

# PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH

pod naczelnym kierunkiem prof. M. POŻARYSKIEGO.

Rok XVI.

15 Maja 1934 r.

Zeszyt 10.

Redaktor inż. WACŁAW PAWŁOWSKI

Warszawa, Czackiego 5, tel. 690-23.

## STAN OBECNY BADAŃ NAD NADPRZEWODNOŚCIĄ.

Dr. W. Werner.

537.312.62

Ostatnie lata przyniosły sporo nowych faktów i nowych pomysłów teoretycznych w dziedzinie prądów nadprzewodzonych\*). Badania doświadczalne potoczyły się żywym tempem dzięki temu, że ciekły hel jest dziś narzędziem badania nie tylko w Leydzie, ale także i w Toronto w Kanadzie, oraz w Physikalisch-Technische Reichsanstalt w Berlinie; obok de Haas'a, który kontynuuje badania ś. p. Kamerlingh Onnesa, stanęli do pracy tak wytrawni badacze, jak Mac Lennan i Meissner.

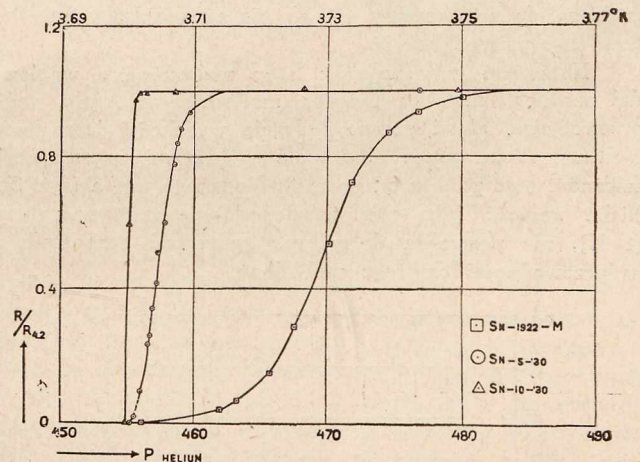
Badania nadprzewodności z jednej strony rozwijają się po liniach, nakreślonych przez K. Onnesa, z drugiej — starają się sprawdzać konsekwencje tych lub innych założeń teoretycznych. W pierwszej grupie wysuwają się na przód poszukiwania nowych pierwiastków nadprzewodzących; do 5 początkowych przybyły: gal (de Haas), tytan, tantal, tor i niob (Meissner); opory wanadu i cyrkonu zaczynają nagle spadać już powyżej 1,1 K, ale dotychczas nie udało się ochłodzić ich aż do zupełnego zaniku oporu. Molibden został uznany przez Meissnera za nadprzewodzący na podstawie badania stopów jego z węglem (ob. n.). Mc Lennan ogłosił ruten za nadprzewodzący; jednak okazało się, że jego próbka była zanieczyszczona nadprzewodzącym węglikiem wolframu. Załączona tablica zawiera nazwy i symbole 10 pewnych i 3 prawdopodobnie nadprzewodzących pierwiastków, grupę układu perjodycznego, do której każdy z nich należy, oraz temperaturę skoku.

Metał	Symbol	Grupa	Skok
Rtęć . . . . .	Hg	II <sub>2</sub>	4,2
Gal . . . . .	Ga	III <sub>2</sub>	1,1
Jnd . . . . .	Jn	III <sub>2</sub>	3,4
Tal . . . . .	Tl	III <sub>2</sub>	2,4
Tytan . . . . .	Ti	IV <sub>1</sub>	1,8
(Cyrkon) . . . . .	Zr	IV <sub>1</sub>	< 1,1
Cyna . . . . .	Sn	IV <sub>2</sub>	3,7
Ołów . . . . .	Pb	IV <sub>2</sub>	7,3
Tor . . . . .	Th	IV <sub>2</sub>	1,4
(Wanad) . . . . .	V	V <sub>1</sub>	< 1,1
Niob . . . . .	Nb	V <sub>1</sub>	9,2
Tantal . . . . .	Ta	V <sub>1</sub>	4,4
(Molibden) . . . . .	Mo	VI <sub>1</sub>	1,0?

Nie wszystkie podane liczby są zupełnie pewne; pomiędzy wynikami poszczególnych badaczy występują niekiedy dość znaczne różnice, wynikające zazwyczaj z niedostatecznej czystości próbek. Wszystkie niemal metale nadprzewodzące należą do grup III, IV i V pierwiastków; tylko rtęć należy do grupy II, a niepewny molibden do

VI, ale oba metale leżą w tablicy Mendelejewa w bezpośrednim sąsiedztwie metali nadprzewodzących.

Ważnym teoretycznie jest rozstrzygnięcie pytania, czy przejście od stanu zwykłego do stanu nadprzewodności odbywa się nagle, czy też w obrębie wymierzalnego obszaru zmiany temperatury (obszaru skoku). De Haas i Voogd zbadali w tym celu szereg drutów cynowych; z tych kilka było jednokryształowych, jeden zawierał kilka dużych kryształów, jeden był zwykłą cyną drobnokryształiczną. Na rys. 1 widać wyniki tych badań: w drucie jednokryształowym



Rys. 1.

spadek jest gwałtowny, obejmuje zaledwie 0,01°; przy obecności kilku kryształów wzrasta do 0,1°, w drucie zwykłym dochodzi do 0,5°. Granice są jeszcze węższe, jeśli zmniejszyć natężenie prądu pomiarowego; gdyby można było je doprowadzić do zera, skok odbywałby się zapewne w kryształach pojedynczym na przestrzeni nie większej niż 0,001 stopnia. Ale i te niezmiernie wąskie granice można przypisać drobnym zanieczyszczeniom chemicznym, oraz drobnokryształicznemu ustrojowi, jaki niewątpliwie zjawia się w miejscu przytopienia przewodów doprowadzających. W zupełnie czystym pojedynczym kryształach skok przewodności odbywa się prawdopodobnie nagle, t. j. w niewymierzalnym małym obszarze temperatur.

