

# W I A D O M O Ś C I ELEKTROTECHNICZNE

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

Redaktor inż. el. Ignacy Baran

\*

Warszawa, Czackiego 3/5

R O K X

M A J 1950

ZESZYT 5

**TREŚĆ ZESZYTU 4-go.** 1. KOMUNIKAT SEP. 2. POLSKA ELEKTROTECHNIKA NA XXIII-ch MIĘDZYNARODOWYCH TARGACH POZNAŃSKICH. 3. UPROSZCZONE OBLICZANIE TRANSFORMATORÓW BARDZO MAŁYCH MOCY. 4. POMIAR OPORU MATERIAŁÓW IZOLACYJNYCH. 5. BEZPIECZNIKI CIEPLNE DLA OCHRONY PIECÓW ELEKTRYCZNYCH. 7. POPULARNA ELEKTROTECHNIKA. 8. KĄCIK JEZYKOWY. 9. WYDAWNICTWA.

## K o m u n i k a t S E P

W dniu 5 maja 1950 r. odbył się III Zjazd Delegatów SEP, na którym uchwalono jednomyślnie d w i e rezolucje następującej treści:

**Rezolucja w sprawie mobilizacji polskiego świata elektrotechnicznego do walki o pokój.**

Delegaci wszystkich oddziałów SEP zebrani na dorocznym zjeździe w Warszawie w dniu 5.5.1950 r. po podsumowaniu dotychczasowej działalności i przedyskutowaniu wytycznych na przyszłość uchwalają:

Rok 1950 — pierwszy rok Planu Sześcioletniego mającego ugruntować podstawy socjalizmu w Polsce stawia przed polskim światem technicznym zadanie pełnej mobilizacji sił i środków dla umocnienia marszu do socjalizmu.

Inteligencja techniczna, która w swej większości natychmiast po oswojeniu kraju przez sławną Armię Radziecką stanęła u boku bohaterskiej klasy robotniczej Polski, przez swój codzienny wkład w budowie nowej socjalistycznej Polski, przez pogłębienie świadomości politycznej coraz bardziej wiąże swój los i pracę z przewodzącą narodowi klasą robotniczą.

Inteligencja techniczna jasno i wyraźnie widzi, że obóz imperialistyczny prowadzony przez garstkę awanturników kapitalistycznych gotów jest dla swych antyspołecznych interesów rzucić ludzkość w odmet nowej wojny, któraby zniszczyła miliony istnień ludzkich i zburzyła to, co ciężką pracą buduje, robotnik, chłop i inteligent.

Widzi ona również i to, że jest siła, która tym niecnym knowaniom imperialistycznym przeciwstawia się, siła natchniona przykładem Związku Radzieckiego, wiernego i wytrwałego chorążego pokoju, siła która pod swoimi sztandarami

skupiła 800 milionów ludzi budujących socjalizm i wielkie masy ludzi, którzy w krajach kapitalistycznych nie szczędzą krwi i ofiar w walce o pokój.

W tej walce o pokój inteligencja techniczna winna zająć miejsce w pierwszych szeregach bojowników, wzmacniając swą ofiarną pracą Polskę Ludową — jedno z ogniw światowego frontu pokoju.

Zjazd Delegatów w zrozumieniu doniosłości chwili wzywa wszystkich inżynierów i techników — elektryków zrzeszonych i niezrzeszonych w SEP do czynnej współpracy z Komitetami Obrony Pokoju, do złożenia podpisów pod rezolucją sztokholmską, piętnującą i stawiającą przed trybunał narodów ten rząd, któryby pierwszy użył bomby atomowej.

Stowarzyszenia naukowo-techniczne w walce o pokój mają specjane zadanie polegające na mobilizacji wszystkich inżynierów i techników do tej walki przez wzrost uświadamiania ideologicznego oraz przez aktywny udział w pracy nad wzmocnieniem i rozwinięciem gospodarki socjalistycznej w naszym kraju.

Kierowany świadomością tych wielkich zadań stojących przed SEP — Zjazd Delegatów postanawia przy wykonywaniu programu pracy SEP:

1. Rozszerzyć akcję propagandową wśród niezrzeszonych inżynierów i techników elektryków za wstępowaniem do SEP.
2. Uaktywnić wszystkie oddziały i placówki SEP przez prace związane z realizacją programu SEP.
3. Wciągnąć szeroki ogół członków SEP do współpracy z zakładami pracy, klubami techniki i racjonalizacji.

4. Zobowiązać ogół członków SEP do współpracy przy organizowaniu pomocy technicznej dla racjonalizatorów, przy organizowaniu kursów i odczytów.  
Otoczyć opieką szkoły inżynierskie wieczorowe i korespondencyjne.
5. Zobowiązać Zarząd Główny SEP do zwoływania konferencji naukowo-technicznych wspólnie z odpowiednimi placówkami naukowymi na tematy związane z palącymi zagadnieniami życia gospodarczego.
6. Nawiązać ścisłą współpracę z kołami uczelnianymi i młodzieżą studiującą.
7. Pogłębić więź nauki i praktyki przez przekazywanie rezultatów konferencji naukowo-technicznych dla praktycznego wykorzystania przez ogół techników oraz przez przejmowanie i rozpowszechnienie wśród techników, inżynierów i naukowców pomysłów i osiągnięć przodujących robotników.
8. Zobowiązać Zarząd Główny i Zarządy Oddziałów SEP do ułożenia planu odczytów i referatów ściśle związanych z potrzebami

planu gospodarczego dla zapoznania ogółu techników z nową techniką i pomożenia w jej opanowaniu.

Plan ten winien w pierwszym rzędzie uwzględnić zdobycze przodującej techniki radzieckiej.

9. Zobowiązać kolegia redakcyjne pism fachowych SEP do wyprostowania linii ideowej pism, przez walkę z kosmopolityzmem i skostniałością w technice, przez szerzenie wiedzy o technice radzieckiej i ściślejsze powiązanie tematyki z potrzebami gospodarki narodowej.

#### Protest przeciwko usunięciu prof. Joliot-Curie ze stanowiska Wysokiego Komisarza do sprawy badań energii atomowej we Francji

III Zjazd Delegatów SEP dołącza swój głos do głosów oburzenia całego postępowego świata na haniebne zarządzenie rządu francuskiego, który na rozkaz swych imperialistycznych mocodawców z Waszyngtonu usunął ze stanowiska Wysokiego Komisarza do spraw badań energii atomowej chlubę nauki francuskiej, patriotę i bojownika o pokój, prof. JOLLIOT-CURIE.

## Polska Elektrotechnika na XXIII-ch Międzynarodowych Targach Poznańskich

Inż. Janusz Kanclerz

*Tegoroczna impreza targowa w Poznaniu zorganizowana została przez powołanie do życia 19 Komitetów Branżowych. Stoisko elektrotechniki organizował Komitet Branżowy Przemysłu Elektrotechnicznego XXIII M.P.T., zajmując czwarte miejsce przy urządzaniu Targów w socjalistycznym współzawodnictwie pracy. Elektrotechnika wystąpiła w sposób odmienny niż lat ubiegłych.*

*Całość ekspozycji towarowej została ujęta wyraźnie, w rozgraniczonych działach, wynikających z potrzeb życia gospodarczego, kulturalnego i społecznego, przy czym nie brak było ładnych form i szczegółów architektonicznych. Poprzez ekspozycję towarową przebiegała myśl problemowa, podkreślająca kosmopolityczne znaczenie współzawodnictwa, racjonalizatorstwa i szkolnictwa zawodowego w przemyśle elektrotechnicznym, oraz w uspołecznionym handlu wyrobami tego przemysłu.*

*Zarówno w ekspozycji towarowej, jak i w problemowej podkreślono silnie dorobek planu 3-letniego polskiej elektrotechniki, z jakim wkraczamy w plan 6-cio letni.*

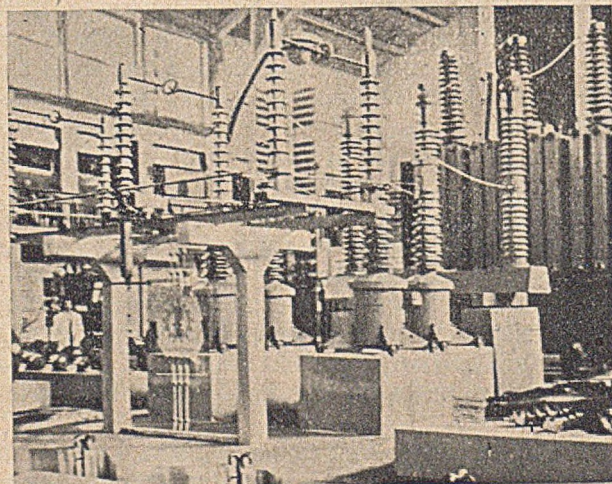
#### ELEKTROTECHNIKA W SŁUŻBIE ENERGETYKI

Wchodząc do Pawilonu Ciężkiego Przemysłu widzimy górujący swymi rozmiarami nad innymi ekspozycjami transformator przesyłowy, trójfazowy, olejowy, budowy zewnętrznej o mocy 25.000 kVA, o przekładni 110.000/6300 V, z regulacją bez obciążenia, po stronie wyższego napięcia  $\pm 5\%$ ; stał się on symbolem stoiska elektrotechniki, wzbudzając ogólne zainteresowanie swym 70-cio tonowym ciężarem.

Transformator ten wybudowany został w układzie połączeń:

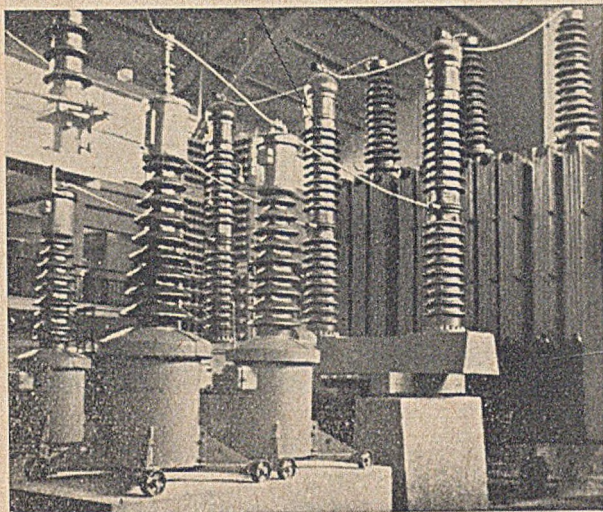
gwiazda/trójkąt 5, dla napięcia zwarcia 11%, i przeznaczony dla wyposażenia podstacji dalekosiężnych linii przesyłowych elektroenergetycznych.

Pokazano go w sposób dydaktyczny, gdyż wchodził w skład kompletnej podstacji napowietrznej 110 kV jaką zmontowano na stoisku. Dwa maszty kratowe wyposażone w izolatory wisiorowe, symbolizowały odchodzące linie przesyłowe z tej podstacji. Podstację za-



Rys. 1. Fragment stoiska elektrotechniki na XXIII MTP. Widok podstacji 110 kV. Od lewej do prawej widać: odłącznik, transformator napięciowy, transformator prądowy, wyłącznik małoolejowy i transformator roboczy 25.000 kVA.

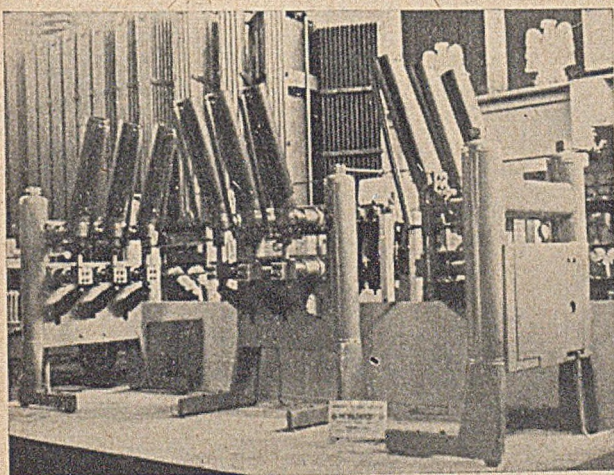
projektowano w sposób prawidłowy, ekonomiczny pod względem miejsca i bezpieczny dla obsługi. Wyposażenie transformatora przesyłowego, składające się z wyłącznika małoolejowego, trójbiegunowego z napędem silnikowym, do sterowania z dowolnej odległości, transformatorów mierniczych, prądowych, olejowych



Rys. 2. Fragment podstacji 110 kV; na pierwszym planie transformatory miernicze, dalej wyłącznik małoolejowy i transformator przesyłowy 25.000 kVA.

i transformatorów jednofazowych mierniczych napięciowych, także olejowych oraz odłącznika trójbiegunowego z napędem ręcznym i pneumatycznym. Wymieniony wyżej wyłącznik małoolejowy, zbudowany został na prąd nominalny 600 A, o zdolności wyłączalnej 2500 MVA przy napięciu roboczym 110 kV i należy do ostatnich osiągnięć konstrukcyjnych i montażowych naszych robotników, monterów i inżynierów.

Transformator przesyłowy jest powojenną produkcją przemysłu elektrotechnicznego. Przed wojną, jed-



Rys. 3. Trzy wyłączniki powietrzne, sprężarkowe R10, 1000 A, 400 MVA przy 6 kV, pracujące na stoisku elektrotechniki w Poznaniu.

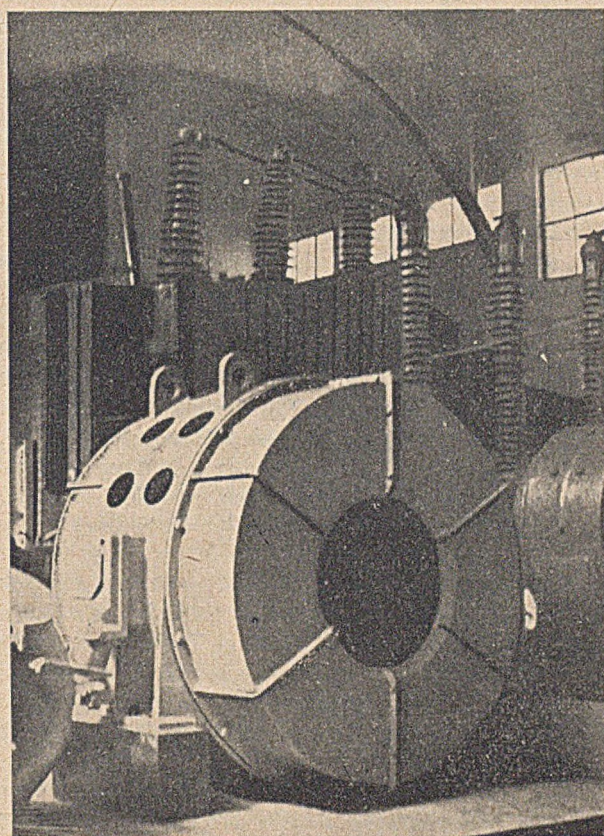
nostek transformatorowych o tak znacznej mocy nie byłimy w stanie budować.

W dziedzinie elektroenergetycznych zagadnień przeciwzwarciowych gromadziła liczne rzesze fachowców i zainteresowanych pracująca na stoisku stacja wyłączników z powietrznym gaszeniem łuku, sprężarko-

wych, wewnętrznych, na napięcie rzędowe 10 kV — prąd roboczy 1000 A, o zdolności wyłączalnej 400 MVA przy napięciu 6 kV, sterowanych ręcznie i zdalnie przy pomocy elektrowentylu.

Do niedawna dla skutecznej likwidacji zwarć powyżej 200 MVA przy napięciu 6 kV w wytwórniach prądu o dużej mocy, względnie zainstalowanej w zakładach przemysłowych, zasilanych z takich elektrowni musieliśmy używać wyłączników importowanych z zagranicy. Obecnie rozwiązujemy te trudne zagadnienia ruchu elektrycznego, stosując wyłączniki własnej konstrukcji i naszej produkcji.

Uproszczona konstrukcja wsporcza wyłączników sprężarkowych oraz odważne zawieszenie komór wybuchowych wprost na zbiornikach sprężonego powietrza wzbudzały podziw fachowców, zaś towarzyszące wyłączeniom detonacje ściągaly zwiedzających.



Rys. 4. Stożan silnika asynchronicznego trójfazowego. 700 kW, 600 V, 950 obr./min. Stoisko elektrotechniki na XXIII MTP.

Odłączniki mocy, trójbiegunowe, dla napięć rzędowych 10 kV i 20 kV, do pracy w budynkach, z naborowanymi bezpiecznikami mocy i bez bezpieczników, o zdolności wyłączalnej 250 MVA przy 6 kV uzupełniały asortyment produkowanych w kraju aparatów przeciwzwarciowych.

Na podkreślenie zasługuje pokazywany na Targach odłącznik trójbiegunowy, teleskopowy, 6 kV, 400 A, który dzięki posuwistemu otwieraniu noży niewątpliwie przyczyni się w niedalekiej przyszłości do znacznego zmniejszenia wymiarów rozdzielni szafkowych, okapturzonych.

W dziedzinie kabli elektrycznych tegoroczną impreza targowa nie przyniosła nam nic nowego,

W celu zapoznania zwiedzających z produkcją drutów nawojowych ustawiono i uruchomiono na stoisku oprzędzarkę dwustronną, polskiej produkcji, z indywidualnym napędem silnikowym o mocy 3 kW, 380/220 V, 955 obr. na minutę. Nowoczesna ta oprzędzarka zawierała łącznie 20 biegów, po 10 biegów z każdej strony i zapewniała wydajność z każdego biegu w ciągu 8-miu godzin pracy 6 dkg drutu, o przekroju 0,10 mm<sup>2</sup> w oprzędzie jedwabnym.

Ośmiogodzinna całkowita produkcja oprzędzarki wynosi 20 × 6 dkg = 120 dkg, czyli 1,2 kg drutu w jedwabiu o przekroju 0,10 mm<sup>2</sup>.

## ELEKTROTECHNIKA W SŁUŻBIE PRZEMYSŁU

### Maszyny i transformatory.

Produkowane w kraju silniki wysokich napięć reprezentował stojan silnika trójfazowego, z wirnikiem zwartym, budowy półotwartej o mocy 750 kW, dla napięcia roboczego 6.000 V, 950 obr./minutę. Dzięki wyjęciu wirnika łatwo było zapoznać się z oryginalną konstrukcją spawaną kadłuba tej maszyny wolnobieżnej, oraz z uzwojeniem stojana. Znaczna moc jednostki świadczy o daleko idących możliwościach produkcji przemysłu maszyn elektrotechnicznych.

Wśród szeregu silników niskiego napięcia wyróżniały się: silnik pierścieniowy, budowy zamkniętej o mocy 120 kW, 380/220 V z chłodzeniem powierzchniowym, o kadłubie żebrowanym, 740 obr./min. oraz silnik trójfazowy z wirnikiem pięścieniowym, budowy okapturzonej o mocy 102 kW dla napięcia roboczego 525 V przy połączeniu w gwiazdę, 570 obr./min., z chłodzeniem poprzez otwory dolne w tarczach łożyskowych.

Dla urządzeń wymagających regulacji obrotów w szerokich granicach przy stałym momencie obrotowym pokazano silnik prądu stałego, bocznikowy, budowy otwartej, ze wzbudzeniem obcym 220 V, o mocy 14,7 — 88 kW dla napięcia roboczego 70 — 450 V, z regulacją obrotów w zakresie 100 — 750 — 1000 obr./min. Regulację obrotów w granicach 100 — 750 obr./min. uzyskać można było za pomocą zmiany napięcia doprowadzonego do zacisków z prądnicy Leonard'a. Natomiast wyższe obroty uzyskuje się przez regulację wzbudzenia silnika.

