ZWIEDZAJCIE NASZE STOISKO NA WYSTAWIE SEP

W POLITECHNICE WARSZAWSKIEJ 11 — 19 CZERWCA r. b.

Będziecie zdumieni

zakresem i jakością krajowej produkcji

Znajdziecie u nas wszystko, co Was interesuje

od najprostszego złącza do najbardziej skomplikowanego automatu

Każcie zademonstrować sobie

nasze najbardziej nawoczesne

wyłączniki samoczynne dla ochrony silników i światła — typy „KM", „VHt" i „US"

Produkcja w kraju wg. licencji światowej firmy

Voigt & Haeffner

Własne laboratorja:

napięciowe	**do**	**300.000 V**
prądowe	**do**	**16.000 A**
mechaniczne	**do**	**15.000 Kg**

FABRYKA APARATÓW ELEKTRYCZNYCH

S. KLEIMAN i S-wie

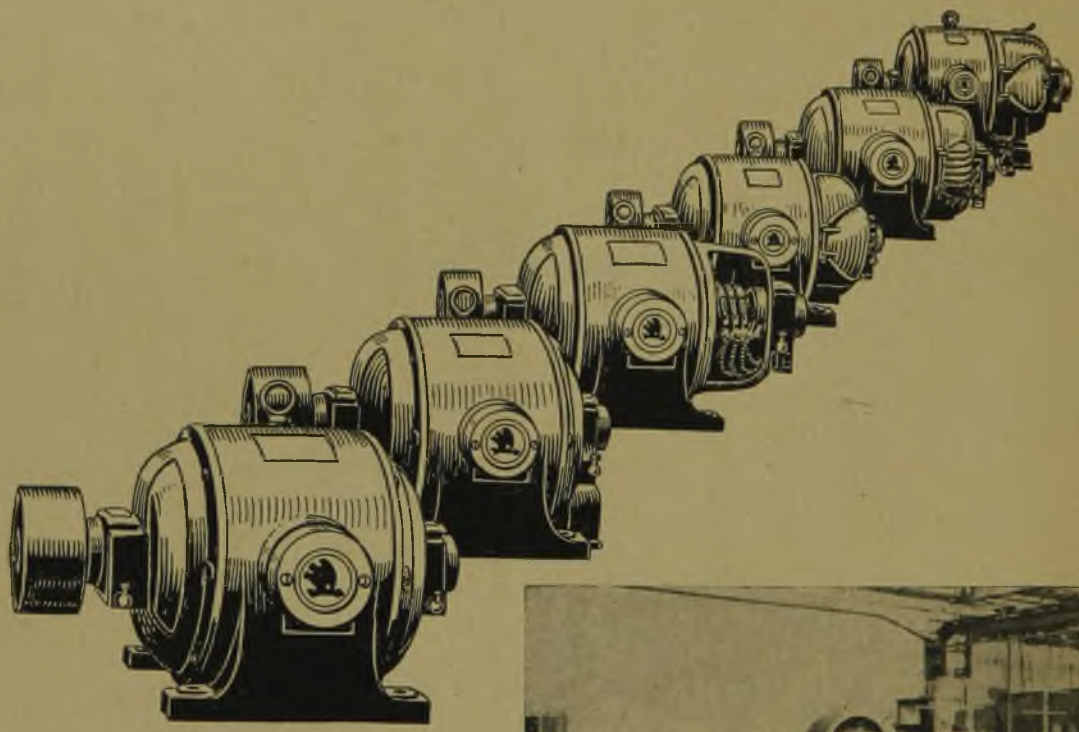
Warszawa, Okopowa 19. Tel.: 734-26, 683-77, 734-53

CENTRALA:

Warszawa, Królewska 23, tel. 260-05, 610-44

ODDZIAŁY I PRZEDSTAWICIELSTWA:

Król.-Huta, Wolności 19, tel. 785.
Łódź, Kilińskiego 96, tel. 205-84.
Lwów, Kadecka 9, tel. 107-40.
Bydgoszcz, Chodkiewicza 516, tel. 11-17.
Wilno, Bosaczkowa 5, tel. 12-77.
Kraków, Gertrudy 2, tel. 34-34.



SKODA

Nakład 4 100 egzemplarzy

Cena zeszytu 70 groszy

WIADOMOŚCI ELEKTROTECHNICZNE

MIESIĘCZNIK POD NACZELNYM KIERUNKIEM PROF. M. POŻARYSKIEGO

Redaktor: Inż. elektr. **Włodzimierz Kotelewski** Warszawa, ul. Czackiego 5 tel. 690-23

ROK I KWIECIEŃ 1933 R. ZESZYT 4

TREŚĆ ZESZYTU 4:

1. O porażeniu prądem elektrycznym — *inż. Wł. Kotelewski i inż. J. Skowroński.*
2. O żelazkach elektrycznych — *inż. T. Todtleben.*
3. Dziesięć wskazówek dla instalatora.
4. Popularna elektrotechnika.
5. Nowiny elektrotechniczne.
6. Skrzynka pocztowa.

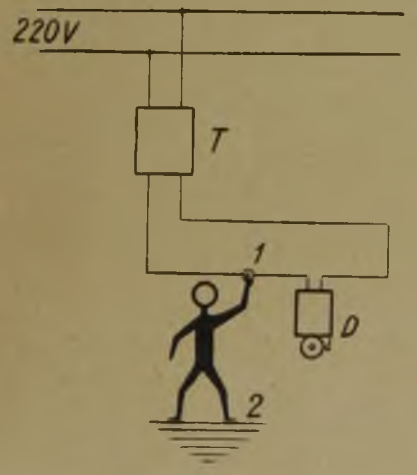
O porażeniu prądem elektrycznym.

Inż. Wł. KOTELEWSKI i inż. J. SKOWROŃSKI.

(Ciąg dalszy)

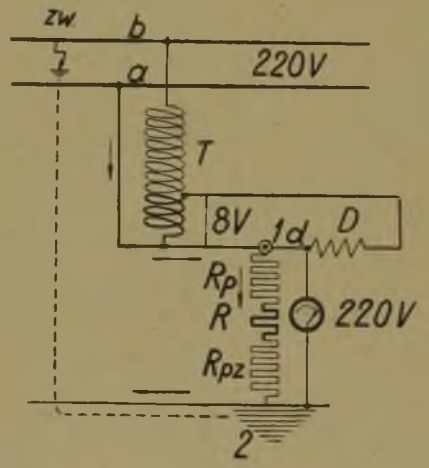
Przechodzimy do omówienia możliwości porażenia prądem w razie zastosowania t. zw. **autotransformatorów** niedozwolonych. Taki układ widzimy na rys. 1; mamy tu autotransformator T, którego uzwojenie przyłączone jest do sieci o napięciu 220 V; jednocześnie od uzwojenia poprowadzone są dwa przewody (rys. 2) w ten sposób, że pomiędzy niemi panuje napięcie wynoszące 8 V; na napięcie to załączony jest dzwonek elektryczny **D.**

Jakkolwiek panujące pomiędzy przewodami napięcie wynosi zaledwie 8 woltów, to jednak może się zdarzyć, że izolacja przewodu **b** sieci względem ziemi zostanie uszkodzona; wówczas p o t e n c j a ł przewodu **d**, połączonego metalicznie z prze-



Rys 1.

wodem **a** transformatora, — wynosić będzie w stosunku do ziemi 220 V (gdyż przewód **a** posiada względem ziemi potencjał 220 V). W tym więc wypadku, gdy człowiek, stojąc na ziemi dotknie obwodu dzwonka, np. metalowego przycisku dzwonkowego, znajdzie się on pod napięciem 220 V. Rozpatrując schemat oporności zastępczych (rys. 2), widzimy, że prąd, jaki popłynie w



Rys. 2
(układ niedozwolony)

tym wypadku przez ciało człowieka, możemy z łatwością obliczyć ze wzoru Ohm'a, wprowadzając znane nam oporności R_p, R oraz R_{pz}. Uziemienie przewodu **a** — o ile sieć ma przewód uziemiony — nie zapobiegnie niebezpieczeństwu, gdyż oporność przewodów uziemiających i uziemienia, jak stwierdza doświadczenie, może okazać się dostatecznie duża, aby powstała możliwość porażenia (por. przypadek z kadłubem silnika w zesz. 2 „Wiad. Elektr.").

Z tego względu stosowanie autotransformatorów do zasilania przyrządów ręcznych jest wogóle wzbronione. I tak wszelkie transformatory, obniżające napięcie ze względów bezpieczeństwa np. w kopalniach (wiertarki, lampy ręczne i t. d.), przy czyszczeniu kotłów (lampy ręczne) i t. p. **winny posiadać uzwojenie dolnego** (niższego) **napięcia oddzielone (odizolowane) pod względem elektrycznym od uzwojenia górnego** (wyższego) **napięcia; uzwojenia te winny być sprzężone ze sobą jedynie magnetycznie.**

Jednakże zabezpieczanie obwodu niskiego napięcia od przedostawania się doń wysokiego napięcia nieraz zawodzi. Znane są wypadki t. zw. przerzutu wysokiego napięcia na obwód niskiego napięcia, spowodowane bądź drogą bezpośredniego zetknięcia się należących do obu obwodów przewodników, — bądź też przez uszkodzenia powstałe w transformatorach, czy też wreszcie z innych przyczyn.

By uprzytomnić sobie, do jakich rozmiarów urość może tego rodzaju wypadek, przytoczymy zdarzenie, jakie miało miejsce w r. 1909 w miejscowości Olginate w północnej Italji. Miejscowość ta zasilana była prądem zmiennym o napięciu 110 woltów, dostarczanym przez ustawiony w budce transformator (obniżający) o przekładni 3 500/110 V. W budce tej obie linje — zarówno zasilająca wysokiego, jak i odpływowa niskiego napięcia — zaopatrzone były w odgromniki, połączone — zgodnie z przepisami — każdy z oddzielną płytą uziemiającą. Przy wykonywaniu uziemienia żelaznego szkieletu tablicy rozdzielczej wysokiego napięcia — skorzystano z obu istniejących już płyt uziemiających i — zamiast wykonać nowe uziemienie — połączono (wbrew przepisom) korpus tablicy z powyższemi. W ten sposób połączone zostały ze sobą — poprzez żelazną tablicę — uziemienia obu odgromników—wysokiego i niskiego napięcia. Pewnego dnia podczas burzy powstało na linji wysokiego napięcia przepięcie atmosferyczne, które spowodowało silne wyładowanie przez ustawiony w budce transformatorowej odgromnik wysokiego napięcia, przyczem zarówno odgromnik, jak i uziemiacz, zostały uszkodzone. Tą drogą wysokie napięcie przedostało się poprzez żelazną tablicę do odgromnika niskiego napięcia, który uległ stopieniu; tak więc **sieć niskiego napięcia została elektrycznie połączona z siecią wysokiego napięcia,** wywołując panikę wśród mieszkańców miasteczka. Widząc zapalające się nagle wśród białego dnia i pękające żarówki oraz przeskakujące w gniazdkach i przewodach iskry, ludzie biegli do wyłączników, aby czemprędzej przerwać prąd i usunąć przyczynę tych dziwnych i groźnych zjawisk (większość wyłączników posiadała pokrywki metalowe). W ten sposób parę sekund (dopóki bezpieczniki w linji wysokiego napięcia nie uległy stopieniu), przez które trwało przepięcie w sieci 110 V, wystarczyło, by 25 osób z pośród mieszkańców Olginate zostało śmiertelnie porażonych.

Omówiliśmy kilka typowych wypadków porażenia prądem elektrycznym, zachodzących w sieciach niskiego napięcia, przy dotknięciu przewodów izolowanych od ziemi. Podkreślić jednak należy, że przewody uziemiające mogą być przyczyną porażeń i w przewodach uziemiających mogą występować niebezpieczne spadki napięcia, jeżeli płyną przez nie duże prądy lub jeżeli uziemienie ich jest niedostateczne.