Zagadnienie nadprzewodności stopów zostało posunięte naprzód i znacznie rozszerzone. Pierwotne mniemanie, że przynajmniej jeden składnik musi nadprzewodzić, jeśli i stop ma mieć tę własność, nie ostało się wobec faktów. De Haas, van Aubel i Voogd znaleźli w r. 1929 nadprzewodzące stopy metali normalnych: złota i bizmutu oraz kadmu i bizmutu. Analiza röntgenowska

\*) Ob. Prz. El. t. IX, zes. 4, 1927.

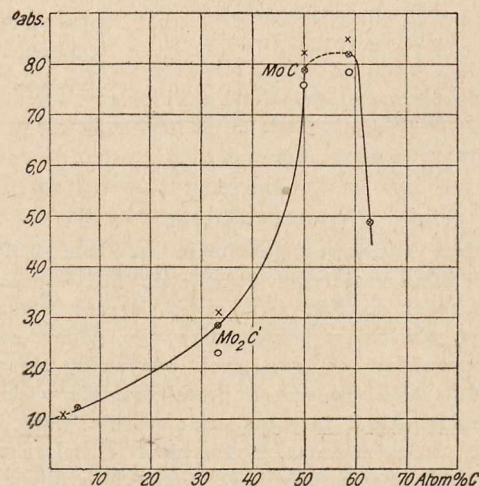


wykazała istnienie związku Au<sub>2</sub>Bi, którego obecności stop zawdzięcza zapewne swoją nadprzewodność.

Wpływ obcych domieszek na temperaturę skoku był badany obszernie w Berlinie i w Toronto. Dopiero w połączeniu z rozpatrywaniem krystalicznej budowy stopów można było dojść do pewnych prawidłowości. Allen, współpracownik Mc Lennana, rozróżnia trzy typy stopów: mieszaniny eutektyczne, roztwory stałe; o typie najbardziej złożonym — o mieszaninie roztworów stałych nie będziemy tu mówili. W pierwszym typie domieszka metalu zwykłego bardzo nieznacznie zmienia temperaturę skoku metalu czystego. W drugim — Meissner (1932) i Allen (1933) zgodnie znajdują, że zmiany temperatury skoku są zależne od wielkości domieszki i przebiegają w sposób ciągły; w wypadku dwóch nadprzewodników domieszka podnosi punkt skoku, jeśli sama posiada punkt wyższy; obniża, gdy ten punkt jest niższy. Domieszka metalu zwykłego naogół obniża temperaturę skoku.

Wyjątek pod tym względem stanowią stopy metali nadprzewodzących z metalami V grupy chemicznej (bizmutem, antymonem i arsenem); badania wykazały, że pod wpływem domieszki tych ciał temperatura skoku metali czystych podnosi się. Powstało przypuszczenie, że złoto i kadm nadprzewodzą, lecz dopiero w temperaturach niższych od używanych dotychczas, a dodanie bizmutu podniosło tylko temperaturę skoku. Próby Meissnera z nadzwyczaj czystą próbką złota (0,001% zanieczyszczeń) prowadzone do temperatury 1,1 K. nie potwierdziły dotychczas tego przewidywania.

Natomiast inny wyjątek, stop molibdenu z węglem, dał możliwość uznania molibdenu za ciało nadprzewodzące, ale i przepowiedzenie wysokości jego temperatury skoku przez ekstrapolację krzywej, wyrażającej zależność tego punktu od procentu dodanego węgla (rys. 2). Niska wartość, jaką ma prawdopodobnie ta temperatura (1 K), nie pozwoliła dotychczas sprawdzić bezpośrednio nadprzewodności czystego molibdenu.



Rys. 2.

Bardziej skomplikowane stosunki występują tam, gdzie tworzą się związki chemiczne stopionych metali.

Domieszki innych metali zwykłych do metali nadprzewodzących obniżają temp. skoku w zależności od składu stopu. Stosunki te były badane przez Mc Lennana, Allena i Wilhelma w r. 1930/31; np. w stopach złota z cyną powstają dwa związki (AuSn<sub>2</sub> i AuSn<sub>4</sub>); najmniejsze obniżenie temperatury skoku wykazują stopy, odpowiadające eutektykom tych dwóch związków lub drugiego z nich i czystej cyny (3,1 i 3,57 K., wobec 3,7 K. dla czystej cyny).

Ta względna trwałość nadprzewodności stopów eutektycznych przy podnoszeniu temperatury ma swój odpowiednik w wytrzymałości nadprzewodności wobec pól magnetycznych; próg magnetyczny jest w nich wyższy, niż przy innych składach stopu.