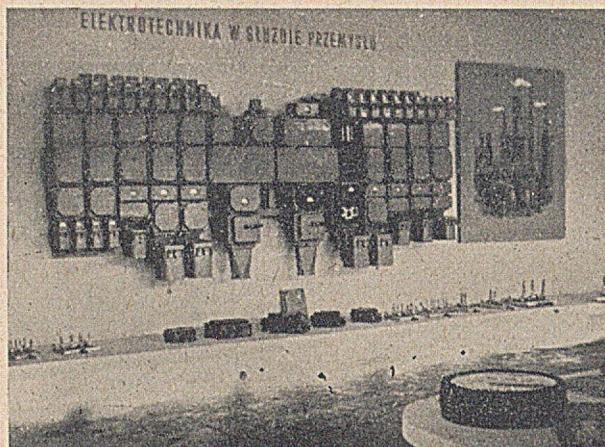
W grupie silników zwartych budowy zamkniętej wyróżniały się silniki ze stałym momentem obrotowym 3 kgm, 600 obr./min. z izolacją uzwojenia klasy „B” do napędu samotoków (elektrorolek) walcowniczych w hutnictwie oraz silniki szybkobieżne (2800 obr./min.) 2,6 kW, żebrowane, powierzchniowo chłodzone, dla obrabiarek do drewna.

XXIII M.T.P. wykazały, że przemysł maszyn elektrycznych idzie z potrzebami rozwijających się w Polsce powojennej nowych gałęzi przemysłu i tak dla przemysłu odzieżowego pokazano silnik trójfazowy, zwarty, budowy zamkniętej o mocy 0,25 kW, 220/380 V, 1300 obr./min. przeznaczony do napędu maszyn krawieckich.

Nowością ekspozycji maszynowej był również mały silnik jednofazowy uniwersalny, komutatorowy o mocy 130 W, 220 V, 6000 obr./min.

Wśród transformatorów roboczych zasługuje na podkreślenie transformator 1-fazowy do zasilania pieców hutniczych, o mocy 2000 kVA, dla napięcia pierwotnego 6000 V. W obwodzie wtórnym regulacja napięcia od 35 do 100 V umożliwia pobór prądu około 30.000 A.

Tego rodzaju osiągnięcia produkcyjne w dziale budowy transformatorów, niewątpliwie przyczynią się do szybszego zelektryfikowania pieców hutniczych naszego przemysłu.

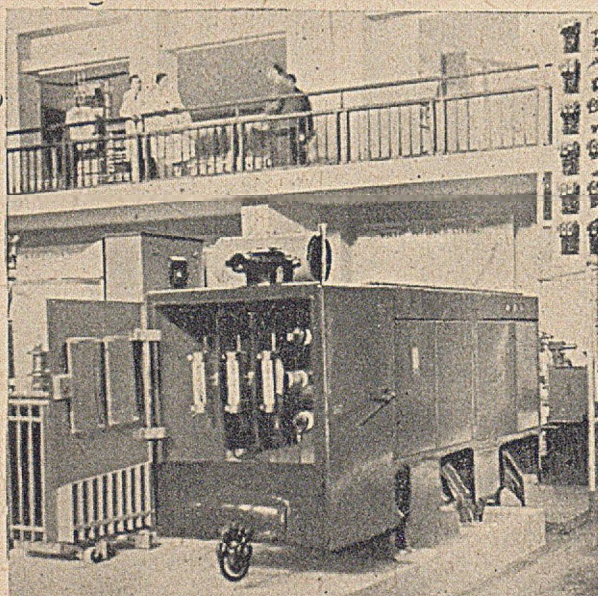


Rys. 5. Rozdzielnia skrzynkowa w wykonaniu przeciwwzbuchowym oraz skrzynka łącznikowa otwarta dla pokazania szczegółów technicznych wykonania. Z prawej wyłącznik samoczynny przeciwwzbuchowy do zdalnego sterowania maszyn wrębowych na dole.

### Aparaty i urządzenia rozdzielcze.

Tegoroczne Targi potwierdziły masową produkcję wyłączników i przełączników drążkowych niskiego napięcia, do tablic metalowych, dla montażu z tyłu tablicy, z napędem z przodu. Wystawiono wielkie serie tych aparatów o różnych liczbach biegunów i dla różnych natężeń prądu.

Nie brakowało także wyłączników samoczynnych niskiego napięcia. Wśród nich wyróżniał się wyłącznik samoczynny, suchy, trójbiegunowy, na prąd roboczy 1500 A z wbudowanymi wyzwalaczami termicznymi o zakresie 900 — 1150 A dla zabezpieczenia od przeciążeń oraz z wyzwalaczami elektromagnetycznymi o regulacji w granicach 1500 — 3000 A, dla zabezpieczenia od



Rys. 6. Stacja pojazdowa wysokiego napięcia dla górnictwa.

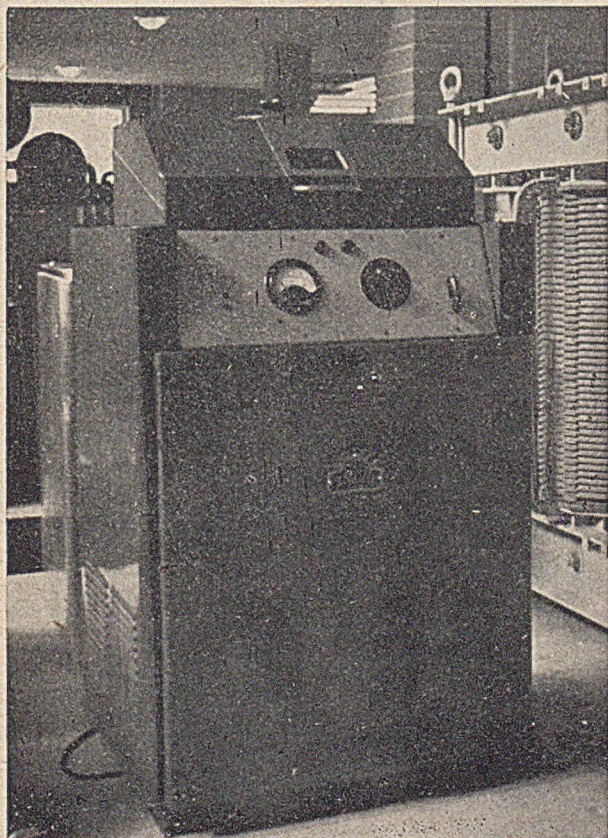
zwarć. Wyłącznik ten wyposażony był w cewkę zanikową 220 V prądu zmiennego i napęd przedni tablicowy.

Ustawiony i zmontowany fragment wielkiej wolno stojącej tablicy rozdzielczej wielopolowej z szynami zbiorczymi na prąd roboczy 3.000 A, dla napięcia nominalnego do 500 V, świadczy o tym, że produkcja elektrotechniczna w Polsce potrafi zaspokoić potrzeby wielkich zakładów, różnych gałęzi produkcji przemysłowej.

Tablica ta wykonana z żelaza i blachy, pięknie lakierowana posiadała na każdym odpływie wyłącznik samoczynny z zabezpieczeniem nadmiarowym, termicznym i elektromagnetycznym, oraz sygnalizację świetlną. Nałożony z zewnątrz schemat listewkowy, kolorowa sygnalizacja świetlna oraz wbudowane mierniki elektryczne umożliwiały bezbłędną obsługę. Wymieniony fragment tablicy miał ponad 10 m długości.

Zwracała również uwagę zwiedzających 3-polowa tablica rozdzielcza, metalowa, z 5-cioma układami szyn zbiorczych, dla zasilania oddziału pras bakelitowych. Oryginalna w swej konstrukcji, odznaczała się praktycznym rozwiązaniem zagadnienia swobodnego załączania jednego z pięciu napięć, do zasilania poszczególnych pras bakelitowych. Tego rodzaju nowoczesny układ kratownicy napięć niewątpliwie przyczyni się do uproszczenia obsługi wielu procesów produkcyjnych, a w pracowniach i laboratoriach ułatwi prace badawcze i przyspieszy szkolenie nowych kadr fachowców.

Należy zaprezentowane były również rozdzielnie skrzynkowe okapturzone dla napięć roboczych do 500 V. Wśród nich po raz pierwszy w Polsce pokazano rozdzielnie okapturzone w wykonaniu przeciwwybuchowym, przeznaczone do pracy na dole w terenach gazowych kopalń węgla.



Rys. 7. „Dialer” Przemysłowa” do podgrzewania proszków bakelitowych.

Dokładnością wykonania i wysoką jakością odznaczały się przełączniki samoczynne kierunku obrotów, przeciwwybuchowe, do sterowania z odległości dołowych taśm transportowych. Wyłączniki samoczynne, przeciwwybuchowe, do zabezpieczenia maszyn wrębowych, do sterowania zdalnego 42 V świadczyły, że nasi górnicy mogą pracować bezpiecznie polskim sprzętem w ciężkich warunkach kopalń węgla.

Pisząc o urządzeniach elektrycznych dla gróńictwa nie sposób pominąć piękną, pojazdową stację transformatorową, okapturzoną, do pracy w przodkach kopalń. Dziś, gdy współzawodnictwo pracy nadaje coraz większe tempo wydobywania na dole, gdy górnicy coraz bardziej oddalają się od urządzeń i zelektryfikowanych terenów, stacja transformatorowa wysokiego napięcia, ciągniona po szynach kolejowych umożliwia im nieprzerwaną pracę i korzystanie w pełni z elektrycznych maszyn i narzędzi górniczych, zasilanych z tej stacji pojazdowej. Posiada ona moc nominalną 160 kVA i wyposażona jest w transformator suchy, 3-uzwojeniowy, mocy 160/160/30 kVA, o przekładni 2.000 + 5% / 220/130 V oraz kompletne urządzenie rozdzielcze wysokiego i niskiego napięcia. Kto dłuższy czas przebywał na stoisku elektrotechniki w Poznaniu mógł z łatwością zobaczyć naszych dawnych dostawców zagranicznych podobnych stacji pojazdowych, którzy mimo woli zdradzali zaniepokojenie o dalsze losy swej produkcji.

Wystawiona na Targach nowa konstrukcja szafy okapturzonej 5000 V, odznaczała się znacznie zmniejszonymi wymiarami, dostosowanymi do potrzeb dołowych, żałować tylko należy, że zostały wyposażone w wyłącznik olejowy. Wyłącznik maolejowy niewątpliwie zwiększyłby znacznie jej wartość.

#### Aparaty dla miernictwa elektrycznego.

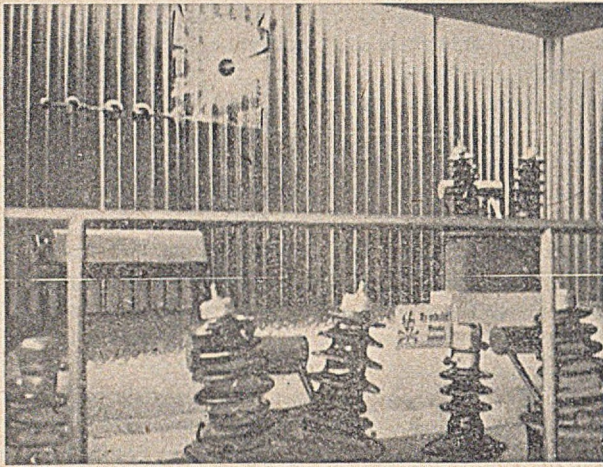
Na pierwsze miejsce wybijały się transformatory miernicze prądowe i napięciowe suche, z izolacją porcelanową, bądź pertinaksową. Powyżej napięcia roboczego 15 kV, przeważały konstrukcje olejowe, szczególnie w odniesieniu do transformatorów przeznaczonych do pracy pod gołym niebem.

W porównaniu z rokiem ubiegłym widać było dorobek konstrukcyjny również i w produkcji mierników elektrycznych. Pojawiły się bowiem amperomierze i woltomierze elektromagnetyczne, przenośne, w estetycznej obudowie bakelitowej typu „Techlabor“, jedno- i trzyzakresowe, z dokładnością pomiarów w kl. 1.

Wielką niespodzianką przygotował ruchowcom Przemysł Elektrotechniczny wystawiając dawno oczekiwane walizki montażowe przenośne 3-zakresowe, z wbudowanym amperomierzem elektromagnetycznym o zakresach 0 — 5 A, 0 — 25 A i 0 — 100 A oraz woltomierzem elektromagnetycznym dla pomiaru napięć 0 — 150 V, 0 — 300 V, 0 — 600 V, klasy 1,5.

#### Elektryczne piece przemysłowe.

Tegoroczne rewia urządzeń elektrycznych w Poznaniu zademonstrowała nowe konstrukcje w dziedzinie pieców elektrycznych. Wystawiono bowiem piec wielkiej częstotliwości, przystosowany do równomiernego i szybkiego podgrzewania proszku bakelitowego przed prasowaniem. Zastosowanie metody podgrzewania proszku bakelitowego prądami wielkiej częstotliwości, ma na celu skrócenie czasu prasowania przy jednoczesnym po-



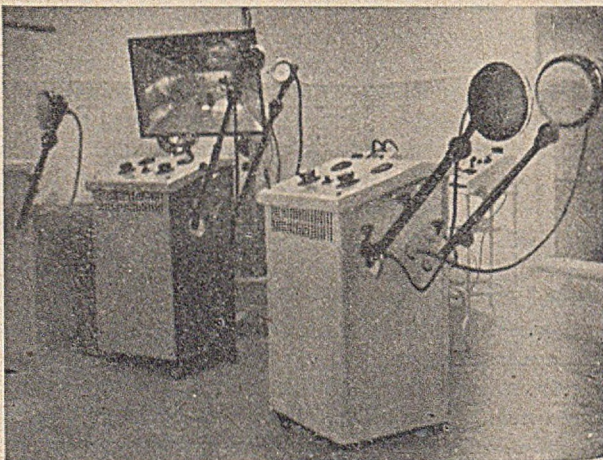
Rys. 8. Pokaz wyładowań ślizgowych przy napięciu 100.000 V. Stoisko elektrotechniki na XXIII MTP. Na pierwszym planie bariera bezpieczeństwa.

lepszeniu wyrobu bakelitowego. Demonstrowany piec wielkiej częstotliwości posiadał nominalną moc wyjściową doprowadzoną do materiału grzanego około 1 kW energii elektr. o częstotliwości 13,7 Mc/sek. Zasilanie jednofazowe 220 V, 50 c/sek., przy jednoczesnym poborze z sieci mocy około 3 kVA.

Konstrukcja jego umożliwia czterostopniową regulację mocy wyjściowej oraz regulację czasu podgrzewania w granicach od 3 sek. do 5 min.

Wymieniony piec dielektryczny wielkiej częstotliwości, który pospolicie nazwać by można „diatermią przemysłową“ niewątpliwie w niedalekiej przyszłości znajdzie u nas zastosowanie do produkcji sklejek wysokogatunkowych, wygrzewania gumy przy wulkanizacji kauczuku, suszenia środków spożywczych (np. suszenia owoców, jarzyn itp.).

Do większych i ciekawszych urządzeń termo-technicznych zaliczyć trzeba piec komorowy do wyżarzania stali, o mocy 40 kW, dla napięcia zasilania  $3 \times 380$  V, zbudowany dla temperatury grzejnej  $1000^{\circ}\text{C}$  wyposażony w tablicę sterowniczą, zawierającą galvanometryczny regulator temperatury, do automatycznego włączania i wyłączania oporów grzejnych.



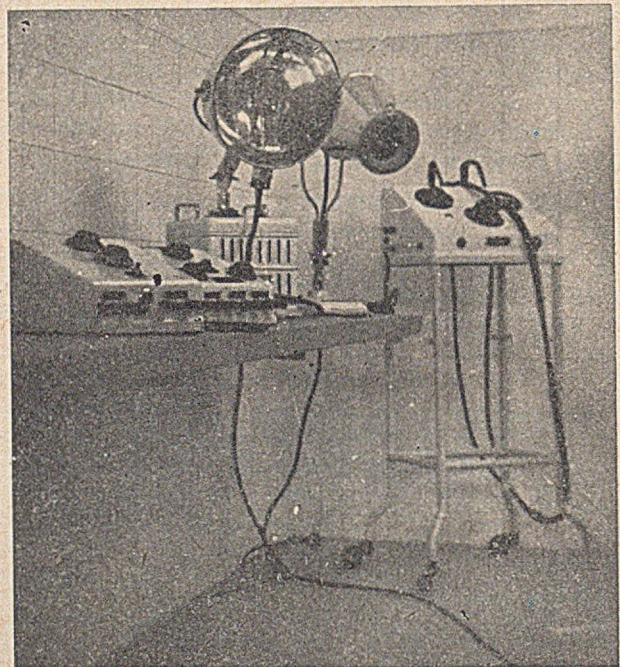
Rys. 9. Dział fizykoterapii na XXIII MTP. Na pierwszym planie diatermie krótkofalowe. W głębi lampa kwarcowa syst. „Jesionka“. Na prawo na stoliku pantostat uniwersalny.

## ELEKTROTECHNIKA W SŁUŻBIE ZDROWIA

Ta najpiękniejsza i najciekawsza dziedzina elektrotechniki znalazła się na Targach w roku bieżącym we właściwej oprawie architektonicznej.

Wysoki poziom ekspozycji, estetyczne rozmieszczenie, oraz nowoczesne oświetlenie zachęcały zwiedzających do zapoznania się dokładniej z tą pożyteczną produkcją.

Kierunek zwiedzania był tak przemyślany, że po zapoznaniu się z Elektrotechniką w Służbie Energetyki i Przemysłu zwiedzający trafiał do aparatów elektromedycznych. Dział ten był ostatnim, w którym znajduje zastosowanie wysokie napięcie i dlatego, korzystając z zaciemnionego salonu rentgenowskiego urządzono tu równocześnie pokaz elektrycznych wyładowań ślizgowych napięciem około 100.000 V. Po raz pierwszy w dziejach polskiego wystawiennictwa elektrotechnicznego zwiedzający mieli możliwość zobaczyć z bliska silne iskry elektryczne wysokiego napięcia.

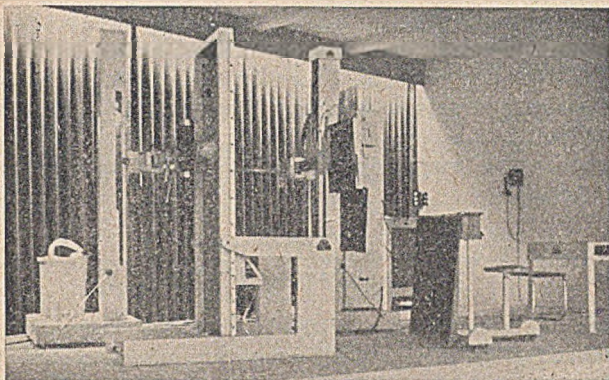


Rys. 10. Fragment działu fizykoterapii na Targach w Poznaniu. Od lewej do prawej widać: pantostat chirurgiczny, pantostat dentystyczny, stołowa lampa kwarcowa, stołowa lampa „Solux“ i aparat do elektrowstrząsów.

