększyć, przy mniejszej — zmniejszyć. Ponieważ pomiar napięcia trwa b. krótko, — można w uzwojeniu z dopuścić dużą gęstość prądu — do $10 A/mm^2$, a nawet więcej.

Posiadając cewkę o z nanej liczbie zwojów Z , możemy przez pomiar napięcia U_z na tej cewce oraz na cewce badanej U_x określić z dość dużą dokładnością liczbę zwojów X tej ostatniej — ze wzoru:

$$X = Z \times \frac{U_x}{U_z}$$

Kształt cewki wzorcowej o liczbie zwojów Z powinien być przytem możliwie zbliżony do kształtu cewki badanej.

inż. E. J.

BIBLIOGRAFIA

ELEKTRYCZNE PRZYRZĄDY POMIAROWE. Inżynier - elektryk Tadeusz Kuliszewski. Warszawa 1938 r., str. 214, rys. 194, tabl. 11. Cena zł 4 gr 80. Skład główny w Księgarni J. Lisowskiej, Warszawa, Al. Jerozolimskie 15.

W grudniu ub. r. ukazała się, jako tom V „Biblioteki Montera i Technika Elektrycznego“ pod powyższym tytułem książka, poświęcona elektrycznym przyrządom pomiarowym. Książka ta stanowi dość bogaty opis budowy, zasady działania i zastosowania częściej używanych elektrycznych przyrządów w pomiarowych, jak: amperomierz, woltomierz, watomierz, omomierz oraz wskaźniki: częstotliwości, współczynnika mocy, kolejności faz i temperatury. Omówione są w niej pozatem

układy pomiarowe do mierzenia oporności i napięcia.

Omawianą książkę, jako przeznaczoną w zasadzie dla monterów i techników, — cechuje duża przystępność ujęcia tematu; mimo to może stanowić ona źródło wielu cennych wiadomości z zakresu przyrządów pomiarowych także i dla inżyniera, tym bardziej, że jest to pierwsza badająca w naszej literaturze publikacja książkowa, poświęcona elektrycznym przyrządom pomiarowym.

Pisana z dużym znanstwem tematu książka wyróżnia się przejrzystością układu, umiejętnym rozplanowaniem treści oraz starannym doбором przykładów. Na wstępie autor podaje krótki przegląd zasadniczych wielkości elektrycznych, opisując ogólną zasadę budowy elektrycznych przyrządów pomiarowych, poczem przechodzi do rozważań nad dokładnością wskazań przyrządów oraz do podziału przyrządów według ich przeznaczenia, zastosowania, dokładności wskazań i zasady budowy. Następne rozdziały zawierają opis zastosowania przyrządów (sposób obchodzenia się z przyrządami, kontrola wskazań) oraz budowy poszczególnych części przyrządów (obudowa zewnętrzna, magnesy, układy ruchome, urządzenia tłumiące, wskaźniki, skale i t. p.).

Szereg dalszych rozdziałów poświęca Autor szczegółowemu opisowi **przyrządów różnego typu** w zależności od konstrukcji i zasady działania przyrządu, a więc: przyrządom z ruchomym magnesem, przyrządom elektromagnetycznym, przyrządom z ruchomą cewką (Deprez — d'Arsonvala), przyrządom elektrodynamicznym, indukcyjnym, a wreszcie przyrządom cieplnym, elektrostatycznym i rezonansowym.

Osobny rozdział omawia szczegółowo różne **układy pomiarowe** stosowane do mierzenia oporności. Oddzielne rozdziały poświęcone są przyrządom rzadziej stosowanym, specjalnym oraz przyrządom rejestrującym (samopiszącym).

Na zakończenie Autor podaje **opis wzorcowania** przyrządów pomiarowych.

Pisana stylem jasnym, ilustrowana rysunkami umiejętnie dobranymi i starannie wykonanymi, omawiana książka stanowić niewątpliwie będzie nie tylko podręcznik niezbędny dla techników, mających bliższą styczność z elektrycznymi przyrządami pomiarowymi, lecz także interesującą i pożyteczną lekturę dla każdego elektrotechnika. Wypełni ona w pewnej mierze dotkliwą lukę, jaką w dziedzinie elektrycznych przyrządów pomiarowych oddawna odczuwaliśmy w naszej literaturze technicznej.

Za przemyślane i interesujące ujęcie tematu należą się Autorowi słowa pełnego uznania. Szkoda tylko iż — skrępowany prawdopodobnie objętością wydawnictwa — nie omówił Autor w swej książce niektórych skądinąd interesujących przyrządów pomiarowych typu bardziej specjalnego, jak galwanometrii balistyczne i wiibracyjne, oscylografi, mierniki pola i strumienia magnetycznego, impulsografy, aczkolwiek podał opis pyrometrów, które nie są wszakże miernikami wielkości elektrycznych.

inż. J. P.

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

WARUNKI PRENUMERATY:

kwartalnie Zł 3.—
półrocznie „ 6.—
rocznie „ 12.—
za zmianę adresu
(naczkami pocztowymi) do 50 gr.

Adres Redakcji i Administracji: Warszawa, ul. Królewska 15,
telefon 522-54

Biurowo 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