Własności roztworów stałych mają pewne znaczenie teoretyczne. Jak wiadomo, tworzą się w nich t. zw. kryształy mieszane, t. j. kryształy rozpuszczalnika, w którym atomy tego metalu są stopniowo zastępowane przez atomy domieszki. Nadprzewodność takich kryształów zdaje się dowodzić, że przekazywanie elektronów może się odbywać pomiędzy atomami różnych metali. Pytanie, czy wywołana przez domieszki zmianą stałej siatki krystalicznej wpływa na temperaturę skoku, nie jest jeszcze decydująco rozstrzygnięte. Allen znalazł pewną prawidłowość, wyniki Meissnera są rozbieżne.

Mc Lennan odkrył jeden jeszcze nowy fakt, a mianowicie istnienie t. zw. histerezy cieplnej. Wszystkie dotychczas zbadane ciała traciły nadprzewodność ściśle w tej samej temperaturze, w jakiej jej nabywały; pewien stop bizmutu z ołowiem i cyną staje się nadprzewodnikiem przy ochłodzeniu do 9 K.; ogrzewany, zatrzymuje tę własność aż do temperatury powyżej 13 K.

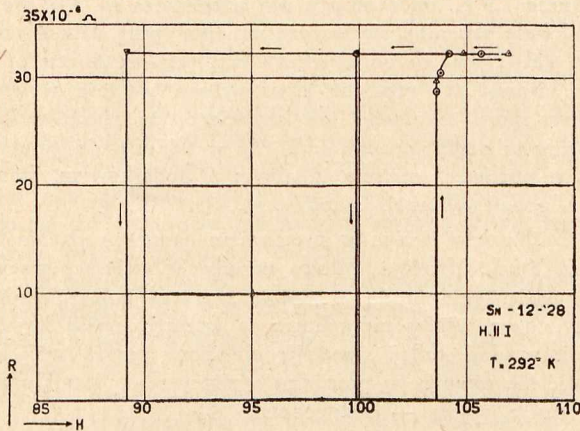
Meissnerowi zawdzięczamy odkrycie (r. 1929), że związek metalu zwykłego z metaloidem (siarczek miedzi) może być też nadprzewodnikiem. Zbadano od tej pory wiele połączeń metali tak nadprzewodzących jak i nienadprzewodzących z metaloidami (siarka, azotem, węglem, borem i krzemem), ale ich skład chemiczny nic nie mówi o ich własnościach nadprzewodzących; ten sam metaloid (węgiel) może zniszczyć nadprzewodność metalu czystego (tytanu), a wzbudzić ją w metalu zwykłym (w niklu, wolfranie i molibdenie).

Pewne światło na istotę nadprzewodności rzuca fakt, że wszystkie prawie nadprzewodzące związki z metaloidami należą do sześciennego układu krystalograficznego i mają jednakową budowę siatki, taką samą mianowicie, jak chlorek sodu. Oba zachodzące wyjątki (WC i MoC) kryształizują w układzie szściokątnym; wszystkie te kryształy odznaczają się prostą budową siatki. Inne jeszcze fakty świadczą, że budowa krystaliczna odgrywa wielką rolę w zjawisku nadprzewodności. Tak np. niekrystaliczna cyna nie nadprzewodzi, pomimo ochłodzenia aż do 1,8 K. Stopy rtęci i kadmu o różnym składzie tworzą kryształy mieszane: w romboedrycznych kryształach rtęci atomy rtęci są zastępowane przez atomy kadmu; te kryształy są nadprzewodzącymi. Przy nadmiarze kadmu, gdy sposób krystalizacji zmienia się, stop przestaje wówczas nadprzewodzić.

Ważne bardzo zagadnienie progu magnetycznego, czyli niszczenia nadprzewodności przez pole magnetyczne, też doznało znacznego uproszczenia przez zbadanie drutów jednokryształowych przez de Haasa i Voogda w r. 1931. Rys. 3 pokazuje wpływ pola podłużnego (równoległego do przewodu). Opór zanika i pojawia się w sposób nagły; pojawianie się oporu występuje w danej próbce zawsze przy tem samym natężeniu pola (103,6 G). Opór zanika przy wartościach pola niższych, przytem zmiennych; nie można było ustalić, od czego zależą te nieprawidłowości.

Wpływ pola poprzecznego (rys. 4) przedstawia się nieco inaczej; wprowadzie opór zanika w sposób nagły, ale pojawia się stopniowo. Rysunek wyobraża ciekawy wypadek: opór zanika tu przy takiej wartości słabnącego pola, której w fazie wzrastania oporu pod wpływem rosnącego pola odpowiada już znaczna wartość oporu.

De Haas i Voogd badali też t. zw. progową wartość prądu, t. j. natężenie prądu, przepuszczonego przez nadprzewodnik, przy którym znika nadprzewodność. Pomiar potwierdziły z całą dokładnością, lepiej niż dawniejsza praca Tuyna, słuszność hipotezy Silsbee, że wpływ prądu sprowadza się do działania wytwarzanego przezeń pola magnetycznego.



Rys. 3.

Próg magnetyczny, który wynosi kilkadziesiąt lub powyżej paręset gausów dla metali czystych, okazał się znacznie wyższy dla niektórych stopów. Tak np. stop Bi<sub>3</sub>Tl<sub>3</sub>, również dość oporny względem działań cieplnych, wykazał wartość progu, wynoszącą, zależnie od temperatury, od 4 000 do 5 600 G. Jeszcze wyżej, bo do 16 000—27 000 G. sięga próg magnetyczny stopu eutektycznego ołowiu z bizmutem. Jeśli przyszłość wykryje stopy o jeszcze wyższym progu, to myśl zbudowania silnego elektromagnesu, zasilanego prądami trwałymi, nie wydzielającymi ciepła, przestałaby być utopją.