### Aparaty fizykoterapeutyczne.

Na wstępie wyróżniają się diatermie krótkofalowe do nagrzewania prądami szybkozmiennymi wielkiej częstotliwości (około 50 Mc/sek.), o długości fali 6 m. Moc w obwodzie pacjenta 300 W dostarczana z wbudowanego generatora lampowego. Przystosowane do zasilania z sieci prądu zmiennego 120 V i 220 V przy poborze mocy 1800 W. Temperaturę nagrzewania reguluje się przez dostrojenie rezonansu w obwodzie pacjenta.

Dalej widać było dobrze prezentujące się kwarcówki stołowe z palnikami gazowym S-300, lampy kwarcowe podłogowe z głowicą systemu „Bacha“, z palnikiem gazowym S-500 dla indywidualnego naświetlania, oraz lampy kwarcowe systemu „Jesionka“ z palnikiem gazowym podłużnym S-700 do zbiorowego naświetlania.



Rys. 11. Aparat rentgenowski o dwóch polach pracy. Widok z boku.

Wszystkie wykonane dla zasilania 1-fazowego, napięciem prądu zmiennego 220 V. Nowoczesne palniki umożliwiają pracę ciągłą całymi godzinami, nie narażając lampy na uszkodzenie.

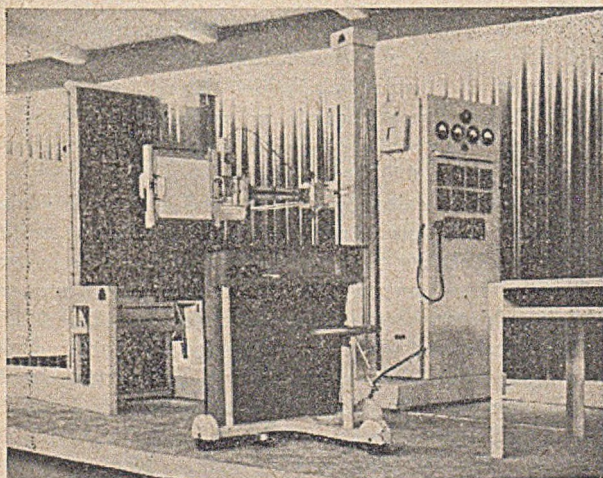
Zarówno diatermie, jak i kwarcówki należą do najszybszych powojennych osiągnięć konstrukcyjnych i produkcyjnych, przy czym lampy kwarcowe są dorobkiem 1950 r. Diatermie i lampy kwarcowe pracowały na stojaku bez przerwy, interesując nie tylko lekarzy i przedstawicieli służby zdrowia, ale i szerokie rzesze społeczeństwa.

Poza wyżej wymienionymi wystawione były pantostaty dentystyczne, chirurgiczne i uniwersalne, lampy „Solux“, negatostaty, oraz aparaty do elektrowstrząsów dla leczenia psychicznie chorych uderzeniem prądu o natężeniu od 200 mA do 500 mA przy napięciu 1200 V.

Aparaty do elektrowstrząsów wyposażone zostały w dwie elektrody skroniowe, regulację natężenia prądu wyjściowego i zegar do włączania napięcia w czasie od 0 do 5 sek.

#### Aparaty rentgenowskie.

W dziedzinie aparatów rentgenowskich diagnostycznych, półfalowych, pokazano dwa aparaty pełnochronne, zabezpieczone od wysokiego napięcia i promieniowania pozaobrazowego. Jeden z nich, większej mocy,



Rys. 12. Aparat rentgenowski ze stołem uniwersalnym. Z przodu katedra na wózku trójkołowym. W głębi szafa drewniana. Z prawej strony widać część drugiego stołu z przesłoną Potter — Buchy.

o wydajności 80 mA przy 85 kV w ciągu 1 sek., ze stołem uniwersalnym do zdjęć i prześwietleń w każdej pozycji badanego oraz z dodatkowym stołem z wbudowaną przesłoną Potter-Buchy dla zdjęć kostnych w pozycji leżącej.

Drugi, to aparat kolumienkowy, do szybkiego przecieczania, przeznaczony do zdjęć przy łóżku chorego, na działach chirurgicznych szpitali. Wydajność tego aparatu 25 mA przy 85 kV w ciągu 1 sek.

Oba wyżej wymienione aparaty dobrze lakierowane na kolor jasno kremowy.

Poza tym wystawiono parawany i katedry rentgenowskie dla zabezpieczenia lekarza przy pracy, od szkodliwego działania promieni X.

W stosunku do roku ubiegłego w dziale rentgenowskim nie zanotowaliśmy nowych rozwiązań konstrukcyjnych.

#### ELEKTROTECHNIKA W SŁUŻBIE KOMUNIKACJI I TRANSPORTU

Centralnym obiektem tego działu było kompletne wyposażenie elektryczne tramwajowego wozu silnikowego dla Trasy W—Z w Warszawie. Ekspozyty te pokazano w sposób dydaktyczny, ustawiając je poniżej modelu wozu silnikowego, który w jednej czwartej był wykonany w przekroju i posiadał wbudowane widoczne wszystkie urządzenia elektryczne, a więc nastawnik młotkowy, silnik prądu stałego mocy ciągłej 60 kW, 600 V, 860 obr./min., wyłącznik samoczynny prądu stałego, oraz oporniki rozruchowe i regulacyjne.

Ten sposób ujęcia ekspozycji miał za zadanie zapoznać zwiedzających z rozmieszczeniem maszyn i aparatów w wozie tramwajowym.

Pokazano również pierwszą polską produkcję prostowników rtęciowych, przeznaczonych dla trakcji elektrycznej prądu stałego. Są to prostowniki 6-anodowe, z maczyniem żelaznym, o mocy 360 kW, po stronie prądu stałego dają napięcie 600 V i umożliwiają pobór prądu o natężeniu 600 A. Przeznaczone do zasilania prądem zmiennym o wysokim napięciu, za pomocą odpowiedniego transformatora prostownikowego w układzie 6-cio fazowej gwiazdy.

Dalej wystawiono nastawnik młotkowy i silnik prądu stałego do lokomotyw kopalnianych. Moc godzinowa silnika 23 kW, 220 V, 660 obr./min.

Poza wyżej wymienionymi ekspozytami demonstrowano oporniki rozruchowe i nastawniki 2-kierunkowe dla suwnic, dźwigów i żurawi, z różnego rodzaju napędami, a więc zaopatrzone w napęd zwykły kołowy, napęd dźwigniowy dolny i napęd uniwersalny 2-ch zespolonych nastawników.

Wśród akumulatorów i ogniwi wyróżniały się ogniwa trakcyjne do wózków akumulatorowych i osobowych wagonów motorowych prądu stałego.

Nowością dla transportowców był wystawiony wózek akumulatorowy z przyczepą. Nośność wózka 2000 kg, nie uwzględniając przyczepy. Silnik napędowy prądu stałego o mocy 3 kW, 1600 obr./min., zasilany z baterii akumulatorowej o napięciu 80 V i pojemności 200 Ah.

#### ELEKTROTECHNIKA W SŁUŻBIE TELEKOMUNIKACJI.

W porównaniu z rokiem zeszłym teletechnika wystąpiła na tegorocznych Targach w sposób okazały wy-

stawiając najnowszej konstrukcji łącznicę automatyczną ALD20, abonamentową, umożliwiającą podłączenie 20-tu abonentów wewnętrznych oraz 5-ciu linii miejskich a poza tym zezwalającą na prowadzenie rozmów zwrotnych. Jest to urządzenie dopuszczające łączność między wewnętrznymi abonentami telefonicznymi danej instytucji, a abonentami miejskiej centrali telefonicznej. Poza tym zezwala na swobodne prowadzenie rozmów wzajemnych wśród abonentów wewnętrznych. Połączenie otrzymuje się w sposób szybki i wygodny, przez podniesienie słuchawki i nakręcenie odpowiedniego numeru. Trzeba tu zaznaczyć, że łącznica automatyczna ALD20 może być przyłączona do każdej sieci miejskiej bez względu na typ i system centrali miejskiej, która może być ręczna lub automatyczna. Typ centrali automatycznej nie gra przy tym żadnej roli, gdyż w łącznicy istnieje możliwość regulacji stosunku przerwy do czasu trwania impulsu wybierającego. Ręczna centrala może być zarówno typu centralnej baterii (CB), jak i miejscowej baterii (MB). Jako organy wybierające zastosowano w łącznicy ALD20 wybieraki krokowe 25-cio połączeniowe, obrotowe, starannie zabezpieczone od kurzu.

Napięcie zasilania 24 V prądu stałego. Przy wahanii napięcia od 22 V do 28 V łącznica pracuje normalnie — bezbłądnie.

Wykonanie wymienionej łącznicy zaliczyć trzeba do sprzętu teletechnicznego wykonanego w sposób luksusowy.

Poza tym obok znanej nam łącznicy ręcznej 50-cię numerowej MB z sygnalizacją klapkową pokazano 100-tu numerową łącznicę ręczną CB, zrekonstruowaną w stosunku do rozwiązań roku zeszłego, a mianowicie wyposażoną w sygnalizację lampkową.

Wystawiono również łącznicę automatyczną 100-tu numerową w wykonaniu znacznie ulepszonym.

Wśród aparatów telefonicznych nie zauważyliśmy nowych osiągnięć produkcyjnych.

#### ELEKTROTECHNIKA W GRZEJNICTWIE I OŚWIETLENIU.

Stylowa oprawa architektoniczna dobrze prezentowała grzejnictwo domowe, którego asortyment od roku zeszłego prawie nie uległ zwiększeniu. Kawiarki, imbryki, garnki elektryczne, niklowane znanych typów zapełniały półki. Zaznaczyć tu należy, że produkujemy obecnie seryjnie imbryki porcelanowe, które są znacznie praktyczniejsze w gospodarstwie domowym, gdyż łatwiej je utrzymać w czystości.

Osprzęt oświetleniowy nie przyniósł nam w roku bieżącym nowych typów. Dla bliższego zapoznania z kontrolą jakości produkcji osprzętu instalacyjnego ustawiono na stoisku pracujące urządzenie do sprawdzania wytrzymałości mechanicznej wyłączników i przełączników oraz gniazd wtykowych oświetleniowych. To urządzenie prób mechanicznych sprawdzało automatycznie czy wyłącznik lub przełącznik wytrzyma 20.000 włączeń, zaś gniazdo wtykowe 5.000 włączeń, w myśl obowiązujących norm technicznych.

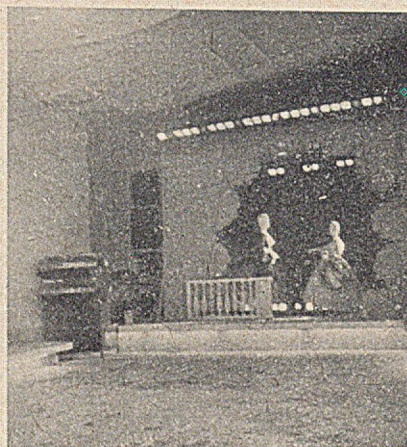
Całe stoisko elektrotechniki oświetlone było nowoczesnymi rurami fluoryzującymi, których produkcję rozpoczęliśmy w roku 1950. Wystawione rury posiadały długość 1.200 mm i moc 40 W, startery i dławiki dla napięcia 220 V.

Rury fluoryzujące posiadają wydajność świetlną 4-ro krotnie większą od żarówek elektrycznych, trwałość zaś 3-krotnie większą. Kolor światła zależy od chemicznego składu proszków fluoryzujących, którymi wyłożone są wewnętrzne ścianki rur. Na wystawie zainstalowano rury, dające światło białe, zbliżone do dziennego.

#### ELEKTROTECHNIKA W SŁUŻBIE KULTURY.

Dział radiowy wypełniony był znanymi radioodbiornikami „Pionier“ i „AGA“. Poza tym pokazano szerszy asortyment lamp radiowych serii „U“ stosowanej w radioodbiornikach „Pionier“ oraz serii „E“ do radioodbiorników „AGA“.

By umożliwić zwiedzającym zapoznanie się z urządzeniami elektrycznymi nowoczesnej teatralnej techniki oświetleniowej zbudowano na stoisku zmniejszoną scenę teatralną, pokazaną od strony kulis. Różnego typu reflektory barwne i bezbarwne umieszczone na dwóch



Rys. 13. Ekspozycja sceny teatralnej od strony kulis. Z lewej strony nastawnia linowa.

wieżach portalowych oraz pomoście portalowym, horyzont świetlny, reflektory od strony widowni manewrowane były zdalnie przy pomocy 40-to obwodowej nastawni linowej i pracującego autotransformatora regulacyjnego systemu „Bordoni“. Transformator ten posiadał moc 200kVA z 54-ma zaczepami indywidualnie regulowanymi i umożliwiającymi każdy, pobór mocy 3,5 kW. Regulacja napięcia w obwodzie wtórnym odbywa się w sposób ciągły od 0 do 220 V. Waga autotransformatora 970 kg.

Do dalszych osiągnięć naszej produkcji w dziedzinie urządzeń teatralnych zaliczyć trzeba reflektor projekcyjny wąskokątny dla rzutowania fragmentów dekoracji na płótno horyzontu lub kulis. Jest to najnowocześniejszy kierunek w technice dekoracji teatralnych. Reflektor ten służy dla odtwarzania księżyca, słońca wschodzącego, deszczu, śniegu i t. p. efektów świetlnych, jak również oddalonych widoków lub fragmentów architektonicznych. Reflektor posiada diafragmę izysową dla efektów punktowych. Moc reflektora 1500 W, jasność 100 luksów w odległości 25 m.

Nasze urządzenia teatralne wzbudzały wielkie zainteresowanie przedstawicieli sztuki teatralnej jak i wszystkich zwiedzających.



# Uprozczone obliczanie transformatorów bardzo małych mocy<sup>1)</sup>

Inż. A. Bibitto

Przy opracowywaniu różnego rodzaju zagadnień z dziedziny elektrotechniki potrzebujemy w swej codziennej praktyce małych transformatorów, które nie jeden z Was mógłby wykonać we własnym zakresie.

Transformatoriki te służą do zasilania lamp sygnałowych, do prostowników stykowych, przekaźników, dzwonek i do bardzo wielu innych celów.

Podajemy naszym Czytelnikom w y k r e s y do szybkiego przybliżonego obliczania i wyznaczania wymiarów jednofazowych transformatorów o mocy do 100 watów.

Ponieważ mowa o małych transformatorach pracujących przeważnie na obciążenie bezindukcyjne (lampki sygnałowe, prostowniki stykowe ładujące akumulatory obsługujące wanny elektroliczne itp., lub też do obciążenia indukcyjnego, jak np. przekaźniki, lecz o czasie trwania obciążenia kilku sekund do kilku minut) moc transformatora na wykresach podana jest nie w VA (woltamperach) jak dla dużych transformatorów, lecz w watach.

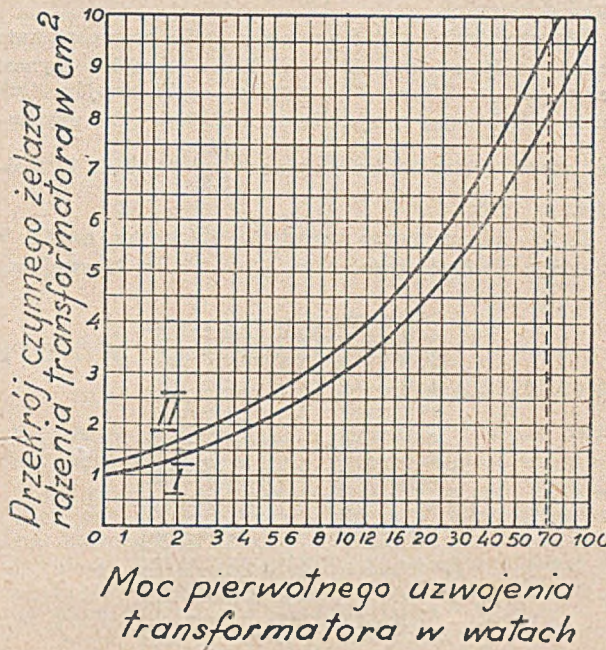
Obliczenie w y m i a r ó w transformatora rozpoczynamy od ustalenia mocy jego pierwotnego uzwojenia. Moc tę musimy wyznaczyć zależnie od naszych potrzeb. W tym celu obliczamy moc odbiorników, które mają być zasilane przez transformator (np. 5 żarówek po 10 watów każda) i doliczamy do tego straty w transformatorze. Ponieważ wykonywać będziemy nasz transformator nie w warunkach seryjnej i kontrolowanej produkcji fabrycznej, lecz posługując się przeważnie narzędziami bardzo prostymi, przyjmujemy, iż będzie on posiadał straty w i ę k s z e, niż transformatory fabryczne,<sup>2)</sup> jakoteż ze względów poprzednio podanych możemy przyjąć straty w wysokości ok. 35%.

Wówczas moc transformatora w naszym przykładzie wynosić będzie:

5 lamp po 10 watów = 50 watów, 50 watów + 35% od 50 watów (na straty) = 50 + 17,5 = 68 watów.

Następnie musimy zdecydować z jakiego materiału zostanie wykonany r d z e ń transformatora — ze specjalnej blachy transformatorowej, czy też ze zwykłej blachy tzw. „czarnej“ o grubości od 0,3 do 0,4 mm. Na wykresie (rys. 1), na osi poziomej odkładamy moc transformatora i posługując się krzywą I lub II odczytujemy na osi p r z e k r ó j czynny rdzenia transformatora. Np. dla mocy 68 W — wynosi on prawie 9,5 cm<sup>2</sup>, dla blachy zwykłej, czyli przy rdzeniu prostokątnym — 3 x 3,2 cm lub 4 x 2,40 cm.

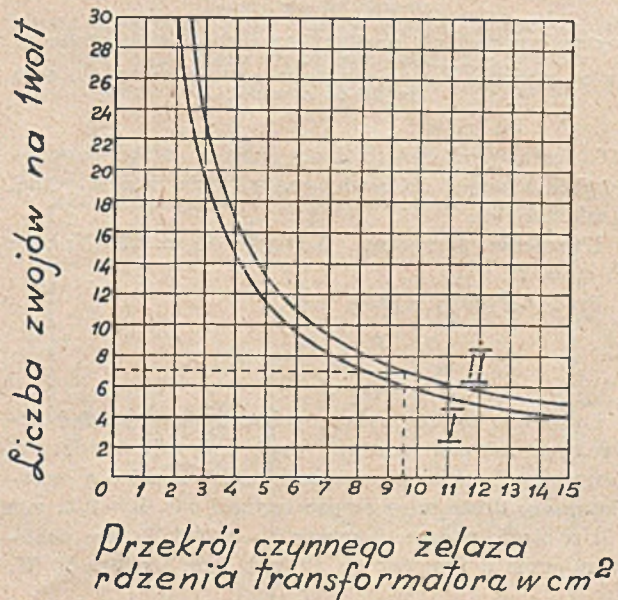
Następnie na wykresie rys. 2, na osi poziomej odkładamy przekrój czynny rdzenia, zaś na osi pionowej znajdujemy odpowiednią liczbę zwojów na 1 wolt napięcia (pierwotnego lub wtórnego). Dla naszego przykładu dla 9,5 cm<sup>2</sup> czynnego przekroju rdzenia transformatora wypada ok. 7,3 zwojów na 1 wolt. Mając napięcie na zwój, możemy z łatwością obliczać liczbę zwojów obydwu uzwojeń transformatora.