Reasumując przypadki te, widzimy, że porażenia prądem elektrycznym zachodzą w sieciach niskiego napięcia zarówno w układach z przewodem uziemionym, jak i bez niego, — wobec czego należy zachowywać zawsze i wszędzie, a zwłaszcza w pomieszczeniach wilgotnych, odpowiednie **środki ostrożności,** pamiętając, że oporność izolacji linji jest wielkością naogół mniejszą od wielkości oporności ciała ludzkiego, a więc nie może nas ochronić od porażenia. Pozatem należy raz jeszcze podkreślić, że mniemanie, jakoby sieci elektryczne niskiego napięcia nie przedstawiały z punktu widzenia porażenia prądem większego niebezpieczeństwa, — jest najzupełniej błędne. Możliwość porażenia w znacznie większym stopniu zależy od warunków, w jakich zachodzi zetknięcie z obwodem elektrycznym (oporności przejścia) i od warunków osobistych człowieka (zmęczenie, wada serca i t. d.), niż od wysokości napięcia.

Na dowód tego — z olbrzymiej ilości zebranych przez poszczególnych autorów oraz urzędowe statystyki **wypadków porażeń w sieciach niskiego napięcia** — przytoczymy kilka bardziej charakterystycznych.

15 sierpnia 1923 r. czeterej monterzy byli zajęci w piwnicy jednej z winiarń wiedeńskich przy zdejmowaniu przewodów centralnego ogrzewania. Przenosząc jedną z rur dług. 8 metrów, uderzono końcem jej w przebiegający u góry przewód elektryczny prądu **trójfazowego** o napięciu **110 woltów,** przyczem została uszkodzona izolacja przewodu, i rura — zetknąwszy się z gołym przewodnikiem jednej z faz linji — znalazła się pod napięciem. Skutki nieuwagi były fatalne: trzech z pośród monterów poniosło **śmierć na miejscu.** Niewątpliwie decydującą rolę odegrały w tym wypadku: duża powierzchnia styku i silny docisk rąk monterów do rury (mała oporność R_p), wilgotny stan pomieszczenia (piwnica), a wskutek tego małe oporności przejścia do ziemi R_{pz}. Czwarty z pośród monterów zawdzięcza swe ocalenie temu, że stał w owym tragicznym momencie na drewnianym koźle (duża oporność R_{pz}).

Bardzo podobny wypadek porażenia skutkiem niedbałego obchodzenia się z urządzeniem elektrycznem zaszedł przed paru laty w pewnej fabryce metalowej w Warszawie. Uczeń ślusarski, chcąc ułatwić sobie manipulowanie przy długiej rurze żelaznej, oparł ją o wyłącznik do światła. Dzięki uszkodzeniu wyłącznika rura znalazła się pod napięciem (120 V), powodując **śmiertelne porażenie ucznia.** Gdyby w tym wypadku instalacja była solidnie wykonana (np. wyłączniki w puszkach żeliwnych), to porażenie prawdopodobnie nie miałoby miejsca. Dlatego też na wykonanie instalacji przepisowe i z materjałów przepisowych należy położyć szczególny nacisk, jeżeli pragniemy uniknąć nieszczęśliwych wypadków.

Typową ilustracją skutków lekceważenia przepisów jest wypadek, który miał miejsce w Warszawie w roku 1931. Robotnik, pracujący przy wiertarce w pewnej wytwórni, pragnął — jak stwierdzili świadkowie — wykręcić żarówkę z lampy wiszącej nad wiertarką i stojąc na ziemi, chwycił w tym celu lewą ręką za oprawkę, przyczem został **śmiertelnie porażony** (napięcie sieci wynosiło 120 V). Dochodzenie ustaliło, że oprawka — zwyczajna z łuską metalową — zawieszona była na sznurze pokojowym (zamiast zwieszakowym z linką nośną), skutkiem

czego żyły miedziane były obciążone mechanicznie, przyczem końce ich nie były lutowane. Kilka drucików, wykruszonych z żył przez szarpanie oprawki przy pracy, spowodowało połączenie gwintu oprawki z zewnętrzną łuską, dzięki czemu znalazła się ona pod napięciem. Porażony znajdował się w warunkach szczególnie niekorzystnych: podłoga była ziemna, silnie zalana spływającą z wiertarki wodą mydlaną; pozatem przewodność ziemi zwiększona była przez leżące na niej wióry metalowe, oraz położone o pół metra od wiertarki szyny kolejki wąskotorowej. Bezpośrednio przed wypadkiem robotnik umył ręce szarem mydłem; obuwie miał niewątpliwie silnie przemoknięte. Chwycenie oprawki całą dłonią (duża powierzchnia styku) znacznie pogarszało warunki porażenia (skurcz ręki).

Inny wypadek — typowy dla nieprzepisowego użycia lamp ręcznych — miał miejsce przed kilku laty **przy czyszczeniu kotła** parowego w pewnej fabryce w Warszawie. Robotnik przy czyszczeniu kotła używał lampy ręcznej, przyłączonej bezpośrednio do sieci 120 V prądu zmiennego (z nieuziemionym punktem zerowym). Lampa miała trzonek drewniany z rurką metalową wewnątrz oraz zwykłą oprawkę, przyczem połączona była ze źródłem prądu zwykłym sznurem pokojowym. Skutkiem przetarcia sznura na kancie rurki metalowej napięcie przedostało się na otaczającą lampę siatkę drucianą i spowodowało **śmiertelne porażenie.** Pośrednim powodem porażenia były m. in. warunki niekorzystne, jak: mała oporność przejścia oraz duszne powietrze w kotle, powodujące pocenie się *).

Wypadków **śmiertelnych porażeń** prądem o napięciu 110 lub 120 V możnaby przytoczyć b. dużo. Przy napięciu 220 V zdarza się ich — rzecz jasna — znacznie więcej i dlatego też przypadków tych wogóle nie przytaczamy. Podamy natomiast dla uzupełnienia dwa wypadki porażenia prądem elektrycznym, jakie miały miejsce przy napięciach poniżej **110 woltów.**

Jak małe napięcie, uważane za całkowicie bezpieczne, okazać się może śmiertelnem przy szczególnie niekorzystnym zbiegu okoliczności, dowodzi wypadek, jaki miał miejsce 27 lipca 1930 r. w Elektrowni Okręgowej w Łowiczu. Dwóch robotników pracowało w walczaku kotła parowego przy oczyszczaniu go z kamienia. Przy pracy posiłkowali się oni przenośną lampą, zasilaną prądem o napięciu **24 V** z transformatora 220/24 V. Wbrew zakazowi, jeden z robotników opuścił miejsce pracy i zajął się inną robotą. Po upływie ok. pół godziny, dyżurny maszynista zauważył brak odgłosu pracy z walczaka. Okazało się, że będący wewnątrz kotła robotnik nie żyje. Znaleziono go w pozycji leżącej, twarzą zwróconą do dna walczaka, ciałem na lampie, trzymanej w złożonych na piersi rękach. Zastosowany sztuczny oddech nie odniósł skutku. Sekcja zwłok stwierdziła, jako przyczynę śmierci — uduszenie. Na lewej dłoni i piersi, oraz lewem przedramieniu — t. j. w miejscach, odpowiadających trzymanej lampie, stwierdzono oparzenia drugiego stopnia. Transformatorek bezpośrednio po wypadku był sprawdzany na przebicie między obu uzwojeniami oraz do korpusu; pracuje on dotychczas bez zarzutu**). Mamy niewątpliwie w tym wypadku do czynienia ze szczególnie nieszczęśliwym zbiegiem okoliczności, które doprowadziły do śmiertelnego porażenia. Przedewszystkiem oporność ciała robotnika musiała spaść do b. niskiej wartości, dzięki panującemu gorącu (lipiec), oraz duszności w walczaku; odegrała niewątpliwie rolę b. duża powierzchnia zetknięcia się ciała z metalową masą kotła. Pozatem odporność organizmu została zmniejszona dzięki brakowi wentylacji i dużej zawartości w powietrzu kwasu węglowego; wreszcie droga przepływu prądu — sądząc z oparzenia na piersi — była b. niekorzystna (przez serce). Wszystko to razem wzięte przy prawdopodobnie dużej wrażliwości na prąd danego osobnika, mogło spowodować utratę przytomności i porażenie dróg oddechowych (uduszenie jest typowym przypadkiem śmierci przy porażeniach prądem elektrycznym niskiego napięcia).

Inny wypadek — przy napięciu **42 V,** uważanem powszechnie, jako napięcie bezpieczne, zaszedł w lecie r. 1928 na jednej z kopalń Dąbrowieckiego Zagłębia Węglowego, gdzie został śmiertelnie porażony górnik w czasie posługiwania się ręczną wiertarką elektryczną, — wskutek uszkodzenia izolacji w silniczku wiertarki i zwarcia uzwojenia z korpusem. Napięcie silniczka wynosiło 42 V. Śmierć przypisać należy wilgotnym rękom i nogom górnika, dużej powierzchni styku z korpusem wiertarki (mocno zaciśnięta w obu dłoniach wiertarka, przyciśnięta do piersi) oraz — prawdopodobnie — dużej wrażliwości osobnika na działanie prądu elektrycznego.

Widzimy, że przyczyną opisanego powyżej wypadku była wada izolacji maszyny elektrycznej. Należy zaznaczyć, że wypadki porażenia prądem powstałe wskutek wad i uszkodzeń izolacji stanowią znaczną większość wypadków porażeń zachodzących w sieciach niskiego napięcia. Dlatego też kwestji tej poświęcać należy dużo uwagi.

Jak nieprzewidziane mogą być skutki niedbałego wykonania urządzeń elektrycznych, lub braku ich należytej konserwacji, dowodzi wypadek, który zdarzył się w r. 1930 w jednym z domów w Warszawie. Aczkolwiek szczęśliwie nie pociągnął on za sobą ofiar, to jednak jest on tak charakterystyczny, że uważamy za konieczne go przytoczyć. W pewnem mieszkaniu na drugiem piętrze osoba pragnęła wejść do napełnionej wodą wanny; stojąc jedną nogą na kamiennej podłodze, a drugą wstępując do wody, poczuła ona nagle silne uderzenie prądu. Instalacja elektryczna w mieszkaniu była w porządku. Po długich poszukiwaniach znaleziono źródło zjawiska w wychodzącej na inną ulicę **obcej** posesji. A mianowicie w kabinie kinematografu jeden z zasilanych z przetwornicy 70 V aparatów — chwilowo nieczynny — był odsunięty na bok, tak że stykał się z obitą blachą ścianą. Dzięki zwarciu wewnątrz aparatu korpus jego był pod napięciem drugi biegun był uziemiony). Obicie ścian nie było uziemione, dzięki zaś przechodzącym przez

*) Podał inż. Kłossowski.

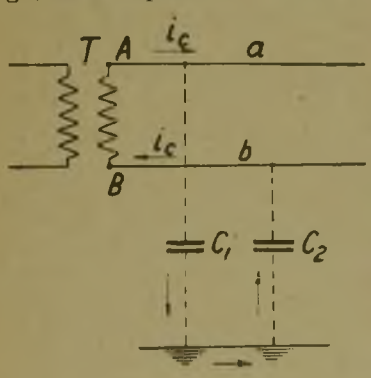
**) Podał Dyr. J. Czarnowski.

drewnianą ścianę gwoździom, połączone było z dachem; kabina znajdowała się na poddaszu na wysokości, odpowiadającej mniej więcej położeniu mieszkania, w którem zaszedł wypadek elektryzacji. Przez sąsiednie dachy napięcie przenosiło się na mur łazienki, który był silnie nasiąknięty wskutek niedawnego przelania się wody z wanny; stąd napięcie przedostało się na podłogę. Płynące przytem bezpośrednio do ziemi prądy musiały być nieznaczne, skoro nie zostały wykryte. Że opisany wypadek nie zakończył się śmiertelnie, należy zawdzięczać stosunkowo dużej oporności muru.

Dr. Jellinek notuje podobny wypadek śmiertelnego porażenia prądem w wannie w mieszkaniu, w którem wogóle nie było instalacji elektrycznej. Kran przy grzejniku gazowym w łazience znalazł się pod napięciem (około 90 V względem ziemi) dzięki zwarciu przewodu elektrycznego z rurą gazową poza obrębem mieszkania.