W dziedzinie prądów trwałych należy zanotować badania Mc Lennana z r. 1931. Ulepszył on metodę Kamerlingh Onnesa, umieszczając pierścień z metalu nadprzewodzącego współśrodkowo z cewką nieruchomą. Wzbudzany w cewce prąd indukował w pierścieniu prąd o kierunku odwrotnym, a odpychające siły elektrodynamiczne wywoływały obrót pierścienia naokoło drucika, na którym był zawieszony. Przez skręcanie drucika można było doprowadzić pierścień do położenia pierwotnego. Ta metoda pozwoliła bardziej precyzyjnie zmierzyć natężenie prądów, krążących w pierścieniu nadprzewodzącym, niż metoda mierzenia sił przyciągających. Tą drogą stwierdził Mc Lennan, że natężenie prądu indukowanego trwałego jest proporcjonalne do natężenia prądu indukowanego, że proporcjonalność ustaje, gdy pole prądu dochodzi w pewnych częściach pierścienia do wartości progowej; że natężenie prądu w geometrycznie jednakowych pierścieniach, wykonanych z różnych metali nadprzewodzących, nie zależy od rodzaju nadprzewodnika. Wynika to z faktu zanikania oporu omowego; równanie dla prądu indukowanego redukuje się w tym wypadku do

$$L \frac{di}{dt} = \frac{dB}{dt}$$

skąd

$$i = \frac{B}{L}$$

prąd zależy więc tylko od współczynnika indukcji własnej  $L$  i od maksymalnego strumienia indukcji magnetycznej  $B$ .

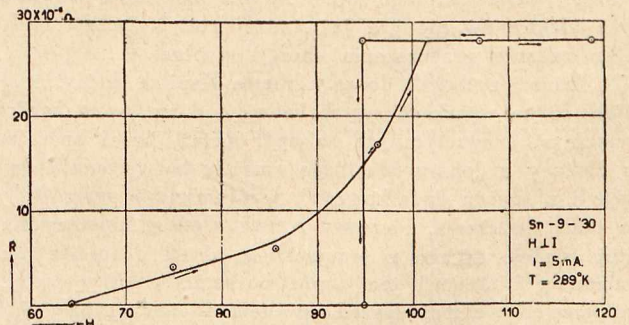
Oddzielną grupę badań nad nadprzewodnością stanowią te, które dążą do sprawdzenia wniosków, wypływają-

cych z nielicznych, co prawda i niedostatecznych prób teoretycznego tłumaczenia zjawisk.

Przypomnę, że próby te opierają się na dwóch koncepcjach zasadniczych prądu elektrycznego w metalach: na hipotezie swobodnego gazu elektronowego (Riecke—Drude) i na przekazywaniu elektronów od jednego atomu do drugiego (J. J. Thomson), przy czym warunkiem bezoporowego przekazywania ma być synchronizm obiegu elektronów dokoła jąder atomowych (Kamerlingh, Onnes, Einstein).

W świetle pierwszej teorii elektrony swobodne mogą przechodzić bez oporu pomiędzy atomami metalu — nadprzewodnika; co jest słuszne dla elektronów wewnętrznych, powinno się stosować także do elektronów, padających zewnątrz na warstwę nadprzewodnika. Ten wniosek sprawdził Mc Lennan, skierowując na taką warstwę promienie  $\beta$ . Meissner i Steiner (1932) użyli elektronów powolnych, wyrzucanych z elektrody żarzonej i przyspieszanych przez pole elektryczne do prędkości, odpowiadającej tej, jaką zgodnie z teorią kinetyczną powinny mieć elektrony w temperaturze nadprzewodnika badanego (potencjał przyspiesz.  $2,6 \cdot 10^{-4} \text{ V}$ ). Ani te, ani nieco szybsze (do 0,8 V) elektrony, ani bardzo szybkie, używane przez Mc Lennana, nie przenikały przez cienką cynfolję, ochładzaną poniżej temperatury skoku. Przemawiałoby to przeciw hipotezie elektronów swobodnych, gdyby nie możliwość istnienia w warstwach powierzchniowych innych warunków dla ruchu elektronów, niż te, które istnieją w głębi metalu.

Hipoteza przekazywania elektronów od atomu do atomu pozwala przypuszczać, że przechodzenie elektronu jest możliwe tylko przy pewnych położeniach atomów, że zatem oddanie elektronu jest poprzedzone przez polaryzację kryształu, wywołaną orjentującymi ruchami atomów. Wynika z tego, że, gdyby przez nadprzewodnik przepuścić prąd szybkozmienny, to atom nie miałby dość czasu, aby podążać za zmianami kierunku napięcia, orientacja atomów stałaby się niezupełna, a to zakłóciłoby warunki, potrzebne do nadprzewodzenia. Mc Lennan, w celu sprawdzenia tego wniosku, użył cewki miedzianej, wzbudzonej indukcyjnie przez obwód lampowy; tuż przy cewce umieszczono zwarty zwój drutu ołowianego; jego opór wpływał na krzywą rezonansu cewki, w szczególności na wartość prądu maksymalnego; zależność tę zmierzono empirycznie. Ołów ochłodzono i dokonywano pomiarów w pobliżu temperatury skoku. Pierwotne wyniki nie wykazywały żadnej nieciągłości w zmianach prądu maksymalnego; bliższe zba-