Rys. 1. Wykres zależności przekroju rdzenia transformatora od jego mocy.

Na osi poziomej podana moc pierwotnego uzwojenia transformatora w watach; skala obejmuje moc od 0 do 100 watów. Na osi pionowej jest podany przekrój czynnego żelaza rdzenia transformatora w cm<sup>2</sup>; skala obejmuje przekroje od 1 do 10 cm<sup>2</sup>.

Krzywa I podaje zależność dla blachy transformatorowej lub blachy dynamowej; krzywa II podaje zależność dla blachy zwykłej (czarnej blacharskiej o grub. 0,35 mm lub blachy innej np. używanej do wyrobu puszek konserwowych o grub. ok. 0,3 mm).



Rys. 2. Podaje zależność liczby zwojów na jeden wolt od przekroju czynnego żelaza rdzenia transformatora w cm<sup>2</sup>. Na osi poziomej podano przekrój czynnego żelaza rdzenia transformatora w cm<sup>2</sup>. Skala obejmuje zakres od 0 do 15 cm<sup>2</sup>. Na osi pionowej podano liczbę zwojów na 1 wolt; skala obejmuje zakres do 30 zwojów na wolt. Krzywa I podaje zależność dla blachy transformatorowej lub blachy dynamowej; krzywa II podaje zależność dla blachy zwykłej tzw. blachy blacharskiej.

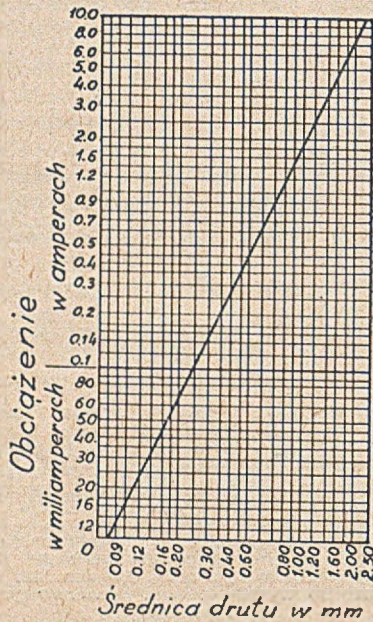
<sup>1)</sup> Opracowano na podstawie broszury S. S a g a r d a. Uproszczony raszcot silowych transformatorów.

<sup>2)</sup> A więc i niską jego sprawność.

I tak dla uzwojenia pierwotnego przyłączanego np. do sieci 220 V liczba zwojów  $z_1$  wypada  $z_1 = 220 \times 7,3 = \text{ok. } 1606$  zwojów (na uzwojeniu pierwotnym nie należy zwiększać liczby zwojów, lecz brać dokładnie).

Dla uzwojenia wtórnego, o ile potrzebne nam jest napięcie np. 10,6 V liczba zwojów wynosi  $z_2 = 10,6 \times 7,3 = 77,4$  zwojów  $\sim 78$  zwojów (lub nieco zwiększając zwoje, licząc np. 80 zwojów uzyskamy nieco wyższe napięcie równe  $\frac{80}{7,3}$  czyli ok. 11 voltów.

Dając jeszcze jedno uzwojenie wtórne np. na 4,2 V musimy nawinąć oprócz tego  $4,2 \times 7,3 = 31$  zwojów.



Rys. 3. Wykres zależności średnicy nawojowego drutu miedzianego od obciążenia. Na osi poziomej podano średnice drutu nawojowego (izolowanego bawełną lub emalią); skala obejmuje średnice od 0,045 mm do 2,5 mm. Na osi pionowej podano obciążenia od 10 A do 0,1 A i dalej od 100 mA w dół.

Obecnie, wychodząc z mocy oraz z napięć poszczególnych uzwojeń obliczamy prądy, jakie w nich płyną, a mianowicie:

Uzwojenie pierwotne. Napięcie  $V_1 = 220$  V; moc  $P_1 = 68$  W.

Prąd pierwotny wynosi więc:

$$I_1 = \frac{P_1}{U_1} = \frac{68}{220} = 0,31 \text{ A}$$

Powołując się na wykres pokazany na rys. 3 i odkładając na osi pionowej prąd  $I_1 = 0,31$  A odczytujemy na osi poziomej wykresu średnicę emaliowanego drutu nawojowego; wynosi ona  $d_1 = 0,42$  mm

Uzwojenie wtórne. Napięcie  $U_2 = 10,6$  V. Moc pobierana przez 5 żarówek po 10 wat  $P_2 = 5 \times 10 = 50$  W.

Prąd w uzwojeniu wtórnym  $I_2 = \frac{P_2}{U_2} = \frac{50}{10,6} = 4,7$  A

Odkładamy na osi pionowej 4,7, zaś na osi poziomej odczytujemy średnicę drutu dla uzwojenia wtórnego. Wynosi ona  $d_2 = 1,6$  mm.

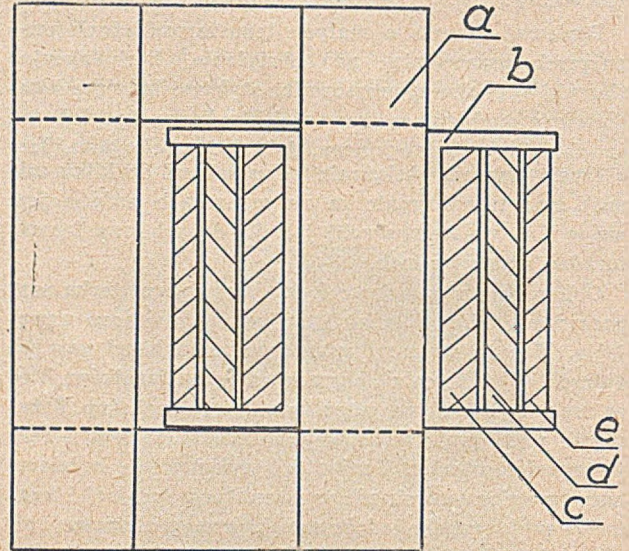
Dodatkowe uzwojenie wtórne. Zaprojektowaliśmy do nawinięcia jeszcze jedno dodatkowe uzwojenie wtórne

na napięcie  $U_2' = 4,2$  V, o mocy  $P_2' = 0,1$  W dla celów specjalnych. Podobnie, jak wyżej, obliczamy prąd w tym dodatkowym uzwojeniu:

$$I_2' = \frac{P_2'}{U_2'} = \frac{0,1}{4,2} = 0,024 \text{ A}$$

Z wykresu na rys. 3 ustalamy średnicę emaliowanego drutu nawojowego dla tego prądu; — wynosi ona 0,12 mm.

Jak widzimy dobraliśmy z wykresów wszystkie główne wymiary transformatora. Teraz należy wykonać odręczny szkic transformatora (rys. 4) i zorientować się, jak uzwojenie mieści się w „oknie” transformatora.



Rys. 4. Kontrolny rysunek transformatora dla sprawdzenia wymiarów a — rdzeń transformatora; b — przespanowy lub kartonowy kadłub cewki; c — pierwotne uzwojenie (220 lub 110 V); d i e — wtórne uzwojenie o pożądanym napięciu).

Ażby zorientować się, ile miejsca zajmują uzwojenie, posługujemy się podaną niżej tabelą.

TABLICA I.

Przybliżona tabela liczby drutów nawojowych w jednym centymetrze przekroju uzwojenia

Średnica drutu (w mm)	Liczba drutów		
	Izolacja		
	emalia	jedwab pojedynczy	jedwab podwójny
0,1	5700	4250	2800
0,15	2800	2400	1720
0,18	2070	1800	1360
0,2	1720	1530	1180
0,25	1140	1020	835
0,3	810	740	630
0,4	470	450	395
0,5	308	302	274
0,8	125	128	117
1,0	83	85	79
1,3	50	51	48
1,5	39	39	37

3) Uwaga: Średnicę drutu rozumie się bez emalii. Mierząc drut na emalii, należy doliczyć grubość emalii. Odnosne tablice podaliśmy w numerze 3/48 r. „Wiadomości Elektrotechnicznych”.

Podaje ona, ile drutów mieści się w jednym centymetrze przekroju ściśle nawiniętego uzwojenia, zależnie od średnicy drutu i rodzaju izolacji.

Włączając nasz transformator do pracy chcemy zabezpieczyć jego obwody topikowymi bezpiecznikami od przetężenia. W tym celu posługujemy się załączoną tablicą II.

Bezpiecznik należy obliczać, zależnie od warunków pracy transformatora, w taki sposób, aby prąd, przy którym bezpiecznik się stapia, był półtorakrotnie lub dwukrotnie większy od prądu płynącego w danym uzwojeniu przy pełnym obciążeniu.

TABLICA II.

Srednica drutu miedzianego użytego na bezpiecznik w mm	Natężenie prądu, przy którym drut się stapia w A
0,05	1
0,08	2
0,1	3
0,15	5
0,2	7
0,25	10
0,3	15
0,4	20
0,5	30

## Pomiar oporu materiałów izolacyjnych

Inż. el. B. Sochor

Materiałami izolacyjnymi nazywamy w elektrotechnice takie materiały, które posiadają dostatecznie duży opór właściwy. Opór ten zależy zresztą od wielu czynników np. temperatury, waha się dla takich materiałów jak guma, bakielit, mikanit, olej transformatorowy, w granicach od  $10^{11}$  do  $10^{15} \Omega \text{ cm.}^1$  W odróżnieniu od przewodników, których opór właściwy podajemy w  $\frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}}$ , materiały izolacyjne mają opór właściwy podawany w  $\Omega \text{ cm.}$  Wymiar ten jest uproszczeniem wymiaru  $\frac{\Omega \text{ cm}^2}{\text{cm}}$ . Oporem właściwym materiału izolacyjnego jest opór stawiany przez sześćian o krawędziach równych 1 cm, przy przepływie prądu pomiędzy dwiema przeciwległymi ścianami.

Sposoby mierzenia oporów materiałów izolacyjnych są podawane w normach <sup>2)</sup> opracowanych dla danych materiałów, co zapewnia osiągnięcie zawsze porównywalnych wyników. Pomiary te sprowadzają się do m i e r z e n i a natężenia prądu płynącego przez próbkę z danego materiału izolacyjnego oraz napięcia, przyłożonego do tej próbki. Z otrzymanych wielkości

obliczamy opór wg wzoru  $R = \frac{U}{I}$ . W temperaturze otoczenia tj. 20°C, pomiar jest dokonywany prądem stałym o napięciu odpowiednio wysokim (1000 V), ze względu na duży opór. Natężenie prądu, ze względu również na duży opór, wymaga stosowania bardzo czułych galwanometrów.

W temperaturach wyższych, kilkaset i więcej °C, opór materiałów izolacyjnych spada znacznie. Materiały izolacyjne używane w wysokich temperaturach, np. materiały ceramiczne w grzejnictwie elektrycznym, stają się przewodnikami drugiej klasy.

Sposoby mierzenia oporów podawane w normach służą do pomiarów laboratoryjnych. Gdy chodzi jednak o częste pomiary dużych oporów, rzędu 100 000  $M \Omega$  wygodniejszym w użyciu staje się aparat wskazujący bezpośrednio wielkości oporu. Takim aparatem jest megomierz katodowy. Zasadę działania megomierza katodowego podaje załączony rysunek (Rys. 1). Źródło prądu stałego o napięciu  $U_b$  zasila obwód złożony z oporu mierzonego  $R_x$  i oporu wzorcowego  $R_w$ . Przy stałym napięciu  $U_b$  natężenie prądu  $I$  zależy tylko od wielkości  $R_x$ , czyli spadek napięcia na oporze  $R_w$  równy napięciu siatki lampy katodowej  $L$  zmienia się jednoznacznie ze zmianą oporu  $R_x$ . Wahania napięcia siatki wywołują odpowiednie zmiany natężenia prądu anodowego, mierzonego galwanometrem  $M \Omega$ . Jeżeli

więc napięcie  $U_b$ ,  $U_z$ ,  $U_a$ , są stałe, wówczas pomiędzy wielkością oporu  $R_x$  a wychyleniem wskazówki galwanometru  $M \Omega$ , zachodzi jednoznaczna zależność, czyli galwanometr może być wyskalowany bezpośrednio w jednostkach oporu.

Podany układ służy przede wszystkim do pomiaru dużych oporów. Zakres pomiaru ustalamy, opierając się na równaniu:

$$U_b = I (R_x + R_w)$$

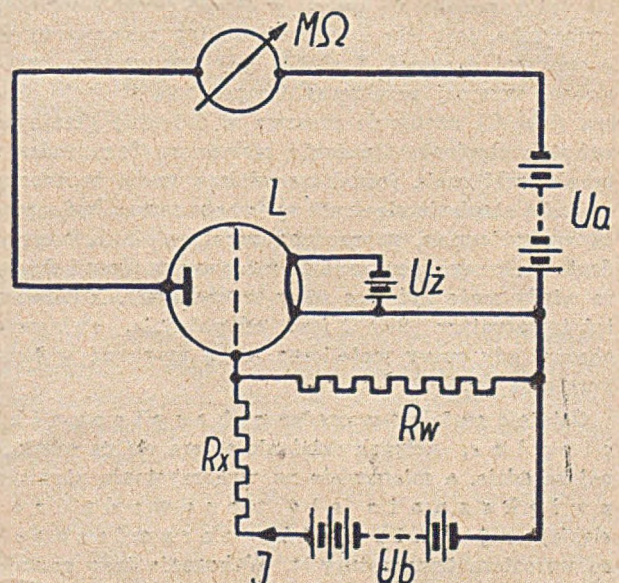
stąd

$$R_x = \frac{U_b - I \cdot R_w}{I}$$

Ponieważ  $I \cdot R_w = U_w$ , gdzie  $U_w$  — spadek napięcia na oporze wzorcowym, wobec tego:

$$R_x = \frac{U_b - U_w}{U_w} R_w$$

Wzór ten wyjaśnia, że zakres pomiarów zależy od napięcia baterii  $U_b$  i wielkości oporu wzorcowego  $R_w$ . Opór wzorcowy jest wykonywany najczęściej jako



Rys. 1. Megomierz katodowy.  $U_b$  — źródło prądu stałego;  $R_w$  — opór wzorcowy;  $R_x$  — opór mierzony;  $U_a$  — napięcie anodowe;  $U_z$  — napięcie żarzenia.

<sup>1)</sup>  $10^{11} = 100.000.000.000$

<sup>2)</sup> Dla materiałów ceramicznych normy czechosłowackie CSN ESC — 124 — 1947. Polskie normy są w opracowaniu.

przełączalny, co umożliwia uzyskiwanie różnych zakresów pomiarów. Górna granica oporu wynosi  $50 M \Omega$ . Wykonanie dokładnego, o stałej wartości, większego oporu jest trudne. Jeżeli przy podanym oporze wzorcowym  $50 M \Omega$ , napięcie źródła zasilającego wynosi  $100 V$ , zaś spadek napięcia na oporze wzorcowym  $U_w = 0,1 V$  wywołuje pełne wychylenia wskazówki galwanometru, wówczas największy mierzony opór wyniesie:

$$R_x = \frac{100 - 0,1}{0,1} \cdot 50 \approx 50\,000 M \Omega$$

Jeżeli podane warunki zachodzą będą przy napięciu, zasilającym dwa razy większym tj.  $U_b = 200 V$ , wówczas największy mierzony opór równy będzie  $100\,000 M \Omega$ .

Dokładność pomiaru megomierza zależy od stałości napięć zasilających. Nowoczesne megomierze są budowane na prąd zmienny, co umożliwia zasilanie ich bezpośrednio z sieci, przy zastosowaniu jednak odpowiednich prostowników lampowych (kenotrony) wyposażonych w stabilizatory napięcia.

## Bezpieczniki ciepłe dla ochrony pieców elektrycznych

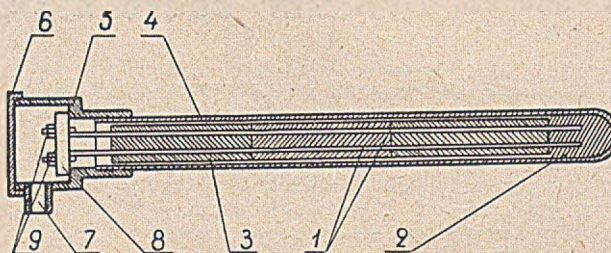
inż. el. B. Sochor

Piece elektryczne, zarówno laboratoryjne jak i przemysłowe wymagają wyposażenia w dobrze działającą aparaturę elektryczną dla ochrony przed zniszczeniem, na skutek nagrzania do zbyt wysokiej temperatury. Zniszczeniu ulega przede wszystkim element grzejny, w mniejszym stopniu wymurowanie.

Stosowane przy piecach elektrycznych samoczynne regulatory temperatury mają za zadanie utrzymywanie temperatury w przestrzeni grzejnej na oznaczonej wysokości. Regulatory temperatury zabezpieczają więc również przed nadmiernym wzrostem temperatury. Zachodzą jednak przypadki, że regulator temperatury zawodzi. Przyczyną może być przerwa w obwodzie termoelementu, jak również usterka w mechanizmie i wówczas pomimo zastosowania regulatora temperatury piec elektryczny ulega zniszczeniu. Oprócz tego cały szereg pieców elektrycznych pracuje z ręczną regulacją temperatury. W tych wszystkich przypadkach zastosowanie urządzeń, któreby samoczynnie przerywało dopływ energii elektrycznej jest sprawą ważną.

Od dawna stosowane są bezpieczniki topikowe wykonywane z drutu srebrnego. Działanie ich polega na tym, że w obwód grzejny, bezpośrednio lub też pośrednio, to znaczy w obwód cewki sterującej lub wyłącznika, jest włączony drut srebrny umieszczony w przestrzeni grzejnej. Z chwilą gdy temperatura przestrzeni grzejnej przekroczy temperaturę topienia srebra ( $960^\circ C$ ) następuje przerwa w obwodzie grzejnym wskutek stopienia się drutu srebrnego. Tego rodzaju bezpieczniki mają jednak zasadniczą wadę, to znaczy z chwilą stopienia się drutu srebrnego muszą być z pieca wymontowane, naprawione przez założenie nowego drutu srebrnego, ponownie zmontowane w piecu i dopiero wtedy może być piec znów uruchomiony. Niezawsze też temperatura  $960^\circ C$  jest odpowiednia, zwłaszcza obecnie gdy opory metaliczne mogą pracować w temperaturze do  $1350^\circ C$ .

Ostatnio zostały wprowadzone bezpieczniki ciepłe, których działanie opiera się na odmiennej zasadzie, a mianowicie na wykorzystaniu zjawiska zwiększania się przewodności elektrycznej materiałów ceramicznych ze wzrostem temperatury\*). Wykonanie tego rodzaju bezpiecznika pokazuje rys. 1. Dwa przewody z materia-

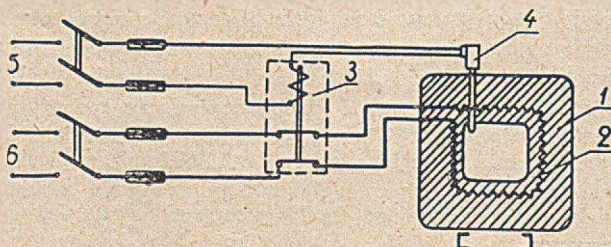


Rys. 1. Bezpiecznik ciepły. 1 — przewody; 2 — masa ceramiczna; 3 — osłona izolacyjna; 4 — osłona zewnętrzna; 5 — głowica; 6 — pokrywa głowicy; 7 — otwór dla doprowadzenia przewodów; 8 — płytki izolacyjne; 9 — zaciski.