Przejdźmy obecnie do omówienia zjawisk porażenia prądem elektrycznym zachodzących w sieciach elektrycznych **wysokiego napięcia.** Ważną rolę odgrywać tu będzie, jak już zaznaczyliśmy, **wielkość pojemności przewodów sieci względem ziemi.** Natomiast wielkość oporności izolacji przewodów tych względem ziemi nie odgrywa w tym wypadku decydującej roli, jak to miało miejsce w sieciach niskiego napięcia. W linjach bowiem elektrycznych prądu zmiennego wysokiego napięcia — nawet przy doskonałej izolacji przewodów względem ziemi, — stale płynie prąd pojemnościowy pomiędzy przewodami przez ziemię.

W jaki sposób zamyka się obwód prądu od jednego przewodu sieci poprzez ziemię do drugiego, skoro oporność izolacji przewodów tych względem ziemi jest b. wielka? Rozpatrzmy dla uproszczenia jednofazową linję wysokiego napięcia (rys. 3). Od zacisku **A** transformatora **T** prąd pojemnościowy i_c płynie przez **pojemność** C_1 przewodu **a** względem ziemi — do ziemi, rozpływa się w niej pod przewodami, skąd poprzez **pojemność** C_2 przewodu **b** względem ziemi i przewód **b** wraca do zacisku **B** transformatora T. Jak się to dzieje? Każdy przewód napowietrzny linji elektrycznej tworzy wraz z ziemią jakby kondensator: **przewód i ziemia są okładzinami** tego kondensatora, **powietrze** zaś leżącym pomiędzy niemi **dielektrykiem.** A zatem zarówno przewód **a,** jak i przewód **b** rozpatrywanej linji wysokiego napięcia, tworzą z ziemią jakby dwa **kondensatory** (oznaczone na rys. 3 literami C_1 i C_2 kondensatory wraz z kropkowanemi przewodami są oczywiście jedynie schematycznem wyobrażeniem rozłożonych w rzeczywistości równomiernie wzdłuż całej linji naturalnych pojemności!). Wiemy z doświadczenia, że prąd zmienny przepływa przez kondensator przez jego okładziny (w tym wypadku przewody **a** i **b** oraz ziemia); dla przykładu wymienić wystarczy chociażby kondensatory stosowane w radjoodbiornikach. Tak więc pomiędzy przewodami linji będzie przepływał prąd i_c, a to dzięki istnieniu pojemności C_1 i C_2. (pojemności przewodów między sobą w tym wypadku nie rozpatrujemy).



Rys. 3.

W związku z przebiegiem porażenia prądem elektrycznym na linjach wysokiego napięcia przez dotknięcie do jednego z przewodów należy zapoznać się ze zjawiskami, zachodzącemi przy zwarciu jednego z przewodów linji elektrycznej z ziemią, czyli z t. zw. zwarciami jednobiegunowemi.

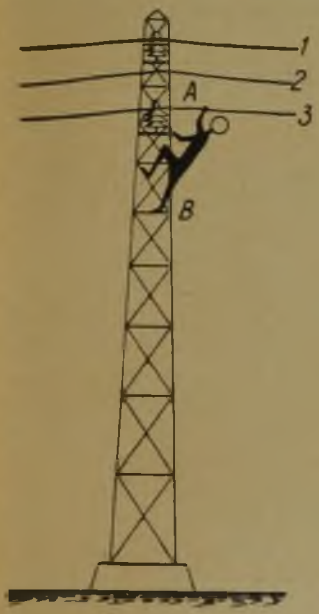
Każdy elektryk, mający do czynienia z obsługą sieci wysokiego napięcia — napowietrznych czy też kablowych — wie, że jednobiegunowe zwarcia przewodów z ziemią zachodzą w praktyce b. często. Powstają one w linjach napowietrznych wskutek zerwania przewodów, pęknięcia izolatorów, przebicia izolacji, wskutek zwarć na izolatorach i t. p. Nieraz przyczyną tego rodzaju zwarć są ptaki, gałęzie lub inne przedmioty, które się dostają między przewody a uziemione konstrukcje słupów. W sieciach kablowych zwarcia z ziemią powstają skutkiem przebicia izolacji kabla do powłoki ołowianej, spowodowanego przez czynniki natury elektrycznej lub mechanicznej. Prądy, jakie przy tego rodzaju zwarciach płyną przez ziemię do pozostałych przewodów linji, są zazwyczaj znaczne, — zwłaszcza w rozległych sieciach wysokiego napięcia, posiadających wskutek znacznej swej długości dużą pojemność przewodów względem ziemi; b. duże wartości przybierają prądy te także w sieciach kablowych, posiadających — ze względu na znaczną pojemność kabli — nawet przy mniejszej rozpiętości b. znaczną pojemność poszczególnych żył w stosunku do ziemi. Prądy te noszą nazwę prądów ziemnozwarciowych. Wielkość ich zależy od wielkości pojemności sieci względem ziemi i wzrasta wraz z nią; wielkość pojemności zaś zależy od rozpiętości sieci, od odległości przewodów od ziemi, od wielkości średnicy przewodów i t. d. Pozatem wielkość prądu zwarcia z ziemią zależy **od wysokości napięcia** i częstotliwości prądu; im większe jest napięcie robocze linji, tem większy będzie prąd zwarcia jednego z jej przewodów z ziemią. Dlatego też w sieciach niskiego napięcia — nawet rozległych — prądy ziemnozwarciowe są małe.

Natomiast w b. długich linjach napowietrznych wysokiego napięcia o dużej pojemności przewodów względem ziemi oraz przy b. wysokich napięciach (np. 100.000 V) prąd zwarcia jednego z przewodów linji z ziemią wynosi nieraz setki amperów. W sieciach kablowych prądy zwarcia jednej fazy z ziemią są naogół ok. 10 — 20 razy większe niż w linjach napowietrznych o tych samych danych elektrycznych i podobnych rozmiarach, a to wskutek b. dużej pojemności żył kabla w stosunku do ziemi. Tak np. prąd zwarcia z ziemią jednej z faz kabla o przekroju

3 × 25 mm² przy napięciu międzyprzewodowem 10 kV wynosi ok. 0,5 A na 1 kilometr długości kabla (ok. 0,5 A/km), podczas gdy przy linji napowietrznej tegoż przekroju i przy tem samem napięciu roboczem wartość prądu zwarcia z ziemią wynosi zaledwie ok. 0,025 A na kilometr długości sieci. W sieciach elektrycznych prądu **trójfazowego** wysokiego napięcia przy zwarciu jednego przewodu linji z ziemią płynąć będzie przez ziemię do pozostałych (nieuziemionych) przewodów znaczny prąd, pomimo, że wielkość oporności izolacji tych przewodów względem ziemi może być wielkością b. dużą. Pozatem zwarcie jednej z faz z ziemią pociąga za sobą w sieciach prądu trójfazowego wzrost napięcia obu pozostałych przewodów względem ziemi o wielkość **1,73**, przyczem napięcie zwartej z ziemią fazy **spada do zera.**

Cóż ma wspólnego z porażeniem człowieka zwarcie jednego przewodu linji z ziemią? Zdawać by się mogło, że nic, a jednak, gdy uprzytomnimy sobie, że przecież z chwilą dotknięcia przewodu przez stojącego na ziemi lub żelaznym słupie, a więc uziemionego człowieka. — powstanie połączenie tego przewodu z ziemią (poprzez organizm człowieka), — łatwo zrozumiemy, że oba zjawiska są w ścisłym ze sobą związku.

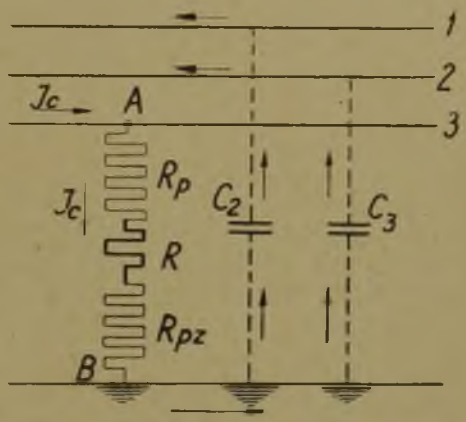
Stojąc na ziemi i dotykając ręką przewodnika wysokiego napięcia, człowiek — niezależnie od tego, czy oporność izolacji pozostałych przewodów sieci względem ziemi jest mała, czy też b. duża do pewnego stopnia **uziemia** przewód i narażony jest na działanie prądu pojemnościowego (ziemnozwarciowego) I_c, płynącego przez jego ciało do ziemi (prąd ten będzie co do wielkości inny, niż poprzednio omawiany prąd i_c i dlatego też oznaczamy go literą I_c). W tym wypadku nie nastąpi — ściśle biorąc — uziemienie przewodu, lecz połączenie jego z ziemią przez oporność ciała człowieka; prąd I_c będzie więc mniejszy od prądu ziemnozwarciowego, o ile nie zdarzy się przytem przerzucenie się łuku bezpośrednio np. na konstrukcję uziemioną.



Rys. 4.

Rozpatrzmy obecnie kilka konkretnych przypadków porażenia prądem na linjach elektrycznych wysokiego napięcia, przyczem w większości wypadków pojemność przewodów względem ziemi odgrywać będzie znaczną rolę.

Przypadek 1. **Linja napowietrzna** prądu trójfazowego **wysokiego napięcia** jest doskonale **odizolowana od ziemi**, a **pojemność jej** względem ziemi jest stosunkowo **znaczna;** napięcie międzyprzewodowe linji wynosi 15 kV, wobec czego napięcie każdego z jej przewodów względem ziemi V_0 wynosi $\frac{15000}{1,73} = 8650$ V. Przypuśćmy, że słup żelazny, na którym umieszczone są izolatory linjowe, nie posiada zabezpieczenia od włażenia i że człowiek przedostał się po słupie ku górze, dotykając palcem do jednego z przewodów linji (rys. 4). Z chwilą tą nastąpi połączenie — po-



Rys. 5.

przez ciało człowieka — przewodu **3** linji z ziemią, dzięki czemu utworzy się obwód elektryczny, którego schemat zastępczy widzimy na rys. 5. Gdyby nie pojemności C_2 i C_3 pozostałych dwuch przewodów linji względem ziemi, nie byłoby w tym wypadku wogóle zamkniętego obwodu, gdyż wskutek nieskończenie wielkiej wartości oporności izolacji R_{iz} przewodów **1** i **2** linji względem ziemi prąd w obwodzie tym nie mógłby płynąć. Jednakże dzięki tym pojemnościom, obwód prądu się zamknie i przez ciało człowieka popłynie prąd I_c (rys. 5). Wielkość prądu tego zależeć będzie od: wielkości napięcia sieci, od wielkości pojemności C_2 i C_3, oraz od wielkości łącznej oporności organizmu człowieka $R_p + R + R_{pz}$. (oporność słupa i jego uziemienia można pominąć). W tym wypadku druga ręka człowieka jest także uziemiona (trzyma się on bowiem tą ręką za uziemiony słup), a więc oporność wypadkowa ciała człowieka będzie mniejsza. Oporność R_p zmniejszy się jeszcze w chwili dotknięcia przewodu i popłynięcia prądu przez ciało. Ściśle biorąc, do porażenia dojdzie jeszcze przed samem dotknięciem przewodu, gdyż przy dostatecznem zbliżeniu ręki do przewodu nastąpi przeskok łuku z przewodu do ręki; łuk ten spowoduje spalenie naskórka, będącego, jak wiemy, izolacją i oporność R_p spadnie prawie do zera. Wynika z tego, że oporność łączna, jaką przedstawia ciało ludzkie przy porażeniach wysokiem napięciem przy dużej mocy spada do oporności wewnętrznej rażonych części organizmu. Przytem przy większych natężeniach prądu następuje spadek oporności wewnętrznej tak, że oporność całkowita spaść może do rzędu kilkuset omów.