Rys. 4.

danie wykazało, że wpływ spirali ołowianej jest maskowany przez wpływ prądów, indukowanych w srebrzeniu naczynia Dewara; po usunięciu warstwy srebra wystąpiła wyraźnie nagle zmiana oporu ołowiu. Okazało się jednocześnie, że temperatura skoku przy użyciu prądów szybkozmiennych jest nieco niższa, niż przy prądzie stałym (przy częstotliwości  $10^{-7}$  zmian na sek. wynosi 3,64 K zamiast 3,73);

ekstrapolując wyniki pomiarów, Mc Lennan dochodzi do wniosku, że dla częstości  $10^{-9}$  temperatura skoku powinna obniżyć się do zera bezwzględne. Uderzającym jest, że nakładanie prądu zmiennego na prąd stały również obniża temperaturę skoku do wartości pośrednich; zjawisko polaryzacji wydaje się więc niewątpliwie. Również bezpośrednie pomiary oporu zapomocą prądów zmiennych, przeprowadzone przez Silsbee i jego współpracowników, wykazały istnienie nadprzewodności w zakresie od 60 do  $1,4 \cdot 10^6$  zmian na sek.

Hipoteza Einsteina, że przekazywanie elektronów odbywa się tylko pomiędzy atomami o jednakowych okresach obiegu elektronów, a więc tylko pomiędzy atomami tego samego pierwiastka pociąga jako konsekwencję, że na powierzchni zetknięcia dwóch różnych metali nadprzewodzących bezoporowe przekazywanie ustaje i pojawia się opór kontaktu. Doświadczenia K. Onnesa z prądami trwałymi w pierścieniu, złożonym z różnorodnych segmentów, nie dały rozstrzygających wyników. Holm i Meissner poddali bezpośrednim pomiarom opór styku cyny i ołowiu; bardzo obszerna i szczegółowa dyskusja otrzymanych wyników doprowadziła autorów do wniosku, że opór styku znika, gdy znikają opory użytych metali, że więc i styk uważać można za nadprzewodzący. Istnieje też próg pola magnetycznego i próg prądu przewodzącego, przy których pojawia się opór przejściowy: są więc zachowane wszystkie cechy nadprzewodności. Przemawia to przeciw hipotezie Einsteina. Do tego samego wniosku prowadzi fakt nadprzewodności kryształów mieszanych.

Ważny teoretycznie związek pomiędzy przewodnością elektryczną i cieplną skłania do zbadania tej drugiej wielkości w bardzo niskich temperaturach. De Haas i Bremmer (1932) stwierdzili, że „opór cieplny” ołowiu i cyny przechodzi przez wartość minimum (Pb — 9 K.; Sn — 7 K.), poczem znów rośnie przy dalszym ochładzaniu; w temperaturze skoku nie udaje się zauważyć żadnej nieciągłości.

Z faktu tego wyprowadził Grüneisen (1928) wnioski natury teoretycznej. Przypuszcza on, że odmienne mechanizmy są czynne przy przewodzeniu ciepła i przy nadprzewodzeniu elektryczności. Beżładny ruch swobodnych elektronów, unoszący z sobą nietylko ładunki, ale i energię, powoduje zapewne przewodzenie omowe elektryczności oraz przewodzenie ciepła; przekazywanie elektronów wywołuje jedynie ruch elektryczności. W temperaturze skoku ten drugi mechanizm staje się doskonałym, następuje niejako zwarcie, wobec którego przewodzenie zapomocą swobodnych elektronów nie gra już żadnej roli i spełnia nadal tylko zadanie przenoszenia energii cieplnej.

Inaczej podszedł do zagadnienia Kapitza, który, opierając się na wynikach swych badań nad wpływem bardzo silnych pól magnetycznych na opór metali, uznał opór ten za złożony z „oporu idealnego” metalu bezwzględnie czystego i z „oporu dodatkowego”, wytwarzanego przez drobne zanieczyszczenia. Pierwszy z nich, według hipotezy Kapitzy, maleje szybko z temperaturą, drugi pozostaje niezmienny i stanowi ten „opór pozostały”, który metale nadprzewodzące mają przed dojściem do temperatury skoku. W tej temperaturze opór dodatkowy znika nagle, a ponieważ opór idealny też doszedł już do zera, więc i opór całkowity przestaje istnieć. Trudności w tłumaczeniu według tej teorii pojawiają się przy próbach ilościowego określenia „zera” oporu. Z doświadczeń z prądami trwałymi w

temperaturze 4,25 K. wynika, że opór nadprzewodnika (ołowiu) wynosi  $10^{-10}$  do  $10^{-12}$  oporu normalnego (przy  $0^{\circ}$  C). Ekstrapolując krzywą oporu ołowiu dla temperatur powyżej skoku, Kapitza znalazł, że opór „idealny” ołowiu przy 4,25 K. powinien być tego właśnie rzędu, t. j.  $10^{-10}$ . Ale Meissner, polemizując z poglądami Kapitzy, stwierdził pomiarem, że tuż poniżej temperatury skoku, t. zn. w temperaturze 7,3 K. opór ołowiu nie przekracza  $10^{-9}$ , a prawdopodobnie okazałby się jeszcze mniejszy przy użyciu czulszego galwanometru do mierzenia napięcia na końcu przewodu. Nawet ta, zapewne zbyt wysoka wartość wymaga zmiany oporu idealnego tak szybkiego, że musiałby być uważany za nagły (propor. do  $T^{-16}$ ); w takim razie ginęłaby różnica pomiędzy oporem idealnym a dodatkowym, stanowiąca podstawę teorii Kapitzy.