łu żaroodpornego np. z chromonikieliny, prowadzone w osłonach izolacyjnych ceramicznych, są z jednej strony umocowane pod zaciskami podłączeniowymi przewodów, z drugiej zaś tkwią w odpowiedniej masie ceramicznej. Masa ta musi być tak dobrana, by w określonej temperaturze wzrost przewodności elektrycznej był dostatecznie duży. Bezpiecznik jest zmontowany w osłonie żaroodpornej zakończonej głowicą.

Sposób włączenia bezpiecznika pokazuje rys. 2. Z chwilą przekroczenia określonej temperatury masa ceramiczna zaczyna przewodzić. Wskutek tego następuje zamknięcie obwodu sterującego wyłącznika (3) i wyłącznik ten zostaje wyłączony, co powoduje przerwanie zasilania prądem elementów grzejnych pieca. Przerwa w zasilaniu trwa tak długo dopóki nie nastąpi obniżenie temperatury w piecu do takiej wysokości, przy której masa ceramiczna w bezpieczniku już nie przewodzi prądu. Z tą chwilą wyłącznik (3) włącza z powrotem elementy grzejne.

Zaletą tych bezpieczników, niezależnie od prostej konstrukcji jest to, że nie posiadają największej wady bez-



Rys. 2. Schemat połączeń bezpiecznika ciepłego. 1 — piec elektryczny; 2 — element grzejny; 3 — wyłącznik sterowany; 4 — bezpiecznik ciepły; 5 — obwód sterujący; 6 — obwód grzejny.

\*) Camille Bauer, Basel - Ofenwächter.

pieczników topikowych, mian. nie wymagają napraw, po wyłączeniu prądu na skutek podwyższonej temperatury. Oprócz tego przez dobór odpowiedniej masy ceramicznej można uzyskać bezpieczniki działające przy różnych temperaturach. Wszystko to sprawia, że bezpieczniki tego rodzaju powinny znaleźć zastosowanie

przy ochronie urządzeń elektrycznych na wysoką temperaturę, nawet gdy te urządzenia są wyposażone w samoczynne regulatory temperatury. Bezpieczniki cieplne mogą równocześnie z wyłączeniem grzejników powodować uruchomienie urządzeń alarmowych świetlnych lub akustycznych.

## Popularna elektrotechnika.

# Urządzenia elektryczne

Inż. el. Z. Tarłowski

(Ciąg dalszy)

Pod względem budowy przewody aluminiowe, nie różnią się niczym od opisanych powyżej przewodów miedzianych, poza tym, że posiadają żyłę aluminiową. PNE 106 podaje szczegółowo budowę przewodów izolowanych aluminiowych, rozróżniając przy tym analogiczne typy tych przewodów, jak i podane w PNE 5, które dotyczą przewodów izolowanych miedzianych.

Zgodnie z PNE 106, najmniejszy przekrój przewodów aluminiowych wynosić może 2,5 mm<sup>2</sup> z uwagi na możliwość występowania naprężeń mechanicznych przy układaniu przewodów, względnie wciąganiu ich do rurek.

Celem odróżnienia przewodów aluminiowych od analogicznie zbudowanych przewodów miedzianych, przepisy PNE 106 wprowadzają oznaczenie literą A, na pierwszym miejscu symbolu literowego określającego typ przewodu; np. przewód ogumowany z żyłą miedzianą, oznaczony jest zgodnie z PNE 5 jako DG (druć), LG (linka), taki sam przewód zaś z żyłą aluminiową oznaczono wg. PNE 106 przez ADG (druć), ALG (linka).

Przepisy PNE 106 przewidują w zasadzie wykonywanie następujących typów przewodów izolowanych z żyłami aluminiowymi:

1. Przewód ogumowany na napięcie znamionowe 750 V:

ADG — drut o przekrojach od 2,5 do 16 mm<sup>2</sup>,  
ALGA — linka o przekrojach od 16 do 300 mm<sup>2</sup>.

2. Przewód ogumowany w odzieży odpornej na wpływy atmosferyczne na napięcie znamionowe 750 V:

ADGa — drut o przekrojach od 2,5 do 16 mm<sup>2</sup>,  
ALGa — linka o przekrojach od 16 do 300 mm<sup>2</sup>.

3. Przewód ogumowany do wysokich napięć na napięcia znamionowe 1, 3, 6, 10 kV:

ADGw — drut o przekrojach od 2,5 do 16 mm<sup>2</sup>,  
ALGw — linka o przekrojach od 16 do 300 mm<sup>2</sup>.

Napięcie znamionowe przewodów tego typu oznacza się przez dodanie po ostatniej literze liczby określającej wysokość napięcia znamionowego.

4. Przewód aluminiowy płaszczowy na napięcie znamionowe 250 V, w płaszczu metalowym z blachy stalowej lub cynkowej:

AP — dwu-, trzy- i czterożyłowy o przekrojach żył od 2,5 do 6 mm<sup>2</sup>.

c. Badania i próby przewodów izolowanych

Zgodnie z przepisami PNE 5 oraz PNE 106 wszystkie obowiązujące własności przewodów izolowanych win-

ny być sprawdzone drogą przeprowadzenia odnośnych badań i prób. Próby te są następujące:

1. Sprawdzenie budowy,
2. Pomiar przewodności właściwej,
3. Obliczenie przekroju czynnego żyły,
4. Próba wytrzymałości elektrycznej,
5. Próba własności mechanicznych (nieobowiązująca),
6. Próba własności mechanicznych i starzenia gumy,
7. Próba odporności gumy na działanie ozonu (stosowana do przewodów KGNea i LGNe),
8. Próba na zwijanie (stosowana do przewodów przewidzianych do zakładania na stałe),
9. Próba giętkości (stosowana do sznurów i przewodów oponowych),
10. Próba ocynowania żyły (stosowana do przewodów miedzianych),
11. Próba obłożenia pancerza przewodów płaszczowych,
12. Próba masy do nasycania przewodów odpornych na wpływy atmosferyczne i chemiczne.

Przepisy PNE 5 podają szczegółowo, w jaki sposób i w odniesieniu do których typów przewodów należy przeprowadzać wyżej wymienione próby i badania, przy czym próby te dotyczą zarówno przewodów miedzianych, jak i aluminiowych z tym jednak, że w odniesieniu do tych ostatnich nie obowiązuje próba zginania przewodów, gdyż przewody z żyłą aluminiową są zawsze dostatecznie giętkie.

Omawiane wyżej przepisy podają, że przewody mają być dostarczane w krążkach, lub też jako nawinięte na bębny drewnianych. Zarówno krążki, jak i bębny powinny być w ściśle określony sposób zabezpieczone przed uszkodzeniami mechanicznymi oraz oznaczone.

Krążki powinny być mianowicie owinięte taśmami papierowymi i ewentualnie umieszczone jeszcze w skrzyniach drewnianych; bębny zaś z nawiniętym przewodem powinny być szczelnie obite deskami na całym obwodzie tarcz.

Każdy krążek przewodów powinien być zaopatrzony w wywieszkę posiadającą następujące oznaczenia: znak wytwórni, typ, przekrój, liczbę żył, napięcie znamionowe i długość przewodu; w przypadku gdy przewód nawinięty jest na bębnie — powyższe dane powinny być umieszczone na tabliczce przybitej do tarczy bębna.

### 3. Kable elektroenergetyczne miedziane i aluminiowe, obołowione

Kable elektroenergetyczne wykonywane przez fabryki krajowe posiadać muszą budowę znormalizowaną przez przepisy na „Elektroenergetyczne kable obołowione miedziane i aluminiowe” PNE-6, wydane przez Stowarzyszenie Elektryków Polskich.

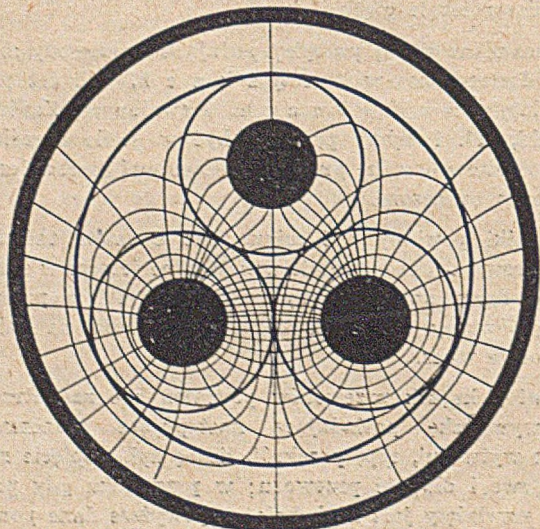
Zgodnie z brzmieniem tych przepisów, pod określeniem „K a b e l o b o ł o w i o n y” należy rozumieć przewód izolowany jedno- lub wielożyłowy posiadający powłokę ołowianą i nadający się do układania w ziemi oraz składający się z następujących elementów głównych.

- jednej lub kilku żył przewodzących,
  - izolacji pokrytej w razie potrzeby ekranem,
  - szczelnej powłoki ołowianej,
- i zależnie od potrzeby:
- osłony zewnętrznej.

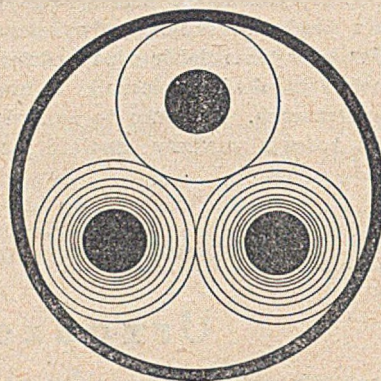
Podobnie jak przy opisywaniu budowy i właściwości charakterystycznych przewodów odzianych oraz izolowanych, tak samo i przy opisywaniu kabli konieczne jest przede wszystkim podanie i wyjaśnienie tych pojęć, zasadniczych, które stosowane będą dalej w tekście, a które nie zostały omówione dotychczas, choćby dlatego, że stanowią pojęcia bezpośrednio związane z kablami elektroenergetycznymi.

**Ż y ł a p r o b i e r c z a** — jest to żyła dodatkowa, izolowana, o przekroju najczęściej znacznie cieńszym od przekroju żyły (wzgl. żył) głównej. Żyła ta służy do pomiarów, sygnalizacji itp.

**E k r a n** — stanowi warstwa przewodząca (np. z metalizowanego papieru lub taśmy metalowej) nawinięta na izolację żyły kabla. Służy ona do polepszenia rozkładu pola elektrycznego w izolacji kabla. Rozkład pola elektrycznego bowiem, szczególnie w kablu trójfazowym z izolacją rdzeniową jest bardzo nierównomierny; najsilniejsze pole elektryczne panuje pomiędzy żyłami skręconego kabla i przede wszystkim w warstwie izolacji znajdującej się tuż przy powierzchni żyły miedzianej. Rysunek 26 podaje rozkład linii sił pola elektrycznego w takim trójżyłowym k a b l u n i e e k r a n o w a n y m, natomiast rysunek 27 — ta-



Rys. 26. Rozkład pola elektrycznego w kablu trójfazowym z izolacją rdzeniową.



Rys. 27. Rozkład pola elektrycznego w kablu trójfazowym z żyłami ekranowanymi.

kiż sam rozkład pola w kablu ekranowanym. Jak widać z tych rysunków, w pierwszym przypadku (kabel nieekranowany) pole elektryczne rozciąga się poza izolację żył i przechodzi przez wkładki między żyłami kabla, wykonane z juty lub papieru. Wkładki te są pod względem wytrzymałości elektrycznej znacznie słabsze od ściśle nawiniętych izolacji, a pod wpływem silnego pola elektrycznego, które występuje w kablach wysokiego napięcia, we wkładkach tych powstaje szkodliwe zjawisko jonizacji, mogące doprowadzić do uszkodzenia, a nawet przebicia izolacji kabla.

W drugim przypadku (k a b e l e k r a n o w a n y) na skutek owinięcia każdej żyły warstwą papieru metalizowanego, pole elektryczne kończy się na metalowym ekranie, nie przechodząc przez wkładki znajdujące się między żyłami kabla. Jak widać z rysunku 27, rozkład pola elektrycznego staje się dzięki temu bardziej korzystny, a doświadczenia w praktyce wykazały niejednokrotnie, że własności elektryczne takich kabli ekranowanych (jak np. wytrzymałość na przebicie, stratność dielektryczna) oraz ich zachowanie w czasie pracy są znacznie korzystniejsze, aniżeli w kablach z izolacją rdzeniową. Przepisy PNE-6 podają grubość izolacji kabli ekranowanych. Szczegóły budowy kabli tego typu zostaną podane później.

**S t r a t y d i e l e k t r y c z n e** — jest to moc stracona w izolacji kabla; wartość jej określa tzw. współczynnik stratności, obliczony ze wzoru:

$$\text{tg } \sigma = \frac{P}{\omega \cdot C \cdot U^2},$$

w którym oznaczają:

- $P$  — moc stracona w izolacji kabla w watach,
- $U$  — napięcie próbne w woltach (wartość napięcia, które kabel powinien wytrzymać w czasie próby przez czas określony przepisami PNE 6),
- $C$  — pojemność kabla w faradach,
- $\omega$  — pulsacja ( $\omega = 2\pi f$ , gdzie  $f$  oznacza częstotliwość prądu zmiennego, która wynosi normalnie 50 okresów na sekundę, za wyjątkiem przypadków specjalnych, jak np. w kablach telefonicznych).

Straty dielektryczne spowodować mogą lokalne nagrzanie izolacji kabla, względnie jej zmiany chemiczne. Zarówno jedno, jak

i drugie może po pewnym czasie doprowadzić do przebicia izolacji, tzn. uszkodzenia kabla.

Zgodnie z PNE 6, w zależności od budowy rozróżnia się:

**A. Kable w izolacji papierowej:**

- jednożyłowe z izolacją rdzeniową;
- wiełożyłowe z izolacją rdzeniową;
- jednożyłowe ekranowane;
- wiełożyłowe z żyłami ekranowanymi we wspólnej powłoce ołowianej;
- wiełożyłowe skręcone z obołowionych kabli jednożyłowych.

**B. Kable w izolacji gumowej:**

- jednożyłowe;
- wiełożyłowe.

Kable w izolacji papierowej, nasyconej olejem mineralnym stosuje się najczęściej; izolacja papierowa bowiem posiada nie tylko wyższą wytrzymałość elektryczną na przebicie (zdolność wytrzymywania wyższego napięcia bez wyładowań polegających na przepływie prądu elektrycznego przez izolację kabla pod postacią iskier, łuków, świetleń i snopień, a połączonego ze zjawiskami świetlnymi, które są bezwzględnie szkodliwe i uniemożliwiają pracę kabla), ale również jest znacznie tańsza i trwalsza aniżeli izolacja gumowa.

Dlatego też kable prądu silnego, a w szczególności kable wysokiego napięcia, wykonywane są z reguły w izolacji papierowej.

Kable izolacji gumowej stosowane są przede wszystkim do wykonywania krótkich połączeń kablowych wewnątrz budynków i hal fabrycznych, do przyłączania silników elektrycznych itp.

Normalne przekroje znamionowe żył kabli wynoszą wg. PNE 6: 1,5 2,5 4 6 10 16 25 35 50 70 95 120 150 185 240 300 400 500 625 800 1000 mm<sup>2</sup>.

W odniesieniu do kabli z żyłami aluminiowymi dolna granica przekroju wynosi (podobnie jak dla przewodów) 2,5 mm<sup>2</sup>.

Ze względu na wytrzymałość elektryczną kabli stosuje się w praktyce pewne minimalne przekroje żył w zależności od napięcia znamionowego; poniższe zestawienie liczbowe określa tę zależność:

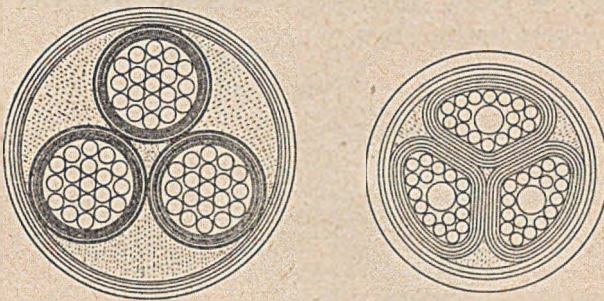
Napięcie znamionowe kabla w kV :	1	3	6	10	15	20	30	60
Minimalny przekrój żył kabla 3-żyłowego w mm <sup>2</sup> :	1,5	4	10	10	25	35	50	95

Żyły kabli elektroenergetycznych wykonywane są jako:

- drut pełny,
- linka okrągła,
- linka sektorowa.

Podobnie jak dla przewodów, także i w tym wypadku sposób wykonywania żył kablowych jest ściśle uzależniony od wielkości ich przekrojów, przy czym żyły cieńsze wykonywane być mogą jako drutowe, natomiast żyły grubsze, ze względu na konieczną giętkość wykonuje się wyłącznie jako linki skrócone z pewnej liczby drutów.

Oprócz, względnie zamiast linek o przekroju okrągłym stosuje się niejednokrotnie żyły ułożone z drutów na kształt wycinków koła, tj. tak zwane żyły sektorowe. Żyły o takim kształcie mieszczą się znacznie lepiej w przekroju kołowym kabla wskutek lepszego wyzyskania miejsca; z powyższego wynika, że tzw. „żyły sektorowe” powodują wyraźne zmniejszenie średnicy zewnętrznej kabla, w porównaniu z żyłami okrągłymi, dla kabla o tym samym przekroju, który przez to jest lżejszy i tańszy aniżeli kabel z żyłami okrągłymi o takim samym przekroju i na to samo napięcie. Rys 28 podaje dwa kable 3-żyłowe,



Rys. 28. Dwa kable trójżyłowe, o tym samym przekroju i napięciu, w wykonaniu okrągłym i sektorowym.

o tym samym przekroju i dla jednakowego napięcia, w wykonaniu okrągłym i sektorowym.

Podobnie jak w odniesieniu do elektroenergetycznych przewodów izolowanych, tak samo i dla kabli, celem krótkiego, lecz jednoznacznego określenia ich budowy, przyjęto oznaczenia przy pomocy liter. Poniżej podano przede wszystkim ogólne zasady tych oznaczeń. A zatem:

*K* — kabel goly z żyłami miedzianymi, okrągłymi w izolacji papierowej w gołej powłoce ołowianej;

*KS* — kabel goly z żyłami miedzianymi sektorowymi w izolacji papierowej w gołej powłoce ołowianej;

*KG* — kabel goly z żyłami miedzianymi okrągłymi w izolacji gumowej w gołej powłoce ołowianej.

Ponad to, na dalszych miejscach symbolu kabla umieszcza się litery odpowiadające poszczególnym warstwom ochronnym znajdującym się na powłoce ołowianej (osłony włókniste lub opancerzenie), z zachowaniem kolejności ich nakładania. I tak:

*A* — na końcu symbolu kabla oznacza istnienie zewnętrznej osłony włóknistej;

*Ft* — opancerzenie dwiema taśmami stalowymi;

*Fo* — opancerzenie warstwą stalowych drutów okrągłych;

*Fp* — opancerzenie warstwą stalowych drutów płaskich;

*d* — owinięcie pancerza spiralą przeciwną.