Wracając do omawianego wypadku, widzimy, że natężenie prądu I_c będzie mogło być równe — przy spadku oporności do b. niskiej wartości — prawie, że natężeniu prądu zwarcia z ziemią, a więc — zależnie od rozległości sieci wyniesie

ono od kilku do kilkudziesięciu amperów. Przy warunkach dla człowieka korzystniejszych, t. j. przy większej oporności obwodu: **jego ciało — ziemia — sieć,** prąd będzie mniejszy. Przy stosunkowo d u ż e j oporności można w przybliżeniu obliczyć prąd, jaki popłynie przez człowieka, przyjmując, że sieć ma uziemiony punkt zerowy (im większa pojemność sieci, tem błąd będzie mniejszy). Wtedy — nawet w razie nieuszkodzenia naskórka człowieka — przy dotknięciu przewodu jednym palcem — otrzymamy prąd, jaki płynie przez organizm człowieka:

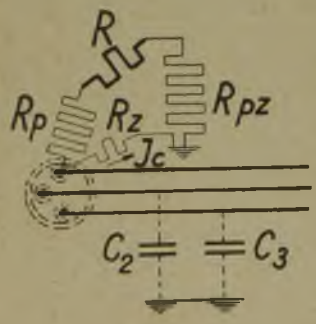
$$I_c = \frac{V_0}{R_p + R + R_{pz}} = \frac{8650}{15.700} \cong 0{,}55 \text{ A.}$$

Wielkość sumy wszystkich oporności przyjęliśmy — dla uproszczenia — za równą 15.700 omów, t. j. wielkości obliczonej już poprzednio (patrz zeszyt 2 „Wiad. El." str. 29). Widzimy, że w **najkorzystniejszym** dla człowieka **wypadku,** prąd, jaki popłynie przez organizm człowieka, przewyższa kilkakrotnie wielkość, stwierdzoną, jako śmiertelną.

Przy sposobności przypominamy zjawisko, o którem już mówiliśmy poprzednio, a mianowicie, że jeżeli chodzi o śmierć z porażenia elektrycznego, to niebezpieczniejszy jest ten wypadek, w którym przepływający przez organizm prąd jest stosunkowo mały (od 0,1 do 1 ampera), a przy którym śmierć następuje prawie natychmiastowo. Przy większych natomiast natężeniach prądu porażającego — śmierć następuje raczej dzięki ciężkim uszkodzeniom ciała. A więc w omawianym przypadku możnaby się spodziewać typowej śmierci skutkiem porażenia (jak przy niskiem napięciu) — o ile by np. słup był drewniany, nieuziemiony (większe R_p !). Natomiast przy słupie żelaznym prawdopodobniejsza byłaby śmierć ofiary dopiero po pewnym czasie skutkiem ran (upalone obie ręce i t. d.), lub też ciężkie kalectwo. Możnaby zacytować z praktyki naszych elektrowni — pomijając inne statystyki — liczne wypadki utrzymania przy życiu ofiar, które odniosły w podobnych okolicznościach b. ciężkie obrażenia prądem (utrata obu rąk lub nóg i t. p.).

Rys. 6.

Rozpatrzmy z kolei p r z y p a d e k 2, gdy **linja kablowa** prądu trójfazowego wysokiego napięcia jest doskonale odizolowana od ziemi. Przypuśćmy, że robotnik, kopiąc dół, przypadkowo uszkodził łopatą pancerz kabla i, przecinając powłokę ołowianą i izolację, dotarł do jednej z będących pod napięciem żył, jak to widzimy na rys. 6. Podobnie jak w wypadku poprzednim, powstanie z tą chwilą obwód elektryczny, którego uproszczony schemat widzimy na rys. 7. Pojemność względem ziemi obu nieuszkodzonych faz kabla C_2 i C_3 odgrywać będzie w tym wypadku podobną rolę, jak i w wypadku pierwszym.



Rys. 7.

Warunki zjawiska będą jednak nieco odmienne, niż w poprzednim przykładzie, gdyż powstaną tu d w a o b w o d y, przez które będzie się zamykał prąd pojemnościowy, a mianowicie: jeden przez łopatę — człowieka — do ziemi i uziemionego ołowiu, drugi — bezpośrednio z żyły do powłoki ołowianej, a to dzięki połączeniu, jakie tu niewątpliwie powstanie. Zdawałoby się, że zajdzie w tym wypadku zwarcie i nic nie grozi człowiekowi; w rzeczywistości jednak tak nie jest: mamy tu przypadek podobny do omawianych poprzednio niedoskonałych uziemień (patrz zesz. 3 „W. El."). Prąd zwarcia z ziemią rozległej sieci kablowej może być b. duży (znacznie większy niż takiej samej sieci napowietrznej) i jakkolwiek mała byłaby oporność połączenia żyły z powłoką i pancerzem — powstanie na niej znaczny spadek napięcia $I_c R_z$ pomiędzy uszkodzoną żyłą a pancerzem i ziemią. A więc łopata i dotykająca jej noga kopacza znaleźć się mogą pod napięciem względem ziemi i stojącej na niej drugiej nogi.

Przy powyższych rozważaniach przypuszczaliśmy, że oporność izolacji R_{iz} względem ziemi przewodów zarówno linji napowietrznej, jak i kabla, są nieskończenie wielkie; nie jest to jednakże ścisłe i czyniliśmy to jedynie dla u p r o s z c z e n i a rozumowania. W praktyce natomiast sprawa się przedstawia nieco inaczej; omówimy ją w następnym zeszycie.

(Dokończenie nastąpi).

O żelazkach elektrycznych.

Inż. T. TODTLEBEN.

Żelazko elektryczne jest bezsprzecznie najpopularniejszym z pośród grzejników elektrycznych i spełnia rolę pioniera elektryczności w zastosowaniu do gospodarstwa domowego. Wygoda w użyciu oraz zdolność konkurowania z żelazkiem gazowem i węglowem zachęcają coraz to szersze rzesze klienteli do nabywania żelazek elektrycznych; z drugiej strony masowa produkcja żelazek umożliwia fabrykom znaczne obniżenie ich ceny.

Ciekawy jest rozwój historyczny żelazka elektrycznego. Najdawniejsze wiadomości w literaturze dotyczą patentu, zgłoszonego przez francuza Labre'a w roku 1877; do wytwarzania ciepła użył on łuku elektrycznego między wbudowanemi wewnątrz eletrodami węglowemi. Tego typu żelazko wymagało — rzecz jasna — fachowej obsługi i dlatego też nie mogło znaleźć szerszego zastosowania.

Począwszy od r. 1890 zaczęto budować elektryczne żelazka o p o r o w e z platyną, jako materjałem oporowym; ze względu jednakże na wysoką cenę platyny tego typu żelazka używane były jedynie do celów przemysłowych. Przez dwa dziesiątki lat ograniczano się jedynie do pewnych ulepszeń w budowie powyższego typu żelazka i dopiero zastosowanie oporów c h r o m o n i k l o w y c h w r. 1910 wprowadziło przewrót w grzejnictwie, ustalając dzisiejszy normalny typ żelazka i umożliwiając popularyzację jego, jako sprzętu gospodarstwa domowego.

Następnem, stosunkowo niedawno wprowadzonem udoskonaleniem w budowie żelazek elektrycznych jest samoczynny regulator, utrzymujący stałą temperaturę spodu żelazka, niezbędną do prasowania. **Ostatnią** wreszcie **zdobyczą techniki** w dziedzinie budowy żelazek elektrycznych są — przełączniki, pozwalające na dowolne — w pewnych granicach — nastawianie temperatury spodu żelazka, zależnie od materjału, jaki chcemy prasować.

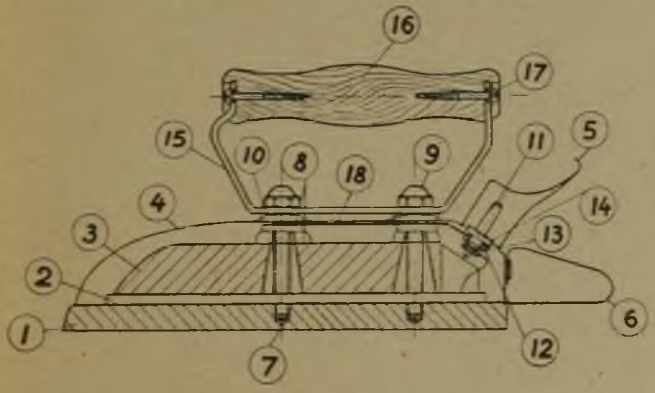
W ubiegłym roku opatentowano w Niemczech nowy sposób wytwarzania ciepła w grzejnikach elektrycznych t. zw. oporowo-wirowy. Przy odpowiedniem ukształtowaniu grzejnego uzwojenia oporowego w żelaznej części grzejnika na prąd zmienny, powstaje zmienny strumień magnetyczny, który z kolei powoduje powstanie w masie żelaznej prądów wirowych. Nagrzewanie prądami wirowemi w połączeniu z ciepłem, powstałem na oporze cewki wzbudzającej strumień magnetyczny, pozwala na

Rys. 1.
Żelazko elektryczne wyrobu f-my Bracia Borkowscy S. A. w Warszawie.

Rys. 2.
Żelazko elektryczne wyrobu f-my „Kontakt" sp. z ogr. por. we Lwowie.

zmniejszenie spadku temperatury, który ma miejsce w dotychczasowych konstrukcjach oporowych, oraz powiększenie wydajności grzejnika. Nie są nam znane szczegółowe wyniki badań, przeprowadzonych nad tego typu żelazkami, sam pomysł jednak jest niewątpliwie b. ciekawy i może wprowadzić w technice grzejnej daleko idące zmiany.

W Polsce żelazka elektryczne zaczęto fabrykować w początku ubiegłego dziesięciolecia. Wytwórnie krajowe —

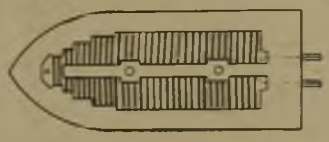


Rys. 3.
Przekrój nowoczesnego żelazka elektrycznego, wagi 3 kg. **1** — spód polerowany; **2** — opornik; **3** — wkładka (odlew żeliwny); **4** — wierzch; **5** — osłona na kołki; **6** — dolne ramię podpórki (odejmowane); **7** — bolce żelazne gwintowane; **8** — nakrętki żelazne; **9** — nakrętki kryte niklowane; **10** — podkładki izolujące; **11** — bolce wtykowe; **12** — podkładki mikanitowe; **13** — nakrętki do kołków; **14** — podkładka steatytowa; **15** — **16** — **17** — rączka; **18** — mostek żelazny dla umocowania bolców wtykowych (11).

poprzez cały szereg typów przejściowych — ulepszyły swoje fabrykaty tak dalece, że w obecnym stopniu rozwoju te ostatnie pod żadnym względem nie ustępują najlepszym wyrobom zagranicznym. Rys. 1 i 2 przedstawiają żelazka wyrobu dwu największych fabryk krajowych.

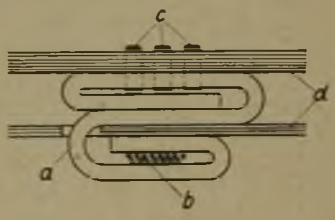
Podany na rys. 3 przekrój nowoczesnego żelazka pozwoli nam pokrótce omówić główne jego części składowe.

Spód żelazka (1) bywa żeliwny (odlewany) lub żelazny (prasowany). Ten ostatni — dzięki większej jednolitości materjału i braku por odlewniczych — przenosi bardziej równomiernie ciepło do materjału, który prasujemy. Zewnętrznie spód bywa: polerowany — surowy, niklowany, lub chromowany. Pierwszy rodzaj spodu jest najbardziej rozpowszechniony, a przytem najtrwalszy, powłoka bowiem niklowa często odpryskuje, czyniąc spód chropowatym. Chromowanie — w ostatnich czasach b. modne — zapewnia coprawda ładny wygląd żelazka nawet po przegrzaniu (temperatura utleniania, — połączonego z czernieniem — chromu jest b. wysoka), jest ono jednak obecnie drogie i bynajmniej nieusprawiedliwione w przyrządzie do użytku raczej kuchennego, jakim jest żelazko.

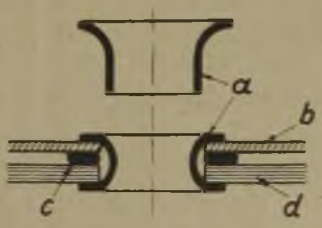


Rys 4.