Najbardziej wnika w mechanizm nadprzewodzenia hipoteza de L. Kroniga. Młody uczony holenderski wychodzi z rozważania prądu w metalu w zerze bezwzględne; atomy tkwią wtedy nieruchomo w węzłach siatki krystalizacji, w doskonałej symetrii; elektrony muszą wówczas ustawić się również w porządku symetrycznym, czyli utworzyć drugą siatkę — elektronową.

Dwie te siatki — atomowa i elektronowa — mogą przesuwać się względem siebie bez wzajemnego zaczepiania się, a więc i bez oporu. Ruchy cieplne dążą do uszkodzenia siatki elektronowej, która rozpada się wreszcie w temperaturze skoku. Również pole magnetyczne, odchylając elektrony od torów prostoliniowych, współdziała w rozbijaniu i niszczeniu siatki.

Pewne fakty zgadzają się z tą teorią, w szczególności niedający się zaprzeczyć związek nadprzewodności z budową krystaliczną, występowanie nadprzewodności w ciałach o prostej budowie; również odkryte przez Keesoma nieznaczne zatrzymanie się krzywej stygnięcia cyny w temperaturze skoku, stwierdzające istnienie jakiejś przemiany strukturalnej metalu, mogłoby być interpretowane jako oswobodzenie energii przy tworzeniu się siatki elektronowej, jako jej „ciepło topnienia”. W innych metalach (np. w ołowiu, nie stwierdzono tego zjawiska.

Nieokreśloną wartość pola magnetycznego, przy którym znika opór — a więc powstaje siatka elektronowa — można przypisać trudnościom wytworzenia tej siatki, będącego w pewnej mierze dziełem przypadku; zniszczenie już istniejącej siatki powinno występować przy ściśle określonej wartości pola, co zgadza się z obserwacją. Trudniej wytlomaczyć sobie, dlaczego znikanie oporu przy oziębianiu występuje tak nagle i w tak ściśle wyznaczonej temperaturze.

Inne jeszcze fakty nie dają się pogodzić z poglądami de Kroniga: bezoporowy ruch siatki elektronowej powinien być możliwy tylko w pewnych kierunkach, tymczasem de Haas i Voogd stwierdzili niezależność zjawisk nadprzewodności od kąta pomiędzy osią kryształu a kierunkiem prądu; powstanie nowej siatki (elektronowej) powinno wywołać pewne zmiany w zdjęciach röntgenowskich, czego nie stwierdzono; wpływ magnetyczny pola podłużnego też nie daje się objaśnić tą teorią.

Istota nadprzewodności jest jeszcze osnuta zupełną tajemnicą; stwierdzenie polaryzacji przez Mc Lennana zdaje się jednak wskazywać kierunek, w którym należy szukać rozwiązania zagadki.

# STATYSTYKA PORAŻEŃ ELEKTRYCZNYCH W POLSCE W LATACH 1921 — 1932.

Inż. Zdzisław Rychlik.

519.24/368.831.1—2/621.3—78.

Dzięki współpracy SEP z Instytutem Spraw Społecznych udało się od wszystkich zakładów ubezpieczenia od wypadków uzyskać dane dotyczące wypadków porażen elektrycznych, za które zostały wypłacone odszkodowania w latach ubiegłych. Niech mi wolno będzie złożyć na tem miejscu podziękowanie pp. referentom odnośnych Zakładów Ubezpieczeń, którzy umożliwili i ułatwili zaangażowanym do tego celu inżynierom żmudną pracę wyszukiwania interesujących nas danych.

Materiał, uzyskany z 3 ubezpieczalni polskich, jest dosyć niejednorodny, a to z tego powodu, że pracujące na terenie Polski zakłady stosują różne kryteria do rejestrowanych u siebie wypadków. I tak np. Zakłady Ubezpieczeń w Poznaniu i Królewskiej Hucie rozróżniają wypadki o skutkach przemijających i wypadki o skutkach trwałych (inwalidów), podczas gdy Zakład Ubezpieczeń we Lwowie rozróżnia wypadki „przemijające”, t. j. takie, przy których niezdolność trwała mniej, niż 2 lata, oraz „stałe”, w których niezdolność do pracy trwała 2 lata i dłużej; od r. 1930 natomiast Zakład Ubezpieczeń we Lwowie rozróżnia wypadki „lekkie” o następstwach, trwających ponad 4

tyg., a poniżej 13 tygodni, oraz wypadki „ciężkie” o następstwach, trwających ponad 13 tygodni. Jednolite ujęcie wszystkich zakładów sprawiało zatem pewne trudności.

Ze względu na to, że materiał, którym Zakłady rozporządzały, nie obejmował wszystkich lat, musiano podzielić statystykę na 3 okresy, a mianowicie lata 1921 — 1925, w którym są cyfry tylko z Poznania i Król Huty, oraz lata 1926 — 1929 i 1930 — 1932. Rok 1932 jest przytem niezakończony w Królewskiej Hucie, a brak cyfr ze Lwowa.