Niezależnie od powyższych oznaczeń, litera *A* umieszczona na początku symbolu oznacza, że żyły kablowe wykonane są z aluminium.

Z uwagi na to, że przyjęto zasadę, iż opancerzenie nie może być nałożone bezpośrednio na powłokę ołowianą, w oznaczeniach kabli nie umieszcza się osłony włóknistej znajdującej się pod pancerzem.

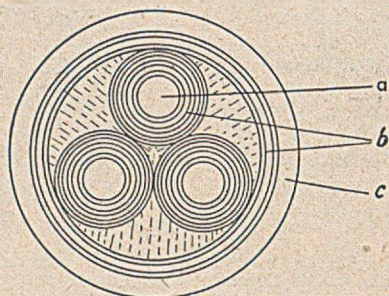
Rodzaj zastosowanych osłon zewnętrznych zależy od sposobu ułożenia i pracy kabla. Najczęściej jednak sto-

suje się kable opancerzone dwiema taśmami stalowymi, owinięte materiałem włóknistym nasyconym masą odporną na wpływy atmosferyczne. W przypadku jednak, gdy kabel podczas pracy może być narażony na naprężenia mechaniczne — stosuje się panczerze z drutów stalowych okrągłych lub płaskich.

Poniżej podano oznaczenia kabli w izolacji papierowej, jedno- oraz wielożyłowych z izolacją rdzeniową (wg. PNE-6):

*K* — kabel goły. Jedna lub kilka żył miedzianych, izolowanych papierem nasyconym, pokrytych wspólnie szczelną powłoką ołowianą.

Rys. 29 podaje szczegóły budowy takiego kabla, przy czym poszczególne litery na rysunku oznaczają:



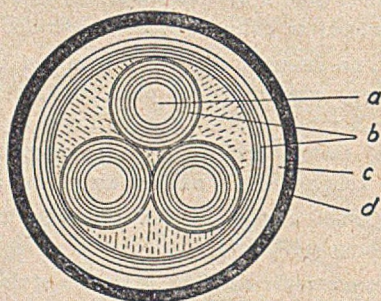
Rys. 29. Kabel goły (*K*):

a — żyły miedziane; b — izolacja papierowa; c — powłoka ołowiana.

a — żyły miedziane;  
b — izolacja papierowa;  
c — powłoka ołowiana.

*KA* — kabel w osłonie włóknistej. Jedna lub kilka żył miedzianych izolowanych papierem nasyconym, pokrytych wspólnie szczelną powłoką ołowianą i nasyconym materiałem włóknistym.

Rys. 30 podaje szczegóły budowy takiego kabla, przy czym poszczególne litery na rysunku oznaczają:



Rys. 30. Kabel w osłonie włóknistej (*KA*):

a — żyły miedziane; b — izolacja papierowa; c — powłoka ołowiana; d — warstwa materiału włóknistego przesyconego masą asfaltową.

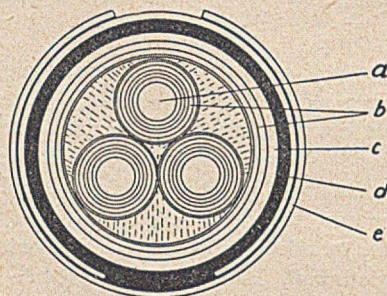
a — żyły miedziane;  
b — izolacja papierowa;  
c — powłoka ołowiana;  
d — warstwa materiału włóknistego przesyconego masą asfaltową.

*KFt* — kabel opancerzony taśmami stalowymi. Jedna lub kilka żył miedzianych, izolowanych papierem nasyconym, pokrytych wspólnie szczelną powłoką ołowianą, otoczoną nasyconym materiałem włóknistym i dwiema taśmami stalowymi, powleczonymi masą ochronną.

Rys. 31 podaje szczegóły budowy takiego kabla, przy czym poszczególne litery na rysunku oznaczają:

a — żyły miedziane;  
b — izolacja papierowa;  
c — powłoka ołowiana;  
d — warstwa materiału włóknistego przesyconego masą asfaltową;  
e — pancierz w postaci dwóch taśm stalowych nawiniętych spiralnie dokoła kabla.

*KFp* — kabel opancerzony płaskimi drutami stalowymi. Jedna lub kilka żył miedzianych, izolowanych papierem nasyconym, pokrytych wspólnie szczelną powłoką ołowianą, otoczoną nasyconym materiałem włóknistym i jedną warstwą płaskich drutów stalowych ocynkowanych.

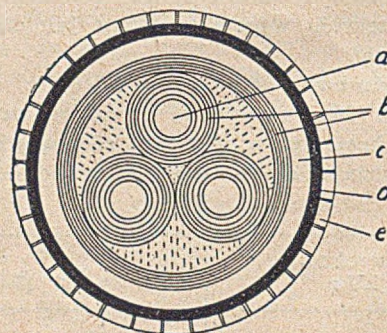


Rys. 31. Kabel opancerzony taśmami stalowymi (*KFt*):  
a — żyły miedziane; b — izolacja papierowa; c — powłoka ołowiana; d — warstwa materiału włóknistego przesyconego masą asfaltową; e — pancierz w postaci dwóch taśm stalowych nawiniętych spiralnie dokoła kabla.

nistym i jedną warstwą płaskich drutów stalowych ocynkowanych.

Rys. 32 podaje szczegóły budowy takiego kabla, przy czym poszczególne litery na rysunku oznaczają:

a — żyły miedziane;  
b — izolacja papierowa;



Rys. 32. Kabel opancerzony płaskimi drutami stalowymi (*KFp*):

a — żyły miedziane; b — izolacja papierowa; c — powłoka ołowiana; d — warstwa materiału włóknistego przesyconego masą asfaltową; e — pancierz w postaci jednej warstwy drutów stalowych, ocynkowanych, płaskich.

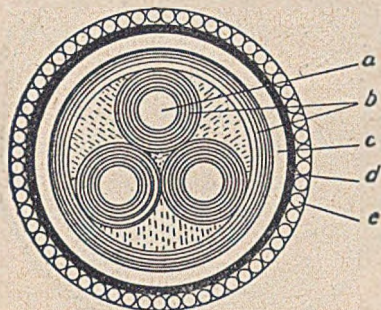
c — powłoka ołowiana;  
d — warstwa materiału włóknistego przesyconego masą asfaltową;  
e — pancierz w postaci jednej warstwy drutów stalowych ocynkowanych, płaskich.

*KFo* — kabel opancerzony okrągłymi drutami stalowymi. Jedna lub kilka żył miedzianych, izolowanych papierem nasyconym, pokrytych wspólnie szczelną powłoką ołowianą, otoczoną nasyconym materiałem włóknistym i dwiema taśmami stalowymi, powleczonymi masą ochronną.



nistym i jedną warstwą okrągłych drutów stalowych ocynkowanych.

Rys. 33 podaje szczegóły budowy takiego kabla, przy czym poszczególne litery na rysunku oznaczają:



Rys. 33. Kabel opancerzony okrągłymi drutami stalowymi (KFo):

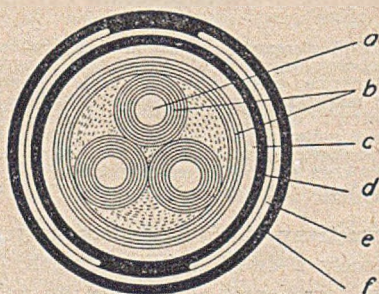
a — żyły miedziane; b — izolacja papierowa; c — powłoka ołowiana; d — warstwa materiału włóknistego przesyconego masą asfaltową; e — pancerz w postaci jednej warstwy drutów stalowych, ocynkowanych, okrągłych, nawiniętych spiralnie dokoła kabla.

- a — żyły miedziane;
- b — izolacja papierowa;
- c — powłoka ołowiana;
- d — warstwa materiału włóknistego przesyconego masą asfaltową;
- e — pancerz w postaci jednej warstwy drutów stalowych ocynkowanych, okrągłych, nawiniętych spiralnie dokoła kabla.

*KFtA* — kabel opancerzony taśmami stalowymi pokryty nasyconym materiałem włóknistym. Jedna lub kilka żył miedzianych, izolowanych papierem nasyconym, pokrytych wspólnie szczelną powłoką ołowianą, otoczoną nasyconym materiałem włóknistym, dwiema stalowymi taśmami i nasyconym materiałem włóknistym na zewnątrz kabla.

Rys. 34 podaje szczegóły budowy takiego kabla, przy czym poszczególne litery na rysunku oznaczają:

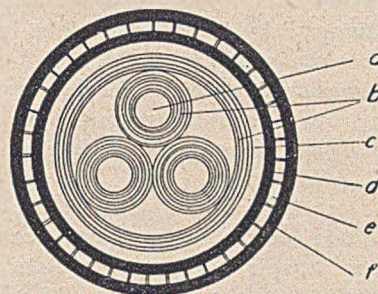
- a — żyły miedziane;
- b — izolacja papierowa;
- c — powłoka ołowiana;
- d — warstwa materiału włóknistego przesyconego masą asfaltową;
- e — pancerz w postaci dwóch taśm stalowych nawiniętych spiralnie dokoła kabla;
- f — warstwa zewnętrzna materiału włóknistego przesyconego masą asfaltową.



Rys. 34. Kabel opancerzony taśmami stalowymi, pokryty nasyconym materiałem włóknistym (KFtA):

a — żyły miedziane; b — izolacja papierowa; c — powłoka ołowiana; d — warstwa materiału włóknistego przesyconego masą asfaltową; e — pancerz w postaci dwóch taśm stalowych nawiniętych spiralnie dokoła kabla; f — warstwa zewnętrzna materiału włóknistego przesyconego masą asfaltową.

*KFpA* — kabel opancerzony płaskimi drutami stalowymi, pokryty nasyconym materiałem włóknistym. Jedna lub kilka żył miedzianych, izolowanych papierem nasyconym, pokrytych wspólną, szczelną powłoką ołowianą,



Rys. 35. Kabel opancerzony płaskimi drutami stalowymi, pokryty nasyconym materiałem włóknistym (KFpA):

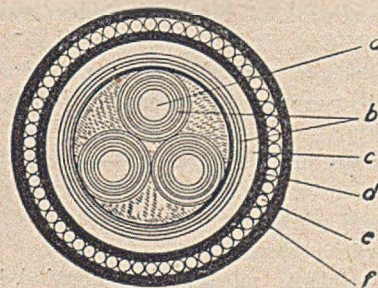
a — żyły miedziane; b — izolacja papierowa; c — powłoka ołowiana; d — warstwa materiału włóknistego przesyconego masą asfaltową; e — pancerz w postaci jednej warstwy drutów stalowych, ocynkowanych płaskich, nawiniętych spiralnie dokoła kabla; f — warstwa zewnętrzna materiału włóknistego przesyconego masą asfaltową.

ną, otoczoną materiałem włóknistym, jedną warstwą płaskich drutów stalowych ocynkowanych i nasyconym materiałem włóknistym. Rys. 35 podaje szczegóły budowy takiego kabla, przy czym poszczególne litery na rysunku oznaczają:

- a — żyły miedziane;
- b — izolacja papierowa;
- c — powłoka ołowiana;
- d — warstwa materiału włóknistego przesyconego masą asfaltową;
- e — pancerz w postaci jednej warstwy drutów stalowych ocynkowanych płaskich, nawiniętych spiralnie dokoła kabla;
- f — warstwa zewnętrzna materiału włóknistego przesyconego masą asfaltową.

*KFoA* — kabel opancerzony okrągłymi drutami stalowymi, pokryty nasyconym materiałem włóknistym. Jedna lub kilka żył miedzianych, izolowanych papierem nasyconym, pokrytych wspólnie szczelną powłoką ołowianą, otoczoną nasyconym materiałem włóknistym, jedną warstwą okrągłych drutów stalowych ocynkowanych i nasyconym materiałem włóknistym. Rys. 36 podaje szczegóły budowy takiego kabla, przy czym poszczególne litery na rysunku oznaczają:

- a — żyły miedziane;
- b — izolacja papierowa;



Rys. 36. Kabel opancerzony okrągłymi drutami stalowymi, pokryty nasyconym materiałem włóknistym (KFoA):

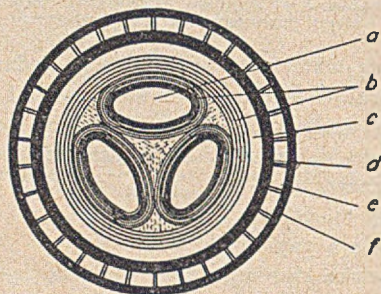
a — żyły miedziane; b — izolacja papierowa; c — powłoka ołowiana; d — warstwa materiału włóknistego przesyconego masą asfaltową; e — pancerz w postaci jednej warstwy drutów stalowych okrągłych, nawiniętych spiralnie dokoła kabla; f — warstwa zewnętrzna materiału włóknistego przesyconego masą asfaltową.

*c* — powłoka ołowiana;  
*d* — warstwa materiału włóknistego przesyconego masą asfaltową;  
*e* — pancerz w postaci jednej warstwy drutów stalowych ocynkowanych okrągłych, nawiniętych spiralnie dokoła kabla;  
*f* — warstwa zewnętrzna materiału włóknistego przesyconego masą asfaltową;

Jak już powiedziano wyżej, kable z żyłami aluminiowymi oznacza się w ten sposób, że przed powyższymi oznaczeniami dodaje się literę *A*, np. *AKFtA*, *AKFoA* itd.

Kable z żyłami sektorowymi oznacza się przez dodanie do powyższych oznaczeń przed cza się przez dodanie na drugim miejscu do powyższych oznaczeń litery *S* np. *KSFtA*, *AKSFtA*.

Rys. 37 podaje szczegóły budowy kabla sektorowego typu *AKSFpA*, przy czym poszczególne litery na powyższym rysunku oznaczają:



Rys. 37. Kabel z żyłami aluminiowymi sektorowymi, opancerzony płaskimi drutami stalowymi, okryty nasyconym materiałem włóknistym (*AKSFpA*):

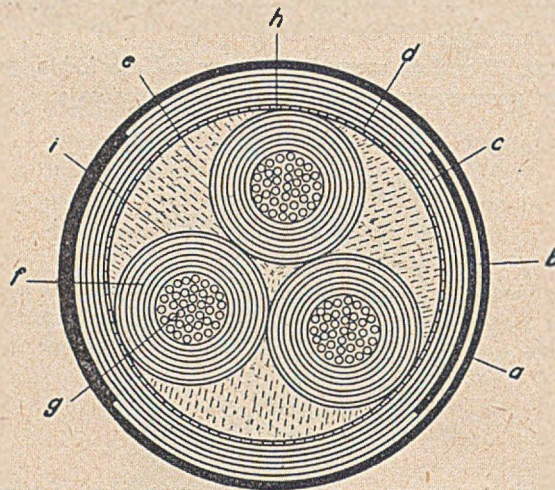
*a* — żyły aluminiowe sektorowe; *b* — izolacja papierowa;  
*c* — powłoka ołowiana; *d* — warstwa materiału włóknistego, przesyconego masą asfaltową; *e* — pancerz w postaci płaskich drutów stalowych ocynkowanych; *f* — warstwa zewnętrzna materiału włóknistego przesyconego masą asfaltową.

*a* — żyły aluminiowe sektorowe;  
*b* — izolacja papierowa;  
*c* — powłoka ołowiana;  
*d* — warstwa materiału włóknistego przesyconego masą asfaltową;  
*e* — pancerz w postaci warstwy drutów stalowych ocynkowanych płaskich;  
*f* — warstwa zewnętrzna materiału włóknistego przesyconego masą asfaltową.

Kable z żyłami ekranowanymi oznacza się przez dodanie do powyższych oznaczeń przed literą *K* względnie *A* litery *H* (kable typu Hochstädtera) np. *HKFtA*, *HAKFpA* itd.

Rys. 38 podaje szczegóły budowy takiego kabla typu *HKFtA*, przy czym poszczególne litery na rysunku oznaczają:

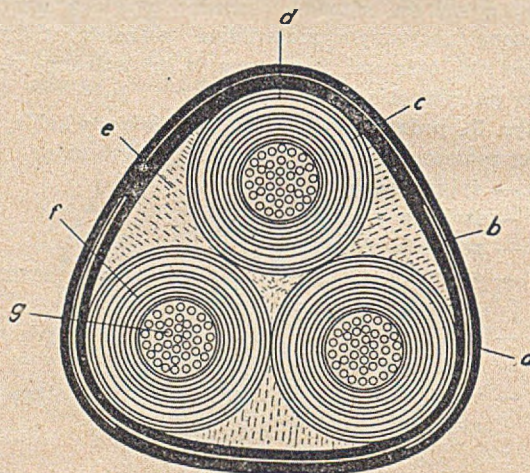
*a* — zewnętrzny obwój włóknisty nasycony,  
*b* — pancerz z dwóch taśm stalowych,  
*c* — obwój włóknisty pod pancerzem,  
*d* — powłoka ołowiana,  
*e* — wypełnienie między skręconymi żyłami (z papieru lub juty nasyconej),  
*f* — izolacja papierowa żyły,  
*g* — żyła metalowa,  
*h* — owinięcie taśmą bawełnianą przetykaną drucikami,  
*i* — owinięcie papierem metalicznym.



Rys. 38. Kabel trójżyłowy z żyłami ekranowanymi (*HKFtA*): *a* — zewnętrzny obwój włóknisty nasycony; *b* — pancerz z dwóch taśm stalowych; *c* — obwój włóknisty pod pancerzem; *d* — powłoka ołowiana; *e* — wypełnienie między skręconymi żyłami (z papieru lub juty nasyconej); *f* — izolacja papierowa żyły; *g* — żyła metalowa; *h* — owinięcie taśmą bawełnianą, przetykaną drucikami; *i* — owinięcie papierem metalicznym.

Kable trójżyłowe skręcone z kabli jednożyłowych oznacza się przez umieszczenie na pierwszym miejscu cyfry *3*, np. *3HKFtA*, co oznacza kabel skręcony z trzech jednożyłowych ekranowych i obłotwionych kabli, pokrytych nasyconym materiałem włóknistym, opancerzony dwiema taśmami stalowymi, pokryty nasyconym materiałem włóknistym.

Rys. 39 podaje szczegóły budowy takiego kabla, przy czym poszczególne litery na rysunku oznaczają:



Rys. 39. Kabel skręcony z trzech jednożyłowych ekranowanych i obłotwionych kabli, pokrytych nasyconym materiałem włóknistym, opancerzony dwiema taśmami stalowymi, pokryty nasyconym materiałem włóknistym (*HKFtA*): *a* — zewnętrzny obwój włóknisty nasycony; *b* — pancerz z dwóch taśm stalowych; *c* — obwój papierem asfaltowym na żyłach obołotwionych; *d* — powłoka ołowiana na żyłach; *e* — wypełnienie między żyłami (papier, lub juta nasycon.); *f* — izolacja żyły; *g* — żyła metalowa miedziana.

*a* — zewnętrzny obwój włóknisty nasycony,  
*b* — pancerz z dwóch taśm stalowych,  
*c* — obwój papierem asfaltowym na żyłach obołotwionych;  
*d* — powłoka ołowiana na żyłach,  
*e* — wypełnienie między żyłami z papieru lub juty nasyconej,  
*f* — izolacja żyły,  
*g* — żyła metalowa, miedziana.