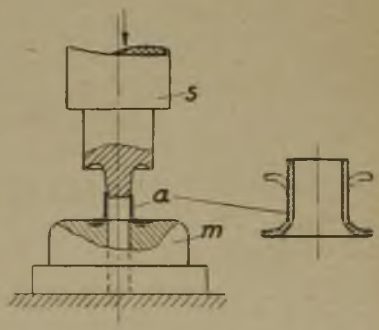
Przetwarzanie energji elektrycznej w ciepło odbywa się w **oporniku** (2), który w najczęściej spotykanem wykonaniu widzimy na rys 4. Taśma lub drut chromonikielinowy nawinięty jest na rdzeniu wykonanym z mikanitu lub z miki i osłonięty od góry i od dołu okładzinami mikanitowemi lub mikowemi; drut oporowy złączony jest z dopływami prądu — o grubszym znacznie przekroju — w sposób, pokazany na rys. 5 i 6. Przekrój drutu oporowego bywa — zależnie od wielkości napięcia i mocy żelazka od 0,2—0,05 mm². Złącze jest najczulszą częścią opornika i najczęściej ulega uszkodzeniom. W poprzednim artykule wspomnieliśmy już o niebezpieczeństwach, jakie powoduje w tym wypadku dodatkowa oporność styku powodująca wzrost temperatury ponad dopuszczalne granice. Zjawisko to — bardzo częste przy niestarannem wykonaniu złącza — prowadzi nieuchronnie do zupełnego zniszczenia styku wskutek utlenienia stykających się ze sobą metali. Na rys. 5 pokazany jest **sposób łączenia** chromonikieliny zapomocą blaszki zaciskowej z dopływem (niklowym lub z nowego srebra) w kształcie linki. Po odpowiedniem za-



Rys. 5.
Łączenie dopływu na blaszkę zaciskową: **a** — blaszka zaciskowa (nikiel, nowe srebro), **b** — linka niklowa (dopływ), **c** — chromonikielina, **d** — mikanit (podstawa opornika).



Rys. 6.
Łączenie dopływu na „oczko": **a** i **c** chromonikielina, **b** — blaszka dopływowa, **d** — mikanit lub mika.



Rys. 7.
Przyrząd do nitowania „oczek": **a** — chromonikielina, **m** — matryca, **s** — stempel.

POLSKIE ELEKTROWNIE

spółdzielnia z ograniczoną odpowiedzialnością
zainicjowana przez
ZWIĄZEK ELEKTROWNI POLSKICH

WARSZAWA
KOPERNIKA Nr. 8
tel. 651-76, 741-75, 405-60

Składy przy ul. Żórawiej 12
telef. 9-29-82

zaopatruje elektrownie

użyteczności publicznej oraz przemysłowe, własności państwowej, komunalnej i prywatnej

w następujące artykuły:

- przewody miedziane gołe i izolowane
- kable ziemne
- izolatory do wszelkich napięć
- olej gazowy i transformatorowy
- szczotki do prądnic i silników
- liczniki i inne aparaty miernicze
- drut przepisowy do plombowania
- silniki, rozruszniki i oporniki
- żarówki normalne i specjalne
- taśmy izolacyjne, mikanit, bakelit i azbest
- tabliczki ostrzegawcze cynkowe i emaljowane
- żelazka, kuchenki i piecyki elektryczne
- armatury oświetleniowe uliczne i świeczniki
- rurki bergmanowskie
- pakunki azbestowe, klingeritowe i grafitowane

zawiera umowy na stałe dostawy wszelkich materjałów potrzebnych elektrowniom

Wyczerpujące oferty na żądanie

winięciu blaszki dobijamy ją młotkiem, otrzymując dość dobry styk. Niestety blaszka zaciskowa, po wyżarzeniu w temperaturze wnętrza żelazka (400° C. lub wyżej) mięknie, tracąc własności sprężynowania, wskutek czego po pewnym czasie styk osłabia się.

Trwalszym sposobem umocowania złącza jest pokazane na rys. 6 zanitowanie na t. zw. „oczko szewskie" — przy pomocy przyrządu, widocznego na rys. 7. Dopływ winien być wykonany w tym wypadku w formie blaszki niklowej, albo z nowego srebra lub też szerokiej taśmy chromoniklowej.

Niektóre fabryki stosują w oporniku od góry — obok okładziny mikanitowej — warstwę azbestu, a to celem skierowania ciepła ku dołowi. Konstrukcja ta jednak mija się

Rys. 8.

Rys. 9.

z celem. Przewodnictwo cieplne bolców (7), *) które służą do skręcania żelazka, powoduje — pomimo warstwy azbestowej — nagrzewanie wkładki żeliwnej (3), służącej do dopełnienia wagi żelazka, przyczem azbest utrudnia powrót tego ciepła do spodu po odłączeniu żelazka od sieci. Pozatem warstwa azbestu ujemnie wpływa na trwałość opornika, który wskutek elastyczności azbestu nie może być równomiernie dociśnięty; izolacja jego po wypaleniu się mikanitu może przesunąć się i spowodować zwarcie z korpusem żelazka.

W rozpatrywanem typie żelazka bolce kontaktowe (11) umocowane są na specjalnym mostku (18), przez co ułatwiony jest znacznie montaż żelazka. Pokrywę wierzchnią (4) łatwo możemy odjąć, przyczem dostęp do przytrzymujących dopływy nakrętek (13) jest zupełnie swobodny. W innych konstrukcjach żelazek bolce te umocowane bywają bezpośrednio na pokrywie wierzchniej i dopływy dokręcać trzeba w jej wnętrzu, co połączone bywa często z trudnościami.

Rys. 10.

W jednem i drugiem wykonaniu bolce kontaktowe odizolowane są od korpusu podkładką steatytową (14) oraz mikanitową (12).

Umocowana na wsporniku żelaznym (15) rączka drewniana lub bakelitowa (16) odsunięta jest od wierzchu żelazka przez wypukłe podkładki (10), a to celem obniżenia temperatury rączki żelaznej i uniemożliwienia poparzenia ręki przy przypadkowem dotknięciu; pozatem rączka zaopatrzona bywa często w podpórkę pod wielki palec, uwidocznioną na rys. 1. Wreszcie odejmowana podstawka (6) wraz z odpowiednio ukształtowaną osłoną bolców kontaktowych (5) umożliwiają odstawianie żelazka przy nagrzewaniu bez obawy spalenia stołu lub materjału, na którym prasujemy.

*) Podane w dalszym ciągu w nawiasach liczby odnoszą się do rys. 3.

Żelazka t. zw. domowe wyrabiane są o wadze: 1,5, 2, 2,5, 3 i 3,5 kg. oraz poborze mocy 300 — 400 watów. Oprócz tego typu spotykamy na rynku krajowym żelazka przemysłowe, do celów specjalnych, jak np. żelazka dla krawców (rys. 8) o wadze 5 do 8 kg., dla pralni (rys. 9), oraz żelazka do prasowania skóry (rys. 10). Konstrukcja ich jest naogół zbliżona do omówionej wyżej.

Ciekawe jest porównanie kosztów prasowania żelazkiem gazowem i elektrycznem oraz **oszczędności**, jakie osiągnąć możemy przez wprowadzenie do żelazek wspomnianych wyżej regulatorów samoczynnych. Sprawy te omówimy w następnym zeszycie.

(Dokończenie nastąpi).

Dziesięć wskazówek dla instalatora.

W artykule, zamieszczonym w jednym z ostatnich zeszytów czasopisma stowarzyszenia instalatorów niemieckich VEI odpiera inż. Rohde zarzuty, skierowane przez pewien odłam instalatorów niemieckich przeciwko zarządowi stowarzyszenia, posądzanemu o bezczynność; niektórzy z oponentów przypisują wprost zarządowi winę za obecne ciężkie położenie instalatorów w Niemczech.

Autor stara się wykazać bezpodstawność tych zarzutów, twierdząc, że skargi pochodzą od biernych członków stowarzyszenia, czyli osób, które w 90% nie uczęszczają na zebrania, ani też nie czytują wydawanego przez stowarzyszenie czasopisma. Jakież są skutki powyższego? Przedewszystkiem instalatorzy ci tracą styczność z kolegami a tem samem pogląd na właściwą kalkulację; są oni niezorjentowani zarówno co do aktualnych zagadnień taryfowych, jak i najważniejszych uchwał stowarzyszenia. Pociąga to za sobą szereg przykrych w swych skutkach konsekwencyj gdyż instalatorzy ci:

— nie są w stanie przeprowadzić należytej kalkulacji, dzięki czemu odpadają w konkurencji — bądź z powodu za wysokich bądź też zbyt niskich cen;

— nie uwzględniają w kosztorysie najkorzystniejszej dla klienta taryfy i dlatego też tracą często zamówienie;

— nie są w stanie udzielić klientowi wyczerpujących informacyj, co pociąga za sobą oddanie zamówienia lepiej obznajmionemu z fachowemi sprawami konkurentowi;

— nie załatwiają zamówień na piśmie i nie przestrzegają uchwalonych przez stowarzyszenie instalatorów warunków dostawy, przez co — w razie niewypłacalności klienta — pozbawieni są piśmiennych dowodów wykonanej pracy, przegrywając często w dodatku ewentualną sprawę sądową.

Powyższe cztery przyczyny pociągają za sobą — zdaniem autora — dla pewnego odłamu instalatorów brak zamówień duże straty i nawet ewentualne zwinięcie interesu.

Następnie autor omawia szkody wyrządzone zrzeszonym instalatorom przez sprzedaż materjałów instalacyjnych w niepowołanych ku temu sklepach oraz przez pokątne wykonywanie instalacyj. Dużo szkody przynosi instalatorom także niechęć do osobistego obsługiwania klienta oraz niewłaściwie sporządzane kosztorysy.

Na zakończenie autor przytacza **dziesięć wskazówek**, które zdaniem jego winien przyswoić sobie każdy dbający o swój interes instalator; oto są te wskazówki:

1. Staraj się przyjmować zamówienia osobiście.
2. Wszelkie zamówienia — nawet dodatkowe — potwierdzaj na piśmie, zastrzegając sobie w każdym wypadku prawo własności i ustalając warunki płatności.
3. Przeprowadzaj kalkulację rzeczowo i nie „podchodź" swych kolegów.
4. Naucz się szanować tych z pośród twych kolegów, którzy rzeczowo kalkulują i staraj się ich naśladować.
5. Zapoznaj się dokładnie z istniejącemi taryfami, by móc służyć klientowi ścisłą i zgodną z rzeczywistym stanem rzeczy informacją.
6. Nie sprzedawaj detalicznie materjału instalacyjnego w niepowołane ręce.
7. Nie popieraj „dzikiej" instalacji, nawet wśród bliskich twych krewnych.
8. Uczęszczaj regularnie na zebrania miejscowych grup stowarzyszenia instalatorów i przyjmuj czynny udział w pracach związku.
9. Po wykonaniu instalacji sporządź — nie zwlekając — jej plan i przeprowadź dodatkową kalkulację celem stwierdzenia, czyś na niej zarobił i ile?
10. Wystawiaj rachunek natychmiast po ukończeniu roboty.

Jakkolwiek podane wyżej „dziesięć zaleceń" skierowane są pod adresem instalatorów niemieckich, to jednak sądzimy, że i u nas niektóre z nich powinnyby znaleźć naśladowanie, a zwłaszcza trzecie, piąte i siódme. Na poruszone w tych punktach sprawy każdy dbały o swe dobro i swój fach instalator winien zwrócić baczną uwagę.

Ko.

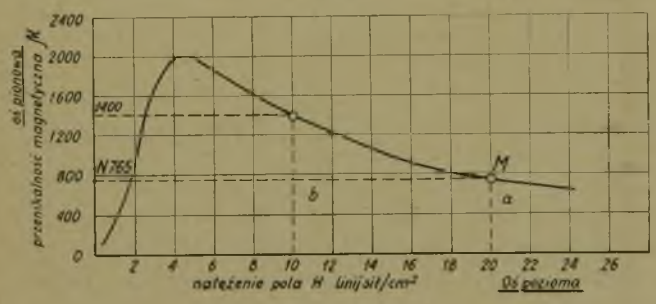
POPULARNA ELEKTROTECHNIKA.

Wykresy przenikalności oraz indukcji magnetycznej.