Należy następnie zauważyć, że statystyki Zakładów Ubezpieczeń obejmują tylko wypadki w zakładach przemysłowych, przyczem jednak nie obejmują wcale wypadków, które pociągnęły za sobą niezdolność do pracy krótszą, niż 4 tygodnie, za wypadki takie bowiem Zakłady nie wypłacają odszkodowań (należą one do kompetencji Kas Chorych).

Ilość wypadków porażen elektrycznych, za które zostały w latach 1921 — 1932 wypłacone odszkodowania, wynosi razem 451. Szczegółowe zestawienie z podziałem na lata, Zakłady Ubezpieczeń i kategorie wypadków podaje tabela I.

T a b e l a I.

Zestawienie ilości porażen elektrycznych w zakładach przemysłowych, za które zostały przez Zakłady Ubezpieczeń w latach 1921—1932 wypłacone odszkodowania.

R o k	Zakład Ubezpieczeń Społecznych												Ogółem***)		
	w Poznaniu*)				w Król. Hucie*)				we Lwowie**)						
	p	t	ś	r	p	t	ś	r	p	st	ś	r	n	ś	r
1921 . . . . .	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1
1922 . . . . .	—	2	1	3	4	2	8	14	—	—	—	—	8	9	17
1923 . . . . .	—	1	3	4	2	3	3	8	—	—	—	—	6	6	12
1924 . . . . .	—	—	—	—	—	3	8	11	—	—	—	—	3	8	11
1925 . . . . .	—	—	—	—	3	3	9	15	—	—	—	—	6	9	15
Suma 1921 — 1925 . . .	—	4	4	8	9	11	28	48	—	—	—	—	24	32	56
1926 . . . . .	—	1	1	2	1	1	5	7	6	4	5	15	13	11	24
1627 . . . . .	—	3	—	3	2	4	4	10	20	5	13	38	34	17	51
1928 . . . . .	—	2	3	5	5	3	8	16	20	9	20	49	39	31	70
1929 . . . . .	3	6	6	15	1	6	15	22	25	10	33	68	51	54	105
Suma**) 1926 — 1929 . . .	3	12	10	25	9	14	32	55	71	28	71	170	137	113	250
1930 . . . . .	5	3	3	11	3	4	11	18	3	27	16	46	45	30	75
1931 . . . . .	1	1	2	4	2	4	8	14	5	20	15	40	33	25	58
1932† . . . . .	—	4	1	5	—	1	6	7	—	—	—	—	5	7	12
Suma 1930 — 1932 . . .	6	8	6	20	5	9	25	39	8	47	31	86	83	62	145
Suma 1921 — 1932 . . .	9	24	20	53	23	34	85	142	79	75	102	256	244	207	451
1933†† . . . . .													(22)	(19)	(41)

\*) p oznacza wypadki porażen o skutkach przemijających,  
t „ „ „ „ „ trwałych

ś „ „ „ „ „ śmiertelne,  
r „ „ „ „ „ razem,

\*\*) p oznacza wypadki porażen „przemijających” do r. 1929, „lekkie” od r. 1930,

st „ „ „ „ „ „stałe” do r. 1929, „ciężkie” od r. 1930, w Zakładzie Ubezpieczeń we Lwowie

\*\*\*) n oznacza wypadki porażen, nie zakończone śmiercią,

†) Rok 1932 w Królewskiej Hucie nieskończony,

††) Rok 1933 zestawiono z informacji prasowej.

Dalsze tabele podają te same wypadki z podziałem na skutki i rodzaje zakładów przemysłowych (Tabela II), z podziałem na skutki, rodzaje urządzeń elektrycznych i wysokość napięcia (Tabela III) oraz z podziałem na zawody, skutki i czynności (Tabela IV).

Na końcu każdej tabeli podano cyfry za rok 1933, dotyczące również wypadków porażenia elektrycznych w zakładach przemysłowych, zebrane jednak zapomocą agencji

prasowej\*), a więc nie takie, za które zostały wypłacone odszkodowania, a po za tem nieciężkie. Cyfry te zawierają także wypadki o skutkach lekkich, które wywołały krótkotrwałą niezdolność do pracy. Przy porównaniu ich z cyframi z ubezpieczalni są one do pewnego stopnia sprawdzeniem dokładności statystyki, uzyskanej przy pomocy agencji prasowej i dlatego umieszczono je w nawiasach.

T a b e l a II.

Statystyka porażenia elektrycznych w latach 1921 — 1932 z podziałem na skutki i na rodzaje zakładów przemysłowych