Kable w izolacji gumowej oznacza się przez dodanie po literze *K* litery *G*, np. *KGfTA*, co oznacza kabel w izolacji gumowej opancerzony dwiema taśmami stalowymi, pokryty nasyconym materiałem włóknistym.

Kable w panczerzu z drutów płaskich owija się niekiedy dodatkowo tzw. „spirala przeciwskrętna” (*KFpd*, *KFpdA*) celem zachowania szczelności opancerzenia na zgięciach kabla. Spirala taka uniemożliwia bowiem odstawanie i pęcznienie drutów panczerza przy zginaniu kabla.

Spiralę przeciwskrętną wykonuje się zazwyczaj z taśmy stalowej, względnie z jednego lub dwóch drutów płaskich, nawiniętych przeciwnie do kierunku nawinięcia drutów panczerza.

Celem oznaczenia liczby żył i przekrojów żył w kablach wszelkich rodzajów, za oznaczeniem literowym wstawia się cyfry określające liczby żył w kablu i ich przekroje, np. *KSfTA 3 × 150* oznacza kabel typu

*KSfTA* z trzema żyłami, z których każda posiada przekrój  $150 \text{ mm}^2$ ; *KSfTA 3 × 50 + 25* oznacza kabel typu *KSfTA* z trzema żyłami, każda o przekroju  $50 \text{ mm}^2$  i czwartą żyłą o przekroju  $25 \text{ mm}^2$ .

Zgodnie z PNE-6, każdy kabel powinien mieć umieszczoną bezpośrednio pod powłoką ołowianą taśmę papierową z nazwą wytwórni, na obu końcach zaś powinny być wybite na powłoce ołowianej: skrót nazwy kabla, znak wytwórni oraz rok wykonania.

Własności charakterystyczne poszczególnych elementów składowych kabli elektroenergetycznych, przedstawiają się w świetle PNE-6 następująco:

**Materiał żyły.** Żyły miedziane kabli elektroenergetycznych muszą być wykonane z miękkiej miedzi przewodowej, zaś żyły aluminiowe z półtwardego aluminium przewodowego.

*Ciąg dalszy nastąpi*

## Podstawy elektrotechniki

(Ciąg dalszy)

Inż. el. T. Kuliszewski

### III. TEORIA ELEKTROCHEMICZNYCH ŹRÓDEŁ PRĄDU

#### 1. Pojęcia wstępne.

Do elektrochemicznych źródeł prądu zaliczamy ogniwa galwaniczne oraz akumulatory. Aby dokładnie poznać zasadę działania ogniwa elektrochemicznego musimy zrozumieć dokładnie niektóre procesy chemiczne, bez których wyjaśnienie działania ogniwa jest niemożliwe.

Elektrochemicznym źródłem prądu nazywamy takie urządzenie, w którym zawarte składniki chemiczne ulegając przemianom podczas reakcji chemicznych dostarczają energii elektrycznej w postaci prądu.

Reakcją chemiczną *syntezy* nazywamy proces, w czasie którego na skutek reagowania (oddziaływania) na siebie dwóch ciał powstaje trzecie ciało, czyli substancja chemiczna złożona, zwana związkem chemicznym. Związek chemiczny może powstać na skutek reakcji z dwóch lub więcej ciał prostych (pierwiastków) lub złożonych związków chemicznych.

Każdy związek chemiczny możemy rozłożyć na jego składniki na drodze chemicznej. Tego rodzaju proces chemiczny nazywamy *analizą*, lub reakcją rozkładu. W wyniku możemy otrzymać albo pierwiastki albo też grupy pierwiastków jako związki chemiczne mniej złożone.

Przy wszelkich przemianach chemicznych nie zachodzi żadna strata ani żaden przybytek materii. Jest to tzw. *prawo zachowania masy* lub *niezniszczalności materii*. Z powyższego prawa wynika, że ciężar związku chemicznego otrzymanego przy reakcji jest równy sumie ciężarów jego składników i odwrotnie, suma ciężarów składników uzyskanych ze związku chemicznego równa się ciężarowi tego związku.

Jak wiemy, każdy pierwiastek składa się z atomów, najdrobniejszą cząstką związku chemicznego natomiast

jest drobina, która składa się z atomów dwóch lub więcej pierwiastków (lub grup atomów) wchodzących w jej skład chemiczny. Zatem żeby utworzyć związek chemiczny, atomy pierwiastków składowych muszą połączyć się na drodze reakcji chemicznej w drobinę związku chemicznego.

Nie wszystkie pierwiastki mają zdolność łączenia się ze sobą na drodze chemicznej. Skłonność do łączenia się pierwiastków nazywamy *powinowactwem chemicznym*. Według współczesnych zapatrywań opartych na elektronowej teorii budowy materii powinowactwo chemiczne ma charakter energii elektrycznej. Przy łączeniu się atomów w grę wchodzi elektryczność tych atomów. Ponieważ drobina związku chemicznego normalnie nie wykazuje żadnych właściwości elektrycznych, zachodzi prawdopodobieństwo, że atomy wchodzące w skład drobinę w czasie reakcji wymieniają między sobą jeden lub więcej elektronów ładując się wzajemnie odwrotnymi znakami i w ten sposób tworzą jony, które posiadając ładunki przeciwnego znaku przyciągają się wzajemnie tworząc trwałą drobinę związku chemicznego (*reakcja jonowa*).

Przy analizie, czyli rozkładzie związku chemicznego na składniki, na drodze chemicznej jony nie powstają, natomiast z drobinę związku chemicznego otrzymać możemy jony na drodze elektrycznej jako skutek tzw. *elektrolizy*. Nie wszystkie związki chemiczne podlegają procesowi elektrolizy. Te związki z których możemy wyodrębnić jony, przy pomocy prądu elektrycznego nazywamy *elektrolitami*.

#### 2. Dysocjacja elektrolityczna.

*Dysocjacja elektrolityczną* nazywamy proces samorzutnego rozszczepiania się drobin związku chemicznego na jony. Dysocjacja elektrolityczna zachodzi w wodnych roztworach kwasów, zasad lub soli chemicznych. Takie roztwory są elektrolitami.

Stopień dysocjacji zależy od ilości rozpuszczonej w wodzie substancji. Im więcej rozcieńczony jest elektrolit, tym większy posiada stopień dysocjacji.

Jonem dodatnim jest zawsze wodór lub metal, jonem ujemnym zaś — reszta kwasowa, tlen oraz grupa wodorotlenków (OH).

Powstałe na skutek dysocjacji elektrolitycznej jony „wędrują“ bezładnie w elektrolicie i jest małe prawdopodobieństwo, aby mogły z powrotem połączyć się w drobinę, z której powstały, gdyż woda jest bardzo dobrym środkiem izolującym i nie pozwala na ponowne ich połączenie. Ponowne łączenie się jonów może nastąpić przy obniżeniu się temperatury elektrolitu oraz przy zmianie stopnia rozcieńczenia. Podwyższenie temperatury zwiększa stopień dysocjacji elektrolitu, podczas gdy zbliżenie się do nasycenia ten stopień obniża. Tak np. zupełnie czyste kwasy (bez domieszki wody) nie podlegają dysocjacji.

Istnieje bardzo ścisły związek między liczbą ładunków elementarnych, które otrzymują atomy lub grupy atomów przechodząc na skutek dysocjacji elektrolitycznej w stan jonowy a ich wartościowością. Mianowicie jony powstałe z atomów lub grup atomów posiadają tyle elementarnych ładunków elektrycznych dodatnich lub ujemnych, ile wynosi ich wartościowość. Należy tu przypomnieć, że wartościowością danego pierwiastka nazywamy liczbę, która określa z iloma atomami wodoru może połączyć się jeden atom danego pierwiastka. W pojęciu elektrochemii możemy powiedzieć, że wartościowością pierwiastka jest liczba elektronów, jaką atom tego pierwiastka traci lub zyskuje, wchodząc w połączenie z atomami innych pierwiastków. Tak np. atom wodoru może stracić tylko jeden elektron, zatem jest zawsze jednowartościowy, atom cynku może stracić dwa elektrony, a więc jest dwuwartościowy itd. Natomiast atom chloru może pozyskać jeden elektron, a więc jest jednowartościowy; siarka jest dwuwartościowa, gdyż może pozyskać dwa elektrony itd.

W ten sam sposób możemy określać wartościowości grup atomów lub drobin prostszych związków chemicznych.

Tak np. wskutek dysocjacji elektrolitycznej w wodnym roztworze kwasu siarkowego ( $H_2SO_4 + H_2O$ ) nastąpi samorzutne rozszczepienie drobin kwasu siarkowego ( $H_2SO_4$ ) na jony. Jonem dodatnim będzie wodór (H), właściwie będziemy mieli tu dwa jony wodoru, jonem zaś ujemnym — reszta kwasowa ( $SO_4$ ). Każdy jon dodatni będzie miał niedobór jednego elektronu, zaś reszta kwasowa będzie miała nadmiar dwóch elektronów. Oznaczamy to w sposób następujący:

$2 (H^+) —$  dwa jony dodatnie.  
 $SO_4^{--}$  — jon ujemny.

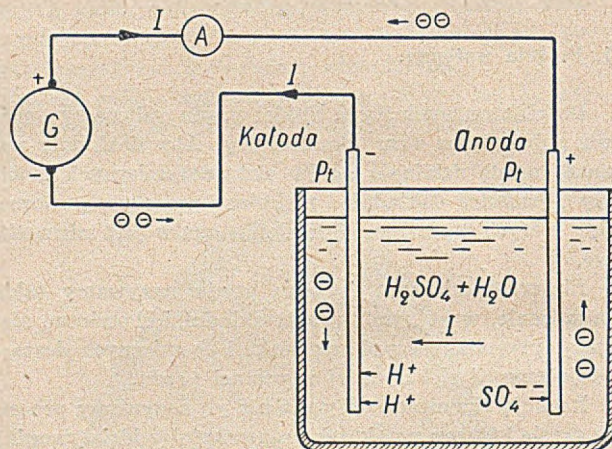
Jonizacja, jaka nastąpiła na skutek dysocjacji elektrolitycznej w elektrolicie, różni się od jonizacji gazów. Główną cechą tej różnicy jest to, że w zjonizowanym elektrolicie nigdy nie mamy swobodnych elektronów, jak to ma miejsce w gazie zjonizowanym, a ładunek ujemny niosą jony ujemne, jako atomy lub grupy atomów posiadających nadmiar elektronów.

Należy tu podkreślić, że rozszczepienie drobin substancji chemicznej przez dysocjację elektrolityczną nie jest równoznaczne z analizą na drodze chemicznej. Przy analizie chemicznej otrzymujemy atomy lub grupy ato-

mów pierwiastków składowych bez ładunków elektrycznych i mogą one łączyć się dalej z innymi pierwiastkami tworząc nowe związki chemiczne. Ładunek elektryczny, który posiada atom wytworzony jako produkt dysocjacji elektrolitycznej, zmienia zasadniczo właściwości atomu. Tego rodzaju jon ma skłonności do wejścia w reakcję z obojętnym elektrycznie atomem pierwiastka, z którymby połączył się natychmiast, gdyby nie posiadał ładunku. Reakcja taka nastąpi tylko wtedy, kiedy jon utraci swój ładunek, to znaczy kiedy stanie się zwykłym atomem obojętnym. Na tym właśnie zjawisku oparte jest działanie wszystkich elektrochemicznych źródeł prądu.

### 3. Elektroliza.

Jeżeli do naczynia z materiału izolacyjnego, w którym znajduje się woda destylowana, zanurzymy dwie pałeczki lub płytki metalowe (np. platynowe) tak, aby nie stykały się ze sobą i dołączymy je do zacisków źródła prądu stałego, to ponieważ woda destylowana jest bardzo dobrym izolatorem, prąd w takim obwodzie nie popłynie. Jeżeli teraz do tej wody destylowanej dolejemy nieco kwasu siarkowego, to zauważymy odchylenie się amperomierza A (rys. 54), co świadczy o przepływie prądu w tym obwodzie. Zjawisko to tłumaczymy w sposób następujący:



Rys. 54. Proces elektrolizy kwasu siarkowego.

Woda destylowana ( $H_2O$ ) po dolaniu do niej kwasu siarkowego ( $H_2SO_4$ ) staje się elektrolitem (wodny roztwór kwasu siarkowego o pewnym rozcieńczeniu). W elektrolicie tym następuje zjawisko dysocjacji elektrolitycznej, czyli rozkład drobin kwasu siarkowego: na jony dodatnie  $2 (H^+)$  oraz na jon ujemny  $SO_4^{--}$ .

Płytki zanurzone do elektrolitu zwiemy elektrodami. Ta płytka, która jest połączona z zaciskiem dodatnim (+) źródła prądu jest elektrodą dodatnią i nazywa się anodą, płytka zaś połączona z zaciskiem ujemnym (—) jest elektrodą ujemną i nazywa się katodą. Na skutek połączenia elektrod z zaciskami źródła prądu stałego, na elektrodach tych zjawiają się ładunki o odpowiednich znakach, pochodzące ze źródła prądu. Ponieważ, jak wiemy, ładunki różnoimienne się przyciągają a jednorodnie odpychają; to w elektrolicie nastąpi ruch jonów; ujemnych ku anodzie, dodatnich zaś ku katodzie. Z tego też tytułu jony ujemne

nazywamy anjonami, bo dążą do anody, zaś jony dodatnie, zdążające do katody — katjonami.

Teraz bezładny ruch jonów w elektrolicie został uporządkowany; widzimy to na rys. 54. Jony ujemne  $\text{SO}_4^{2-}$  po zetknięciu się z anodą oddają jej swój nadmiar elektronów, natomiast jony dodatnie  $\text{H}^+$  po zetknięciu się z katodą zyskują brakujący elektron i w ten sposób oba zjonizowane składniki elektrolitu stają się elektrycznie obojętne, zaś w obwodzie płynie prąd w kierunku umownym (odwrotnie do kierunku przepływu elektronów). Taki sam proces odbywa się z następnymi jonami, a więc prąd w tym obwodzie płynie stale i obwód prądu jest zamknięty przez elektrolit.

Przez elektrolit płynie prąd przesyłający, o którym wspominaliśmy już w początkowych naszych rozważaniach. W elektrodach i w przewodach mamy normalny prąd przewodzenia. W odróżnieniu od prądu przewodzenia, który, jak wiemy, jest przepływem tylko swobodnych elektronów w przewodniku, prąd przenoszenia jest to transport ładunków elektrycznych obu znaków niesionych przez jony elektrolitu w odwrotnych kierunkach. Udziału w tym transporcie nie biorą drobiny niezdysocjowane, ani też drobiny rozpuszczalnika, w naszym przypadku wody.

Zdawałoby się, że przepływ prądu ustanie z chwilą, gdy wszystkie jony zdysocjowanych drobin kwasu siarkowego w elektrolicie się rozładują. Tak jednak nie jest, gdyż z chwilą rozładowania się jony stają się elektrycznie obojętne atomami lub grupami atomów, które bądź wydzielają się na elektrodach w stanie wolnym (wodór  $\text{H}_2$  na katodzie), bądź też wchodzi natychmiast w reakcję z drobiną wody (reszta kwasowa  $\text{SO}_4$  na anodzie), tworząc nową drobinę kwasu siarkowego ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) i wydzielając wolny tlen (O). W ten sposób powstaje w elektrolicie „miejsce“ na dalszą dysocjację następných drobin kwasu siarkowego, które z kolei biorą udział w dalszym przenoszeniu prądu przez elektrolit i prąd płynie nadal.

Wydzielanie się na elektrodach atomów w stanie wolnym, atomów powstałych z jonów zdysocjowanego elektrolitu nazywamy **elektrolizą**.

W wyżej opisanym przypadku ma się wrażenie, że następuje elektroliza wody, gdyż wodór i tlen wydzielają się na elektrodach w takich ilościach, w jakich wchodzi w skład wody. Jednak woda nie jest elektrolitem i w nieobecności kwasu siarkowego nie podlega elektrolizie. Wodór otrzymany na katodzie jest produktem elektrolizy drobin kwasu siarkowego, zaś tlen otrzymany na anodzie jest produktem wtórnym reakcji zachodzącej na anodzie między resztą kwasową a drobiną wody.

Produkty pierwotne elektrolizy otrzymamy z elektrolitu tylko wtedy, gdy jony po rozładowaniu się nie wchodzi w reakcję ani z rozpuszczalnikiem, ani też z materiałem elektrod. Klasyycznym przykładem elektrolizy, przy której otrzymuje się produkty pierwotne jest elektroliza soli kuchennej ( $\text{NaCl}$ ) w stanie stopionym.

Z powyższego wynika, że przez elektrolizę wodnych roztworów soli metali można otrzymać jako produkt pierwotny elektrolizy tylko taki metal, który nie wchodzi w reakcję z wodą.

Należy tu podkreślić, że rozkład drobin elektrolitu na jony nie następuje na skutek procesu elektrolizy, a jedynie na skutek uprzednio istniejącej w elektrolicie dysocjacji elektrolitycznej.

#### 4. Prawa elektrolizy Faraday'a.

Opisaliśmy wyżej jakościową stronę zjawisk elektrolizy, która w zasadzie tłumaczy wystarczająco sam proces elektrolizy. Niekiedy jednak, zwłaszcza w galwanotechnice, konieczne jest ustalenie stosunku, jaki istnieje między ilością produktu wydzielonego na elektrodzie na skutek elektrolizy a ilością elektryczności, która przepłynęła w tym czasie przez elektrolit, w zależności od rodzaju elektrolitu. Na te pytania odpowiadają prawa elektrolizy Faraday'a (czytaj Faradeja).

Pierwsze prawo Faraday'a mówi:

Ilość jakiegokolwiek produktu wydzielonego na dowolnej elektrodzie w czasie trwania elektrolizy, czyli masa wydzielonych na niej jonów, jest zawsze wprost proporcjonalna do ilości elektryczności, która przepłynęła w tym czasie przez elektrolit.

Prawo to możemy przedstawić w postaci wzoru:

$$m = a \cdot Q \quad (94)$$

gdzie  $m$  jest to masa jonów w gramach,  $Q$  — ilość elektryczności w kulombach, zaś  $a$  — współczynnik proporcjonalności.

Współczynnik  $a$  możemy określić ze wzoru (94):

$$a = \frac{m}{Q} \quad (95)$$

Współczynnik  $a$  nazywamy **równoważnikiem elektrochemicznym** danego ciała. Ze wzoru (95) wyprowadzamy wymiar dla równoważnika elektrochemicznego. A zatem równoważnik elektrochemiczny oznacza liczbę gramów, czyli masę jonów, wydzieloną na elektrodzie, jako produkt elektrolizy, przez 1 kulomb elektryczności albo, co jest równoznaczne — na skutek przepływu prądu o wartości 1 ampera w czasie 1 sekundy (gr/As).

Należy tu podkreślić, że masa wydzielonych jonów, określona wzorem (94), niezależna jest ani od stopnia rozcieńczenia, ani też od rodzaju elektrolitu, z którego ten jon pochodzi.

Drugie prawo Faraday'a mówi:

Masy rozmaitych jonów wydzielonych na dowolnych elektrodach w czasie trwania elektrolizy na skutek przepływu jednakowej ilości elektryczności są do siebie w takim samym stosunku, jak ich równoważniki chemiczne.