W poprzednim rozdziale o indukcji magnetycznej wspominaliśmy o t. zw. **wykresach przenikalności** magnetycznej. Wykresy te pozwalają łatwo i szybko wyznaczyć dla danego materjału, z jakiego wykonany jest rdzeń elektromagnesu, oraz dla danego natężenia pola magnetycznego **H** — wartość przenikalności magnetycznej μ. Mnożąc natężenie pola H przez odpowiednią wartość odczytanej z wykresu przenikalności μ, otrzymamy indukcję magnetyczną **B** t. j. gęstość magnetycznych linij sił indukowanych przez pole magnetyczne H w rdzeniu elektromagnesu z danego materjału.

Na rys. 1. podany jest wykres przenikalności magnetycznej μ dla żelaza miękkiego. Wykresem tym należy się posługiwać w następujący sposób: chcąc odnaleźć wartość przenikalności magnetycznej μ (dla żelaza miękkiego), odpowiadającej danej wartości natężenia pola magnetycznego **H**, należy odnaleźć wartość **H** na poziomej osi wykresu poczem poprowadzić z tego punktu linję pionową do przecięcia się z krzywą przenikalności; od punktu przecięcia należy poprowadzić prostą poziomą do przecięcia się z osią pionową wykresu, odczytując na niej odpowiednią wartość podziałki μ. Tak np. chcąc znaleźć z wykresu wartość indukcji magnetycznej dla natężenia pola magnetycznego H = 20 linij sił/cm², znajdujemy

przedewszystkiem na osi poziomej wykresu punkt oznaczony liczbą 20 (linij sił/cm²); od punktu tego prowadzimy linję pionową (oznaczoną na rys. 1 literą **a**) do przecięcia jej z krzywą przenikalności magnetycznej (w punkcie M). Od punktu M prowadzimy następnie linję poziomą **b** do przecięcia jej z pionową osią wykresu (w punkcie N), odczytując na umieszczonej przy niej podziałce odpowiednią wartość przenikalności t. j. w tym wypadku 765. Tak więc wartości natężenia pola magnetycznego H = 20 linij sił/cm² odpowiada wartość przenikalności μ = 765; a zatem w myśl tego, co powiedzieliśmy w poprzednim zeszycie, indukcja magnetyczna **B** wynosi w tym wypadku:



Rys. 1.

$$\mathbf{B} = \mu \mathbf{H} = 765 \cdot 20 = \underline{15.300 \text{ linij sił/cm}^2}.$$

Podobnież dla wartości H = 10 linij sił/cm² znajdujemy wartość przenikalności μ = 1400, wobec czego indukcja **B** w żelaznym rdzeniu elektromagnesu wynosi przy natężeniu pola magnetycznego H = 10 linij sił/cm²

$$\mathbf{B} = \mu \mathbf{H} = 1\,400 \cdot 10 = \underline{14.000 \text{ linij sił/cm}^2}.$$

Na rys. 1 podany jest wykres przenikalności magnetycznej μ dla żelaza **miękkiego.** Dla innych rodzajów materjałów np. dla stali lanej, żeliwa i t. d. krzywe przenikalności będą miały przebieg odmienny, wobec czego powyższą krzywą posługiwać się można jedynie przy obliczeniach dotyczących rdzeni wykonanych z miękkiego żelaza.

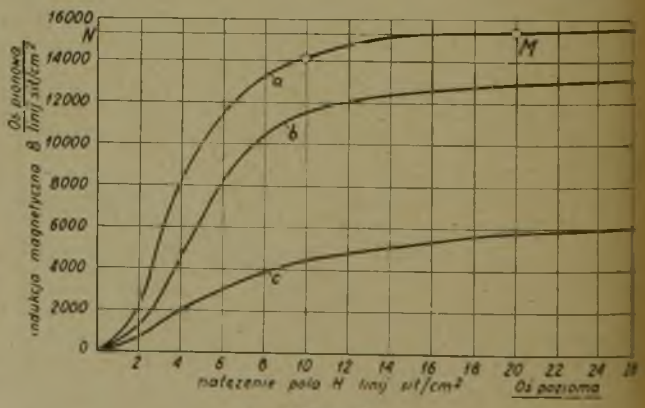
Są jeszcze inne wykresy, które umożliwiają **bezpośrednie** wyznaczenie indukcji magnetycznej **B** w rdzeniu elektromagnesu przy **danym materjale** i dla danej wielkości natężenia pola magnetycznego **H**. Są to t. zw. **wykresy indukcji magnetycznej.**

Tego rodzaju wykres widzimy na rys. 2. Podobnie, jak poprzedni wykres przedstawiał zależność przenikalności magnetycznej μ od wielkości natężenia pola **H**, tak rozpatrywany obecnie wykres pozwala nam — na podstawie wartości natężenia pola magnetycznego **H** — wyznaczyć (bezpośrednio) odpowiednią wartość indukcji magnetycznej **B**, **nie przeprowadzając żadnych dodatkowych obliczeń.** Jasnem jest, że skoro wartości przenikalności magnetycznej μ zależą od **rodzaju materjału,** z którego wykonany jest rdzeń elektromagnesu, to i krzywe indukcij magnetycznej **B** będą różne dla różnych materjałów. Na rys. 2 podane są **krzywe indukcji magnetycznej** dla żelaza miękkiego (**a**), dla t. zw. stali magnetycznej (**b**) oraz dla żeliwa (**c**).

Sposób posługiwania się krzywemi indukcji magnetycznej jest podobnie prosty, jak i sposób korzystania z krzywych przenikalności magnetycznej. Dla przykładu wyznaczymy wartość indukcji magnetycznej **B** dla wielkości natężenia pola magnetycznego H = 20 linij sił/cm² dla żelaza miękkiego. W tym celu postępujemy — podobnie zresztą, jak porzednio — w następujący sposób: na osi poziomej wykresu odnajdujemy punkt odpowiadający wartości H = 20 linij sił/cm²; od tego punktu prowadzimy linję pionową do przecięcia się z krzywą indukcji dla żelaza miękkiego (w punkcie M) poczem od punktu M prowadzimy linję poziomą do przecięcia się z osią pionową wykresu — (w punkcie N) i odczytujemy na osi tej, odpowiednią wartość liczbową indukcji **B.** Widzimy więc, że otrzymana z wykresu wielkość indukcji magnetycznej dla żelaza miękkiego przy wartości natężenia pola magnetycznego **H** = 20 linij sił/cm² wynosi 15.300 linij sił/cm², — czyli otrzymujemy tę samą wartość, co i poprzednio — natomiast krótszą znacznie drogą. Podobnie łatwo możemy np. sprawdzić, że dla wartości natężenia pola magnetycznego H = 10 linij sił/cm² wielkość indukcji w rdzeniu z miękkiego żelaza wynosi 14.000 linij sił/cm².

Z powyższego wykresu widzimy, że wartości indukcji magnetycznej **B** w różnych materjałach — przy tej samej wielkości natężenia pola magnetycznego H — są różne, przyczem **największą** swą wartość osiąga indukcja magnetyczna każdorazowo w żelazie miękkiem (wszystkie punkty krzywej indukcji w miękkiem żelazie leżą powyżej odpowiednich punktów pozostałych krzywych). Tak np. przy wartości natężenia pola magnetycznego **H** = 20 linij sił/cm² indukcja w rdzeniu z miękkiej stali magnetycznej osiągnęłaby wartość wynoszącą 12.900 linij sił/cm², w żeliwie natomiast — przy tej samej wartości natężenia pola magnetycznego H — osiągnęłaby ona zaledwie 5.750 linij sił/cm². Widzimy więc, że pod względem zdolności indukowania (powielania) magnetycznych linij sił żelazo miękkie jest najbardziej wydajne; inne materjały znacznie mu pod tym względem ustępują.

Pozatem na wykresach indukcji magnetycznej widzimy przebieg zjawiska t. zw. **nasycania** żelaza, o którym wspominaliśmy w poprzednim rozdziale. I tak rozpatrując np. wykres indukcji magnetycznej w miękkiem żelazie (rys. 2), widzimy, że przy małych wartościach natężenia pola magnetycznego **H** (poniżej 6 linij sił/cm²) indukcja **B**



Rys. 2.

w miękkiem żelazie wzrasta b. szybko (krzywa indukcji wznosi się dość stromo ku górze, osiągając coraz to większe wartości).

W miarę jednak dalszego wzrostu natężenia pola magnetycznego **H** wzrost krzywej tej staje się coraz mniej stromy i wreszcie, zaczynając od wartości H = 14 linij/cm² staje się on b. powolny. W tem właśnie mniej więcej miejscu zaczyna się objawiać **zjawisko nasycenia** żelaza magnetycznemi linjami sił. I tak np. podczas gdy dwukrotnemu wzrostowi natężenia pola magnetycznego H (od 4 do 8 linij sił/cm² odpowiada wzrost indukcji B z 8.000 do 13.200 linij sił/cm², czyli ok. 65% — powiększeniu natężenia pola magnetycznego **H** z 12 do 24 linij sił/cm² odpo-

wiada wzrost indukcji magnetycznej z 14.700 do 15.600 linij sił/cm², czyli zaledwie o 6%, jakkolwiek natężenie pola H wzrosło również dwukrotnie! Na tym przykładzie widzimy dobitnie, na czem polega zjawisko nasycenia żelaza.

Przechodząc do zagadnień **praktycznego obliczania przekrojów** oraz **długości rdzeni elektromagnesów**, służących do podnoszenia ciężarów, bądź też do wytwarzania obwodów magnetycznych w maszynach elektrycznych i transformatorach, musimy umieć wyznaczać ilość amperozwojów magnesujących, niezbędnych do wytworzenia strumienia magnetycznego i przeprowadzenia go przez elektromagnesy oraz dzielące je szczeliny powietrzne. W tym celu musimy się zapoznać z **wykresami namagnesowania**, w których — obok wartości indukcji magnetycznej — podane są odpowiednie wartości amperozwojów obliczonych na centymetr bieżącej drogi, jaką mają przejść linje sił w danym obwodzie magnetycznym. Zarówno kształt krzywych, jak i sposób posługiwania się niemi jest zupełnie podobny do przytoczonych powyżej wykresów; różnica polega jedynie na tem, że na osi poziomej wykresu — zamiast natężenia pola magnetycznego **H**, podana jest (celem ułatwienia obliczeń praktycznych) odpowiednia liczba amperozwojów magnesujących.

O wykresach tych mowa będzie w zeszycie 6-ym.

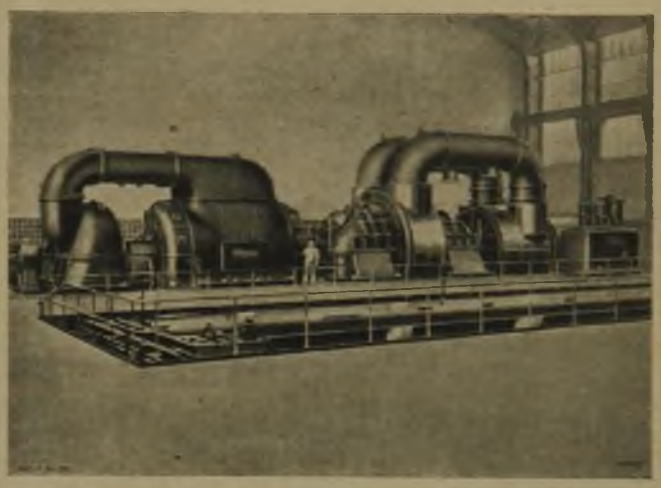
NOWINY ELEKTROTECHNICZNE.

PIERWSZY TRANSFORMATOR TRÓJUZWOJENIOWY O MOCY 3000 kVA I NAPIĘCIU 60000 V ZAMÓWIONY W POLSCE. Pomimo obecnego kryzysu Polska staje się na polu przemysłu elektrotechnicznego krajem coraz bardziej samowystarczalnym. Dowodzi tego m. in. fakt, że na początku b. roku firma „Elektrobudowa" w Łodzi przystąpiła do wykonania pierwszego w Polsce transformatora trójuzwojeniowego o mocy 3000 kVA o przekładni 60000/16250/4 400 V dla „Pomorskiej Elektrowni Krajowej Gródek", z zaczepami po stronie 60 kV i 16kV. Transformator ma być wykonany do pracy pod gołem niebem z naturalnem chłodzeniem powietrznem. Transformatory trójuzwojeniowe umożliwiają jednoczesne zasilanie po stronie wtórnej dwóch linij wysokiego napięcia o różnem napięciu. Podjęcie się wykonania tak poważnej jednostki, przystosowanej do równoległej pracy z istniejącemi transformatorami dwuuzwojeniowemi, dowodzi, że polski przemysł elektrotechniczny wyzwala się coraz bardziej z zależności od zagranicy. Należy zaznaczyć, że wykonania transformatora podjęła się firma czysto polska, oparta zarówno o kapitał polski, jak i pracująca wyłącznie przy pomocy sił technicznych polskich. Przy tej okazji podnieść trzeba obywatelskie stanowisko elektrowni w „Gródku", która swem zamówieniem umożliwia polskiemu przemysłowi elektrotechnicznemu dokonanie tak znacznego kroku naprzód w dziedzinie budowy transformatorów.

(„Przegląd Elektrotechniczny" Zesz. 7/1933).

TURBOZESPOŁY — OLBRZYMY. Szybki rozwój elektrotechniki w ostatniem dziesięcioleciu pociągnął za sobą konieczność budowania coraz to większych jednostek, służących do wytwarzania energji elektrycznej. O ile przed wojną światową turbozespół o mocy 10.000 kW uważany był za jednostkę b. wielką i tylko wyjątkowo spotykano, jako swego rodzaju rekordowe, — jednostki o mocy 20.000 kW, dziś w krajach uprzemysłowionych turbozespoły o mocy 10.000 kW spotkać można niemal w każdej większej elektrowni.

Idąc w kierunku ciągłego powiększania mocy turbogeneratorów, osiągnięto ostatniemi laty pod tym względem wyniki wręcz wspaniałe. I tak np. zbudowano kilka turbozespołów o mocy 100.000 kVA przy 1.500 obr/min.; jednostki te wykonane zostały przez znane europejskie firmy elektrotechniczne. Jeden z powyższych turbozespołów zbudowany został przez zakłady Brown-Boveri S. A. w Mannheimie dla wielkiej elektrowni okręgowej w Zschornewitz (Saksonja), należącej do t-wa Elektrowerke A. G. Jest to największy zbudowany dotychczas w Europie generator czterobiegunowy; pokazany jest powyższy turbozespół na rys. 1 ustawiony. Z **prawej** strony widzimy napędzającą generator turbinę wielocylindrową; składa się ona z trzech cylindrów: wysokoprężnego, średniej prężności oraz niskoprężnego. Widoczne na rys. 2



Rys. 1. Turbozespół o mocy 100.000 kVA, 1500 obr/min, cos φ = 0,85 w elektrowni okręgowej w Zschornewitz (Niemcy).

dwie biegnące równoległe rury prowadzą parę — po wylocie z części o średniej prężności — do cylindra niskoprężnego; stąd para — po całkowitem rozprężeniu — odpływa dwiema równoległemi drogami wdół do skraplacza (kondensatora). Najnowsza zasada budowy turbin parowych wielkiej mocy, polegająca na podziale turbiny na kilka części — według temperatur przebiegającej przez nie pary, — pozwala osiągnąć m. inn. b. duży współczynnik wydajności; pozatem tego typu turbina może być uruchomiona w ciągu kilku minut i nie jest wrażliwa na wahania obciążenia.

Z **lewej** strony widzimy na rys. 1 generator prądu trójfazowego. Powietrze chłodzące wchodzi do generatora od

Rys. 2. Turbozespół o mocy 188.000 kVA w elektrowni Hell Gate w New Yorku, należącej do T-wa United Electric Light and Power Co.

dołu; po przejściu przez kanały wentylacyjne w blachach żelaznych twornika opuszcza ono maszynę i przez widoczną na rys. 1 rurę płynie do ustawionego osobno wentylatora, który je przetłacza przez znajdującą się pod generatorem chłodnicę, skąd ochłodzone powietrze wraca z powrotem do generatora. W ten sposób obieg powietrza chłodzącego generator jest zamknięty. Kanały wentylacyjne rozmieszczone zostały w ten sposób, że powietrze chłodzi tak-

że powierzchnię wirującej magneśnicy (rotora) oraz połączenia czołowe cewek twornika (statora).

Ameryka, jak w każdej zresztą dziedzinie techniki, przoduje światu także w elektrotechnice. Jednakże celem wykonania olbrzymiego — nawet na stosunki amerykańskie — turbozespołu zwrócono się do jednej z firm szwajcarskich, zamawiając **turbozespół** o dwu wałach **łącznej mocy 160.000 kW.** By zdać sobie sprawę z wielkości mocy, jaką jednostka ta może rozwinąć, wystarczy zaznaczyć, że „mieści" ona w sobie moc zainstalowaną w trzech wielkich elektrowniach w Polsce razem wziętych*), przyczem pamiętać należy, że każda z tych elektrowni posiada kilka turbozespołów, a więc łączna moc tych elektrowni reprezentowana jest przez kilkanaście jednostek.

Turbozespół ten, składający się z dwóch ustawionych obok siebie turbogeneratorów — czterobiegunowego o mocy 88.000 kVA przy 1.800 obr./min. oraz sześciobiegunowego o mocy 100.000 kVA przy 1.200 obr./min., 60 okr./sek., — widzimy na rys. 2. Turbinę parową skonstruowano, jako turbinę dwucylindrową zaopatrzoną w część wysokoprężną oraz niskoprężną; wirnik cylindra wysokoprężnego wykonuje 1.800 obr/min. i napędza wymieniony wyżej generator o mocy 88.000 kVA. Wirnik cylindra niskoprężnego — ustawiony równolegle do wirnika wysokoprężnego — robi 1.200 obr/min. i napędza wspomniany generator o mocy 100.000 kVA.

Łączący część wysokoprężną turbiny z częścią niskoprężną przewód parowy widzimy na rys. 2. Widoczne na tymże rysunku rury nad generatorami służą do prowadzenia chłodzącego generatory powietrza. By zdać sobie sprawę z wielkości obu generatorów, wystarczy zaznaczyć, że czterobiegunowy generator waży 200 ton, sześciobiegunowy zaś 260 ton; ciężar rotorów wynosi — czterobiegunowego 62 tony, sześciobiegunowego zaś 100 ton. Transport turbozespołu — olbrzyma odbył się z Badenu (w Szwajcarji) do Antwerpji w 82 wagonach kolejowych, z których 14 było 6 — 8 osiowych. Montaż na miejscu w elektrowni w New Yorku trwał 18 tygodni.

WYŁĄCZNIKI Z MEMBRANĄ. Sprawa należytego uszczelnienia pokrywek w wyłącznikach używanych do instalacyj elektrycznych w pomieszczeniach wilgotnych lub też o wyziewach żrących, czy też niebezpiecznych pod względem ogniowym lub wybuchowym, nastręcza — jak wiadomo — wiele trudności, zwłaszcza przy wyłącznikach pokrętnych, gdyż wszelkie systemy uszczelnienia osi tych wyłączników okazują się b. niepraktyczne w użyciu.

By temu zaradzić, jedna z firm elektrotechnicznych w Niemczech opracowała ostatnio nowy typ wyłącznika zaopatrzonego w specjalną ruchomą membranę gumową; membrana ta — zaciśnięta na obu końcach zapomocą pokrywy wyłącznika — zmienia kształt swej powierzchni zależnie od położenia drążka, z którym jest połączona, nie hamując jednak przytem jego ruchów. Membrana wykonana jest z gumy wysokiego gatunku, odpornej na działanie kwasów i wyziewów żrących. Na rys. 3 widzimy przekrój wyłącznika, zaopatrzonego w wymienioną wyżej membranę; na rys. 4 widoczne są oba położenia membrany—przy włączonym i wyłączonym wyłączniku. Przed uszkodzeniem mechanicznem zabezpiecza membranę pokrywka wyłącznika, wykonana z odpowiedniego materjału izolacyjnego. Wyłącznik może mieć zastosowanie w przemyśle chemicznym, górnictwie, cukrowniach i t. d. oraz we wszystkich pomieszczeniach niebezpiecznych pod względem ogniowym i wybuchowym, a także do instalacyj elektrycznych na statkach oraz przy oświetlaniu okien wystawowych.

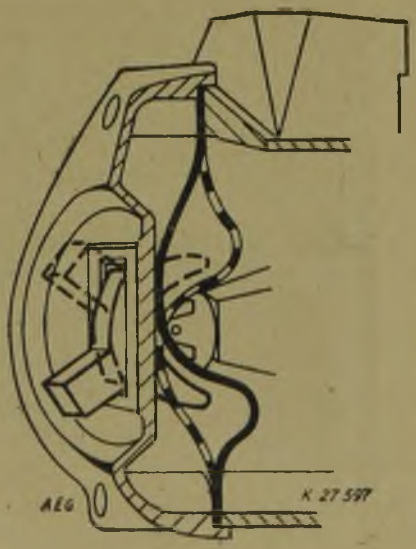
(V. E. I. Zeszyt 8/1933).

USZKODZENIE KABLA PRZEZ SZCZURY. Ciekawy wypadek uszkodzenia kabla miejskiej sieci elektrycznej zdarzył się niedawno w Dreznie (Niemcy). Kabel przebiegał w podwórzu jednego z domów, niedaleko od śmietnika, w którym gnieździły się szczury. Pewnego dnia nastąpiło uszkodzenie kabla, wskutek czego zaszła konieczność wymiany kilkumetrowego odcinka tego ostatniego. Przy bliższych oględzinach uszkodzonego kabla zauważono wyraźnie ślady, pochodzące od ostrych zębów; były one tak głębokie, że — poprzez powłokę ołowianą i papier — sięgały do żył miedzianych kabla. Okazało się, że zgłodniałe szczury przedostały się przez nieszczelne miejsce w pancerzu ochronnym i zasmakowały w ołowiu, który — jak wiadomo — ma słodkawy smak, a może i w masie, którą był nasycony papier. Z chwilą jednak, gdy zwierzęta zetknęły się z będącemi pod napięciem żyłami kabla, zostały prawdopodobnie porażone prądem, co zniechęciło je do dalszej pracy destrukcyjnej. Po wytępieniu szczurów zapomocą trucizny tego rodzaju wypadki nie powtarzały się więcej.

(Telegraphen Praxis. Zeszyt 4/1933).

KINO DLA PROPAGANDY ELEKTRYCZNOŚCI. Francuskie Towarzystwo dla propagandy elektryczności — otworzyło niedawno w Paryżu kino, gdzie odbywają się odczyty oraz demonstrowane są ciekawe filmy z dziedziny światła i zastosowań elektryczności. Architekci i oświetleniowcy wytężyli wszystkie siły, by wyposażyć kinoteatr ten w jaknajdoskonalszą instalację oświetleniową. Jest ona nietylko oryginalna, lecz w najdrobniejszych szczegółach starannie przemyślana. Sufit widowni, który nieco opada ku scenie, składa się z 14 następujących po sobie równoległych wgłębień, — jak to widać na rys. 5. Niewidoczne dla oka żarówki, umieszczone w przedniem zagłębieniu, oświetlają wklęsłości wgłębień w ten sposób, że promień ich krzywizny wzrasta w miarę oddalania się od sceny. Tą drogą uzyskano zarówno ciekawy efekt dekoracyjny, jak i znaczne

Rys. 3.



Rys. 4.

Rys. 5.

*) Elektrownia Łódzka (70.750 kW), Elektrownia Warszawska (57.900 kW) oraz Elektrownia Okręgu Warszawskiego w Pruszkowie (31.500 kW) — razem 160.150 kW.

PRZY WSZELKICH ZAPYTANIACH I ZAKUPACH POWOŁUJCIE

spotęgowanie akustyki teatru. Całkowita długość wgłębień wynosi 90 metrów; każde z nich zawiera 50 żarówek po 25 watów. Łączna moc zainstalowana na widowni wynosi 17,5 kW przy średniej jasności parteru 55 luksów.

(B. I. P. Zesz. 4 1932).