Przypominamy, że **równoważnik chemiczny** danego ciała wyraża liczbę gramów masy tego ciała, jaka może połączyć się w związek chemiczny z 1,008 gr wodoru, względnie z 8 gr tlenu. Równoważniki chemiczne są w ścisłym związku z wartościami, mianowicie: liczba oznaczająca równoważnik chemiczny otrzymana jest jako wynik z podzielenia ciężaru atomowego danego pierwiastka przez jego wartościowość. Równoważnik chemiczny oznaczamy literą  $b$ . Równoważnik chemiczny wyrażony w gramach nazywa się **gramo-równoważnikiem chemicznym**.

W tablicy IV podane są równoważniki chemiczne i równoważniki elektrochemiczne niektórych pierwiastków.

Na drodze doświadczalnej w wyniku dokładnych pomiarów stwierdzono, o czym zresztą przekonać się możemy z danych umieszczonych w tablicy IV, że stosunek liczbowy równoważnika chemicznego do równoważnika elektrochemicznego dla wszystkich pierwiastków jest jednakowy i wynosi 96500; jest to tzw. liczba Farada'y'a. Wobec tego możemy napisać:

$$\frac{b}{a} = 96500 \quad (96)$$

Ze wzoru (96) określamy równoważnik elektrochemiczny  $a$ :

$$a = \frac{b}{96500} \quad (97)$$

i podstawiając do wzoru (94) znaną wartość  $a$  oraz zamieniając  $Q$  przez  $I \cdot t$  (amperosekundy) otrzymamy ostateczny wzór, z którego możemy obliczyć masę w gramach wydzielonego pierwiastka, mając podany jego równoważnik chemiczny  $b$ , natężenie prądu  $I$  w amperach oraz czas  $t$  trwania elektrolizy w sekundach:

$$m = \frac{b}{96500} \cdot I \cdot t \quad (98)$$

Ze wzoru tego określić możemy również natężenie prądu w amperach, jaki płynął przez elektrolit w czasie elektrolizy, która trwała  $t$  sekund, mając podany rodzaj pierwiastka (równoważnik chemiczny  $b$ ) oraz liczbę gramów straconej masy  $m$ . Należy w tym celu przekształcić wzór (98) w sposób następujący:

$$I = 96500 \cdot \frac{m}{b \cdot t} \quad (99)$$

Opierając się na wzorze (98) został ustalony amper międzynarodowy, o czym już wspominaliśmy przy omawianiu jednostek międzynarodowych, co teraz łatwo możemy sprawdzić według tablicy IV.

Przy pomocy elektrolizy różnych soli rozmaitych metali możemy otrzymywać jako produkt czysty metal, np. miedź elektrolityczną, srebro itp. Bardzo szerokie poza

tym ma zastosowanie elektroliza w galwanotechnice. Przy pomocy elektrolizy możemy pokrywać metale mniej szlachetne metalami szlachetnymi. Ponadto możemy otrzymywać bardzo dokładne kopie plastyczne z monet starożytnych, metali, rzeźb itp. na drodze tzw. galwanoplastyki.

Galwanotechnika zajmuje w elektrotechnice specjalny dział i jej zakres jest obszerny, toteż traktowana jest osobno i łącznie z elektrochemią stanowi odrębny kierunek specjalizacji dla elektryka.

**Zadanie 1.** Ile miedzi wydzieli się na elektrodzie przy elektrolizie siarczanu miedzi ( $\text{CuSO}_4$ ) w czasie 2 godzin, jeżeli przez elektrolit płynie prąd 20 A?

**Rozwiązanie:** Dla miedzi dwuwartościowej mamy z tablicy IV  $b = 31,78$ , poza tym  $I = 20$  A,  $t = 2$  godz. = 7200 sek a więc masa wydzielonej miedzi wyniesie ze wzoru (98):

$$m = \frac{31,78}{96500} \cdot 20 \cdot 7200 = 47,42 \text{ grama}$$

**Odpowiedź:**  $m = 47,42$  gr.

**Zadanie 2.** Jaki prąd płynął przez elektrolit w czasie elektrolizy, jeżeli po 5-ciu godzinach masa wydzielonego na elektrodzie srebra wyniosła 600 gr?

**Rozwiązanie:**  $m = 600$  gr,  $t = 18000$  sek,  $b = 107,88$  (dla srebra) a więc ze wzoru (99) mamy:

$$I = 96500 \cdot \frac{600}{107,88 \cdot 18000} = 29,8 \text{ A}$$

**Odpowiedź:**  $I = 29,8$  A.

**Zadanie 3.** Jak długo musi trwać proces elektrolizy, żeby na elektrodzie wydzieliło się 10 gr niklu przy prądzie płynącym przez elektrolit o wartości 200 A?

Tablica IV

Równoważniki niektórych pierwiastków.

l. at.	Rodzaj jonu	Symbol pierwiastka	Wartościowość	Ciężar atom.	Równoważnik chemiczny $b$	Równoważnik elektrochemiczny $a$
1	Wodór	H	1	1,008	1,008	$0,01045 \cdot 10^{-3}$
8	Tlen	O	2	16,00	8,00	$0,08291 \cdot 10^{-3}$
17	Chlor	Cl	1	35,46	35,46	$0,3674 \cdot 10^{-3}$
11	Sód	Na	1	22,997	22,997	$0,2383 \cdot 10^{-3}$
19	Potas	K	1	39,096	39,096	$0,4052 \cdot 10^{-3}$
29	Miedź	Cu	1	63,57	63,57	$0,6588 \cdot 10^{-3}$
29	Miedź	Cu	2	63,57	31,78	$0,3294 \cdot 10^{-3}$
50	Cyna	Sn	2	118,70	59,35	$0,6150 \cdot 10^{-3}$
26	Żelazo	Fe	2	55,85	27,92	$0,2894 \cdot 10^{-3}$
26	Żelazo	Fe	3	55,85	18,61	$0,1929 \cdot 10^{-3}$
47	Srebro	Ag	1	107,88	107,88	$1,1180 \cdot 10^{-3}$
79	Złoto	Au	3	197,2	65,73	$0,6812 \cdot 10^{-3}$
16	Siarka	S	2	32,06	16,03	$0,1662 \cdot 10^{-3}$
30	Cynk	Zn	2	65,38	32,69	$0,3381 \cdot 10^{-3}$
13	Aluminium	Al	3	26,97	8,99	$0,0936 \cdot 10^{-3}$
24	Chrom	Cr	3	52,01	17,34	$0,1800 \cdot 10^{-3}$
28	Nikiel	Ni	2	58,69	29,34	$0,3040 \cdot 10^{-3}$

Rozwiązanie: Przekształcamy wzór (98) w sposób następujący:

$$t = \frac{96500 \cdot m}{b \cdot I}$$

i podstawiając:

$$m = 10 \text{ gr}, b = 29,34 \text{ (dla niklu) oraz}$$

$$I = 200 \text{ A otrzymamy}$$

$$t = \frac{36,500 \cdot 10}{28,34 \cdot 200} = 163 \text{ sek} = 2 \text{ min } 43 \text{ sek}$$

Odpowiedź:  $t = 2 \text{ min } 43 \text{ sek}$ .

## Kluby techniki i racjonalizacji w branży elektrotechn. Okr. Warsz.

W okręgu warszawskim w branży elektrotechnicznej działa obecnie 9 Klubów Techniki i Racjonalizacji, z liczby tej 7 Klubów należy organizacyjnie do poszczególnych zakładów wytwórczych, a pozostałe dwa do Instytutów Naukowych.

Okres działalności Klubów w Okręgu warszawskim jest niezbyt długi — nie przekracza on jednego roku, pomimo tego jednak omawiane Kluby T. i R. mogą już poszczycić się dużymi osiągnięciami, zarówno organizacyjnymi, jak i racjonalizatorskimi. Kilka danych statystycznych naświetli bardziej szczegółowo działalność omawianych Klubów.

1. Liczba członków zrzeszonych w omawianych Klubach wynosi 510 osób, w tym 316 robotników i rzemieślników, 109 techników i 85 inżynierów;
2. Omawiane Kluby zgłosiły w ogólności 861 pomysłów racjonalizatorskich, z których zatwierdzono 311;
3. Zatwierdzone pomysły przyniosły w sumie ok. 56 milionów złotych oszczędności rocznie;
4. Członkom Klubów wypłacono tytułem nagród ogółem kwotę ok. pięciu milionów 600 tysięcy złotych;
5. Poza pracami racjonalizatorskimi Kluby prowadzą akcję szkoleniową.

W okresie działalności omawianych Klubów zorganizowano ponadto 24 wykłady, w których wzięło udział 407 słuchaczy.

Zakres usprawnień wprowadzonych przez członków Klubów jest szeroki i zawiera on zarówno ulepszenia dotychczasowych metod produkcji, jak też wprowadza metody nowe.

Jako przykłady usprawnień można podać np.: usprawnienie zgłoszone przez ob. Saganowskiego Wacława, polegające na zmniejszeniu liczby amperozwojów w cewkach wyzwalacza T — 660, przy utrzymaniu dotychczasowej charakterystyki.

Usprawnienie to zmniejszy zużycie miedzi i da ok. 270 tys. złotych oszczędności rocznie.

Usprawnienie zgłoszone przez Ob. Maina Henryka, Kubalskiego Franciszka i Zmigrodzkiego Wacława, polegające na całkowitej zmianie konstrukcji wyłącznika samoczynnego T—544 zmniejszyło znacznie czas trwania poszczególnych operacji produkcyjnych i spowodowało znaczne zmniejszenie zużycia materiałów. Usprawnienie to dało rocznie ok. 3 miln. 200 tys. złotych oszczędności.

Usprawnienie ob. Czekalińskiego, polegające na automatyzacji niektórych pomiarów przy badaniu trwałości żarówek zastąpiło pracę dwóch pracowników.

## Kącik językowy

OD REDAKCJI

W ostatnich dziesiątkach lat nowoczesna wiedza wykryła i wytłumaczyła w dziedzinie fizyki szereg nowych zjawisk, wykorzystanych następnie przez świat techniczny dla celów praktycznych. W celu wyrażenia nowych pojęć związanych ze wspomnianymi zjawiskami i określenia nowych urządzeń technicznych, potrzebny jest olbrzymi zasób nowych słów, które by najlepiej obrazowały charakter tych zjawisk i urządzeń, a zarazem były zgodne z duchem języka.

To nader trudne zadanie przypadło w udziale Centralnej Komisji Słownictwa Elektrotechnicznego przy Stowarzyszeniu Elektryków Polskich. Komisja ta już od lat przeszło trzydziestu czuwa nad jednolitością i poprawnością określeń stosowanych w słowniku elektrotechnika. Przy redagowaniu tego kącika będziemy korzystali z bogatego materiału nowych prac tej Komisji.

Nie jest to jednak jedynym celem „kącika“. Okazuje się bowiem, że i w dziedzinie ustalonego już od dawna słownictwa elektrotechnicznego nie wszyscy elektrycy są dobrze zorientowani, wskutek czego używają niepoprawnych określeń i to zarówno w słowie, jak i w piśmie. Z tego względu będziemy musieli jeszcze niejednokrotnie sięgnąć do dawniejszego dorobku Komisji, by zapobiec „wtórnemu analfabetyzmowi“ w omawianym zakresie. Aby nam nikt nie zarzucił głośności, omówimy poniżej nagminnie spotykane błędy przy posługiwaniu się nazwami jednostek najczęściej spotykanych w elektrotechnice.

### Amper, wolt, om.

Nazwy: amper, wolt i om są ustalone dla jednostek stosowanych do pomiaru wielkości występujących w prawie Ohma, a mianowicie natężenia prądu, napięcia i oporu. Niestety nazwy te podaje się często w formie niepoprawnej, jak o tym świadczy poniższy wyciąg z wydawnictwa periodycznego, ukazującego się w dziesiątkach tysięcy egzemplarzy, a mającego za zadanie popularyzację wiedzy:

„...opór przewodnika równa się jeden ohm, jeżeli napięcie jednego volta wytworzy w tym przewodniku prąd o natężeniu jednego ampera“.

W jednym zdaniu dwa błędy pod względem słownictwa elektrotechnicznego: zamiast „ohm“ powinno być „om“, zamiast „volta“ ma być „wolta“. Ponad to błąd językowy: zamiast „równa się jeden ohm“ — powinno być: „równa się jednemu omowi“ lub „wynosi jeden om“.

W innym miejscu tego samego wydawnictwa znajduje się następujące określenie: „do sieci o napięciu 220 volt“. Tu już w jednym słowie „volt“ znajdujemy dwa błędy, gdyż w danym przypadku ma być „woltów“.

Z podobnymi błędami w mowie i w piśmie spotykamy się często. Takie wyrażenia, jak 15 amper, 110 wolt, czy 500 om należą do popularnych w potocznej gwarze elektromontera. My będziemy mówić poprawnie: 15 amperów, 110 woltów, 500 omów.

W piśmie możemy używać symbolów literowych: zamiast amper — A, zamiast wolt — V, zamiast om — Ω. Należy przy tym pamiętać, że po symbolach literowych nie stawia się kropki. (ob)

## Wydawnictwa

Przegląd Techniczny Nr 3 — 4/1950 poświęcony jest specjalnie sprawom transportu wewnętrznego w zakładach pracy, a to w związku z I-szą Ogólnokrajową Konferencją Transportu Wewnętrznego w Zakładach Pracy, zwołaną przez Naczelną Organizację Techniczną na dzień 30 i 31 maja 1950 r. Omawiany zeszyt zawiera następujące artykuły:

Nasza droga — v-przew. PKPG Eugeniusz Szyr.

Transport wewnętrzny w zakładach pracy — v-min. inż. Mieczysław Lesz.

Transport w przemyśle metalowym i elektrotechnicznym — inż. Eugeniusz Brochstein.

Transport wewnętrzny w hutach żelaza — inż. Mieczysław Radwan.

Mechanizacja pracy w odlewni — inż. Tadeusz Jakubowski.

Zagadnienie transportu dolowego w przemyśle węglowym — inż. Jan Zyzak.

Transport w zakładach przemysłu metalowego — inż. Janusz Tymowski.

Transport w przemyśle lekkim i związane z nim zagadnienia — inż. Wacław Ufnowski.

Transportery pneumatyczne — inż. Janusz Skroński.

Transport napowietrzny kolejkami linowymi — inż. Alojzy Kijonka.

Mechanizacja masowego przeładunku węgla w portach — inż. Eugeniusz Bojemski.

Urządzenia nawęglania i odpopielania w elektrovnach — inż. Jerzy Drzewiecki.

Mechanizacja transportu wewnętrznego w przemyśle cukrowniczym — inż. Jan Zbigniew Podhorecki.

Kontenery w transporcie międzynarodowym — inż. Józef Wagner.

Mechanizacja transportu leśnego — inż. Kazimierz Czereyski.

Mechanizacja transportu poziomego w budownictwie — inż. Alfred Wiślicki.

Zagadnienie transportu w prefabrykacji — inż. Michał Szymański.

Transport w domach towarowych — dr inż. Zygmunt Zbichorski.

Interesujący Czytelnika „W. E.” najbardziej artykuł inż. Eugeniusza Brochsteina pt. „Transport w przemyśle metalowym i elektrotechnicznym” podajemy w skrócie jako materiał szczególnie ciekawy dla racjonalizatorów pracy.

Transport w przemyśle metalowym i elektrotechnicznym można podzielić na dwie grupy:

- transport zewnętrzny — dla dostarczenia towarów na teren zakładu z zewnątrz oraz dla przetransportowania towarów i odpadków z terenu zakładu do miejsca przeznaczenia,
- transport wewnętrzno-fabryczny.

Ten ostatni można z kolei podzielić na:

- wewnętrzno-oddziałowy oraz
- między-oddziałowy.

Ograniczymy się do scharakteryzowania ogólnych założeń, przyjętych w Związku Radzieckim, oraz do podania kilku ciekawych rozwiązań.

Jednym z najprostszych przykładów rozwiązania transportu, z równoczesną mechanizacją przeładunku, jest wózek ręczny lub akumulatorowy z podnoszoną

platformą. Skrzynie, służące do układania części przy produkcji masowej, są w tym wypadku osadzone na nóżkach o takiej wysokości, aby pozwalały na wprowadzenie opuszczonej platformy wózka pod skrzynię. Przez podniesienie platformy (około 5 cm) nóżki skrzyni zostają oderwane od posadzki; po przetransportowaniu na miejsce przeznaczenia wyładowanie następuje przez opuszczenie platformy

Jako ciekawy przykład rozwiązania transportu produkcyjnego, może służyć urządzenie taśmy do masowego montażu precyzyjnej aparatury.

Montaż odbywał się na taśmie poruszanej skokami. Chodziło o rozwiązanie problemu dostarczania części ze składu przejściowego do poszczególnych stanowisk operacyjnych montowni. Taśma montowni znajdowała się w bezpośredniej bliskości składu, w którym układano, w znormalizowanych skrzynkach, odpowiednie komplety części do poszczególnych operacji, w ilościach odpowiadających około 2-godzinnej pracy. Załadowane skrzynki układa się w magazynie w odpowiednich kanałach. Przez naciśnięcie dźwigni, na poszczególnych stanowiskach operacyjnych montowni odpowiednia skrzynka zostaje przetransportowana pneumatycznie do miejsca przeznaczenia, a poprzednia skrzynka, opróżniona przez pracującego, zostaje tą samą drogą skierowana z powrotem do składu. Rozwiązanie to, opłacalne oczywiście przy wybitnie masowej produkcji, dało bardzo znaczne oszczędności na personelu pomocniczym oraz dzięki zmniejszeniu strat drobnych części, nieuniknionych przy innym sposobie rozdziału.

Innym pomysłem rozwiązaniem transportu gotowej produkcji aparatury, o wadze około 10 kg brutto, jest podawanie opakowanych jednostek z pierwszego piętra, gdzie znajduje się montownia (taśmowa), na parter, do składu gotowej produkcji i ekspedycji, przy pomocy toru rolkowego, ułożonego w serpentynie. Rozwiązanie to usunęło zbędną pracę kilku ludzi, zajętych poprzednio ładowaniem towaru na wózki oraz wyładowywaniem, a poza tym umożliwiło ciągłą dostawę towaru do składu gotowej produkcji w tempie odpowiadającym wydajności montowni.

Z powyższego widzimy, iż zagadnienia transportu zająłoby się bardzo silnie z przebiegiem produkcji, a prawidłowe rozwiązanie całości daje właściwe podstawy organizacji przedsiębiorstwa. W każdym indywidualnym wypadku należy jednak szczegółowo przeanalizować wszystkie możliwości, gdyż wybranie najodpowiedniejszego rozwiązania nie zawsze jest możliwe w pierwszym rzucie. Często okazuje się po głębszej analizie, zwłaszcza przy seryjnej produkcji cięższych fabrykatów, iż lepiej opłaca się pozostawienie przedmiotu na miejscu, a przesuwanie brygad roboczych, wykonujących odpowiednie czynności.

Jeżeli wszystkie zakłady, w oparciu o bardzo obszerną literaturę radziecką z tej dziedziny, opracują szczegółowo problem transportu przedsiębiorstwa, uzyskamy bezsprzecznie duże oszczędności, usuniemy niejednokrotnie znaczne trudności o charakterze produkcyjno-organizacyjnym oraz stworzymy warunki pracy odpowiadające założeniom budownictwa socjalistycznego.