SAMOCZYNNA REGULACJA OŚWIETLENIA W PRZEJEŹDZIE PODZIEMNYM. W ub. roku oddano w Paryżu do użytku publicznego przejazd podziemny, w którym zastosowano po raz pierwszy na świecie samoczynną regulację oświetlenia w zależności od wahań natężenia światła dziennego. Instalacja ma na celu ułatwienie kierowcom samochodowym przystosowanie się do zmienionych warunków oświetlenia, jakie wynikają ze znacznej różnicy jasności światła przy wjeździe i wyjeździe z tunelu.

Wnętrze tunelu o długości 250 m oświetlone zostało 256-ma żarówkami, każda o mocy 500 watów, równomiernie rozmieszczonemi wzdłuż ścian przejazdu i podzielonemi na cztery grupy — by przez zapalanie lub gaszenie odpowiednich grup uzyskać żądaną skalę oświetleniową.

W dnie słoneczne zapalane są w tunelu wszystkie lampy t. j. 256; w dnie pochmurne pali się co druga żarówka t. j. łącznie 128, przy półmroku — co czwarta t. j. 64, wreszcie w nocy — co ósma t. j. 32 żarówki.

Samoczynna regulacja oświetlenia drogą zapalania i gaszenia odpowiednich grup żarówek — dokonywa się za pośrednictwem komórki fotoelektrycznej (selenowej) czyli t. zw. fotoceli. Zasada jej działania opiera się na własnościach selenu — metalu, który trzymany w ciemności nie przewodzi prądu, pod wpływem światła natomiast zmniejsza wybitnie swą oporność, stając się dobrym przewodnikiem elektryczności. Wskutek wspomnianych własności selenu wahania światła dziennego wywołują wahania oporności komórki fotoelektrycznej, która — zależnie od chwilowej oporności selenu — a więc zależnie od natężenia światła nazewnątrz przejazdu — przepuszcza mniejszy lub większy prąd, ten zaś, działając na odpowiednie przekaźniki, samoczynnie reguluje oświetlenie w przejeździe. Komórkę fotoelektryczną umieszczono w sąsiedztwie przejazdu — w kloszu na szczycie latarni ulicznej.

(Télémécanique, 1932).

SKRZYNKA POCZTOWA.

p. **KAZIMIERZ HEJNOWICZ** w Poznaniu, Kilińskiego 7. Pytanie. Jak przystosować silnik bocznikowy prądu stałego 220 V 0,38 A 2000 obr./min. — do pracy na prąd jednofazowy 220 V 50 okr/sek; pożądana jest przytem ilość obrotów możliwie niezależna od wielkości obciążenia.

Pozatem w liście swym pisze WPan m. in. co następuje: przy połączeniu bocznikowem silnik — po załączeniu go na sieć prądu zmiennego — nie ruszał wcale z miejsca. Przy połączeniu natomiast szeregowem chodził zarówno w jednym, jak i w drugim kierunku, osiągając przytem prawie normalną ilość obrotów. Praca jednak w tym układzie była niemożliwą, gdyż silnik b. silnie iskrzył Po zastosowaniu układu, polegającego na podzieleniu uzwojenia magnesującego na dwie grupy i połączeniu ich ze sobą równolegle — silnik pracuje prawidłowo, jednakże — ponieważ obie równoległe grupy uzwojeń magnesujących połączone są w szereg z twornikiem — zachodzi obawa rozbiegania się silnika przy biegu luzem.

Odpowiedź. Doświadczenia, które WPan przeprowadził z silnikiem, potwierdzają znaną własność silników prądu stałego, których na prąd zmienny używać niemożna, a przeróbka nie opłaca się.

Z chwilą, gdy chcemy do prądu zmiennego zastosować silnik z komutatorem (kolektorem), wchodzimy w dziedzinę t. zw. jednofazowych silników komutatorowych prądu zmiennego. Przy silnikach bocznikowych — wskutek wielkiej indukcyjności uzwojenia magnesującego (dużo zwojów nawiniętych na żelaznych rdzeniach magnesów) — prąd jest słaby a pozatem następuje b. znaczne przesunięcie fazy pomiędzy napięciem na zaciskach silnika, a strumieniem magnesującym. Prąd w tworniku silnika jest prawie że w fazie z napięciem na zaciskach; — jest on przeto przesunięty w czasie względem strumienia magneśnicy b. znacznie wskutek czego moment kręcący silnika jest tak znikomy, że ten ostatni może nie ruszyć nawet z miejsca. Tem się tłumaczy, że przy połączeniu bocznikowem badany silnik po załączeniu jego na sieć nie ruszał z miejsca.

Przy silniku szeregowym natomiast prąd zmienny, przepływając przez tworzik i uzwojenie magnesujące silnika, zmienia jednocześnie swój kierunek

Komisja Pomocy Koleżeńskiej
Stowarzyszenia Elektryków Polskich
poleca:
zdolnych elektryków
na wszelkie posady związane
z elektrotechniką.

w tworniku i w magneśnicy: moment kręcący zachowuje więc kierunek stały podczas całego okresu przebiegu prądu zmiennego, dzięki czemu silnik obraca się w tym kierunku. Przedewszystkiem jednak zwrócić należy uwagę na to, że budowane na prąd zmienny jednofazowe silniki komutatorowe posiadają zarówno pieńki (rdzenie) magnesów, jak i ich nabiegunniki oraz magneśnicę — wykonane z odizolowanych od siebie pojedyńczych blach, jak to wogóle ma miejsce przy maszynach prądu zmiennego. W przeciwnym bowiem razie zmienne (w czasie) pole magnetyczne, powoduje w żelazie magneśnicy oraz elektromagnesów b. wielkie straty na t. zw. prądy wirowe i histerezę magnetyczną w żelazie (przy maszynach prądu stałego zjawiska te nie zachodzą, gdyż pole magnetyczne w elektromagnesach nie zmienia się w czasie). Straty te powodują: po pierwsze: zwiększony dopływ prądu, który wpływa na iskrzenie komutatora, po drugie zaś silnie nagrzewają magneśnicę i rdzenie magnesów, wobec czego praca silnika — nawet gdyby iskrzenie udało się całkowicie usunąć — nie byłaby możliwą z powodu nadmiernego nagrzewania się żelaza magnesów, i co zatem idzie umieszczonych na niem cewek. Pozatem przyczyna iskrzenia leży w dużych napięciach, powstających w zwieranych przez szczotki na komutatorze cewkach i powodujących duże prądy indukowane. Przeciwdziałać temu można bądź drogą zmiany ilości zwojów w magnesach, bądź też przez obniżenie częstotliwości prądu (oba sposoby nie są praktyczne). Czasami pomaga także użycie wąskich i twardych szczotek na kolektorze, lub też umieszczenie dodatkowych oporów pomiędzy cewkami twornika a komutatorem. Ostatnim wreszcie środkiem na usunięcie iskrzenia byłoby umieszczenie na biegunach zwrotnych (komutacyjnych) — o ile silnik je posiada — specjalnego uzwojenia, połączonego równolegle z zaciskami sieci. Wówczas jednak uzwojenie szeregowe, umieszczone normalnie na biegunach zwrotnych, należałoby całkowicie usunąć; zastosowanie tego środka wymaga jednak bliższego zbadania silnika i przeprowadzenia odpowiednich obliczeń.

Przy zastosowanem przez WPana połączeniu silnik posiada własność zmiany ilości obrotów wraz z obciążeniem, podobnie jak silnik szeregowy prądu stałego. Zjawiska tego **nie da się usunąć**, gdyż wynika ono z zasadniczych własności elektrycznych i magnetycznych silnika w układzie **szeregowym**. Silniki komutatorowe na prąd zmienny muszą być specjalnie budowane — **odmiennie** od silników, przeznaczonych dla prądu stałego. Przystosowanie ich do nienagannej pracy na prąd zmienny jest, jak widzimy, b. uciążliwe i kosztowne i zupełnie się nie opłaca, pomijając to, że nie zawsze daje zadawalające wyniki.

p. J. M-A na Śląsku. Pytanie. Jakie są przyczyny powstawania „brzęczenia" w transformatorach i jak je można usunąć?

Odpowiedź. Brzęczenie w transformatorach powstaje wskutek okresowych zmian prądu oraz pola magnetycznego, które powodują podobne zmiany istniejących pomiędzy poszczególnemi blachami rdzenia sił magnetycznych (przyciągających i odpychających). Dlatego też każdy transformator zaczyna mniej lub silniej brzęczeć — z chwilą przyłączenia go do sieci, a więc z chwilą powstania pola magnetycznego; jasnem jest wobec tego, że transformator brzęczy także przy biegu luzem (nieobciążony). Stopień brzęczenia transformatorów bywa różny. Zależy on przedewszystkiem od wielkości transformatora oraz od stopnia współbrzęczenia (rezonansu) skrzyni transformatorowej; przy skrzyniach falistych brzeczenie występuje naogół w słabszym stopniu, niżeli przy skrzyniach gładkich. Pozatem potęgować brzęczenie mogą warunki akustyczne pomieszczenia, w którem transformator jest ustawiony. Odgrywa tu wreszcie pewną rolę także rodzaj wykonania rdzeni oraz jarzm trasformatora.

Ponieważ, jak widzimy, brzęczenie jest zjawiskiem naturalnem i istotnej przyczyny jego powstawania — zmiennego pola magnetycznego oraz wywołanych przezeń sił magnetycznych — nie da się usunąć, — możemy mówić jedynie o zmniejszeniu stopnia brzęczenia. Jedyną radą na to jest dociągnięcie ściskających rdzeń śrub oraz skontrolowanie, czy pomiędzy poszczególnemi powierzchniami styku blach rdzenia nie wytworzyły się odstępy większe niżeli 1/10 mm. W tym wypadku należy rdzeń transformatora mocno docisnąć.

RÓŻNE.

Doroczny Zjazd Stowarzyszenia Elektryków Polskich.

W dniach 11 — 13 czerwca b. r. odbędzie się w Warszawie wspólny Zjazd Stowarzyszenia Elektryków Polskich i Elektrotechnicznego Związku Czechosłowackiego (Elektrotechnicky Svaz Ceskoslovensky). Równocześnie odbywać się będzie w gmachu Politechniki Warszawskiej **wystawa** pokazowa wyrobów elektrotechnicznych kilkudziesięciu fabryk polskich, celem ilustracji ostatnich postępów krajowej elektrotechniki. W wystawie, która trwać będzie od dn. 11 do dn. 21 czerwca b. r., wezmą również udział Ministerstwa Przemysłu i Handlu oraz Poczt i Telegrafów, Zakłady i laboratorja elektrotechniczne Politechniki Warszawskiej a także kilka firm elektrotechnicznych czeskosłowackich.

DROBNE OGŁOSZENIA.

KUPIMY następujące silniki: jeden prądu stałego 220 V 7—8 KM., 2800 obrot./min. i jeden prądu trójfazowego 220/380 V albo 120/220 V 15—18 KM. 950 obrot./min. Oferty sub „Okazyjnie" do akw. ogł. Fuchsa, Łódź, ul. Piotrkowska 52.

SPRZEDAMY SILNIKI na prąd stały 110 V, Page-5 KM, A.E.G. — 1,5 kW Oferty: „Henryków", Warszawa, Elektoralna 5, tel. 222-66.

KUPIĘ silnik trójfazowy 3,5 kW, 120 V z rozrusznikiem i kołem pasowem. Oferty pod „Trójfazowy" do Administracji „W. E."

KUPIMY 8 liczników na prąd jednofazowy 220 V, 5 A — mogą być używane. Oferty pod „Liczniki" do Administracji „W. E."

PISMO PRZECZYTAJ SAM I DAJ DO PRZEJRZENIA ZNAJOMEMU ELEKTROTECHNIKOWI

WYDAWCA: Wydawnictwo czasopisma „PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY" Sp. z ogr. odp.

Warunki prenumeraty: kwartalnie — **2 zł.** półrocznie **4 zł.** rocznie **8 zł.** za zmianę adresu (znaczkami pocztowemi) 50 gr. Ceny ogłoszeń podaje Administracja na zapytanie.

Adres Redakcji i Administracji: Warszawa, ul. Czackiego 5 m. 24, tel. 690-23. Biuro administracji czynne codziennie od 9—15-ej, w soboty do 13-ej. Redaktor przyjmuje we środy od 19-ej do 20-ej.

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

S. A. Z. G. „Drukarnia Polska", Warszawa, Szpitalna 12. Tel. 717-98