Lata	Skutki	Rodzaje zakładów przemysłowych											Ogółem	
		elektrownie	kopalnie	huty	przemysł maszynowy	przemysł elektrotech.	przemysł chemiczny	przemysł włókienn.	przemysł spożywczy	przemysł drzewny	przemysł budowlany	przemysł transport. i komunik.		inne
1921 —1925	nie zakończone śmiercią	4	9	4	—	—	1	—	1	—	2	2	1	24
	śmiertelne . . . . .	4	19	3	1	—	—	—	—	—	2	1	2	32
	razem . . . . .	8	28	7	1	—	1	—	1	—	4	3	3	56
1926 —1929	nie zakończone śmiercią	27	15	5	29	3	10	7	2	3	9	7	20	137
	śmiertelne . . . . .	11	27	3	18	4	7	6	2	2	19	—	14	113
	razem . . . . .	38	42	8	47	7	17	13	4	5	28	7	34	250
1930 —1932	nie zakończone śmiercią	20	9	15	4	2	9	4	4	1	5	2	8	83
	śmiertelne . . . . .	15	20	6	2	—	5	1	1	—	3	2	7	62
	razem . . . . .	35	29	21	6	2	14	5	5	1	8	4	15	145
1921 —1932	nie zakończone śmiercią	51	33	24	33	5	20	11	7	4	16	11	29	244
	śmiertelne . . . . .	30	66	12	21	4	12	7	3	2	24	3	23	207
	razem . . . . .	81	99	36	54	9	32	18	10	6	40	14	52	451
(1933)	nie zakończone śmiercią	(10)	(5)	(1)	—	—	—	—	(2)	—	—	(1)	(3)	(22)
	śmiertelne . . . . .	(4)	(2)	(1)	(1)	—	—	—	(4)	(1)	(1)	—	(5)	(19)
	razem . . . . .	(14)	(7)	(2)	(1)	—	—	—	(6)	(1)	(1)	(1)	(8)	(41)

T a b e l a III.

Statystyka porażenia elektrycznych w latach 1921 — 1932 z podziałem na skutki, rodzaje urządzeń i wysokość napięcia.

Lata	Napięcie	Skutki			Rodzaj urządzeń									
		niezakończona śmiercią	śmiertelne	razem	urządzenia rozdzielcze	przyrządy	silniki	transformatory	przew. izol. i kable	przewody napow.	przewody słizgowe	lampy	inne i bliżej nieznane	razem
1921 —1925	wysokie . . . . .	19	19	38	13	5	2	4	3	4	6	—	1	38
	niskie . . . . .	2	8	10	—	—	—	—	—	2	6	2	—	10
	nieznane . . . . .	3	5	8	—	—	2	—	2	—	—	—	4	8
1926 —1929	wysokie . . . . .	48	31	79	28	9	3	13	5	9	11	1	—	79
	niskie . . . . .	76	67	143	7	9	3	—	18	49	9	41	7	143
	nieznane . . . . .	13	15	28	1	5	3	1	1	1	2	—	14	28
1930 —1932	wysokie . . . . .	21	25	46	19	1	1	4	6	8	3	—	2	46
	niskie . . . . .	54	32	86	5	4	13	1	11	27	3	16	6	86
	nieznane . . . . .	8	5	13	1	1	3	—	1	1	—	—	6	13
1921 —1932	wysokie . . . . .	88	75	163	60	15	8	21	14	21	20	1	3	163
	niskie . . . . .	132	107	239	12	13	16	1	29	78	18	59	13	239
	nieznane . . . . .	24	25	49	2	6	8	1	4	2	2	—	24	49
(1933)	wysokie . . . . .	(15)	(7)	(22)	(9)	(2)	(1)	—	(3)	(6)	—	—	(1)	(22)
	niskie . . . . .	(6)	(11)	(17)	(1)	(1)	(1)	—	(2)	(5)	(1)	(4)	(2)	(17)
	nieznane . . . . .	(1)	(1)	(2)	—	—	—	—	—	(2)	—	—	—	(2)

\*) Porównaj artykuł p. t. „Statystyka porażenia elektrycznych w Polsce za rok 1933 i ich analiza na tle naszych przepisów bezpieczeństwa” w Przeglądzie Elektr. Nr. 9 r. b.

Tabela IV.

Statystyka porażen elektrycznych w latach 1921 — 1932 z podziałem na skutki, zawody i czynności

Lata	Skutki	Zawody										Czynności						
		Elektromon- terzy	Pomocnicy elektromon- terów, pra- tykanci	Ślusarze maszyniści i t. p.	Inżyniero- wie, werk- mistrze, do- zorcy i t. p.	Robotnicy przemysłowi	Górnicy	Murarze	Rzemieśl- nicy	Inni	Razem	elektrotechniczne				inne prace budowlane	inne prace zawodowe	okoliczności przypad- kowe i nieznanne
												montaż	naprawa	obsługa	czysz- czenie			
1921	nie zakończone śmiercią	4	2	7	4	5	1	—	1	—	24	1	9	4	1	3	5	1
—1925	śmiertelne . . . . .	6	6	7	3	4	2	—	—	2	32	3	7	7	2	2	8	3
	razem . . . . .	10	8	14	7	9	3	2	1	2	56	4	16	11	3	5	13	4
1926	nie zakończone śmiercią	28	18	21	2	37	6	12	8	5	137	20	23	45	4	12	24	9
—1929	śmiertelne . . . . .	25	7	16	1	34	3	13	7	7	113	13	11	32	6	10	30	11
	razem . . . . .	53	25	37	3	71	9	25	15	12	250	33	34	77	10	22	54	20
1930	nie zakończone śmiercią	25	10	10	3	17	4	3	4	7	83	17	12	28	6	3	12	5
—1932	śmiertelne . . . . .	14	9	8	—	14	9	2	2	4	62	15	6	12	2	1	17	9
	razem . . . . .	39	19	18	3	31	13	5	6	11	145	32	18	40	8	4	29	14
1921	nie zakończone śmiercią	57	30	38	9	59	11	15	13	12	244	38	44	77	11	18	41	15
—1932	śmiertelne . . . . .	45	22	31	4	52	14	17	9	13	207	31	24	51	10	13	55	23
	razem . . . . .	102	52	69	13	111	25	32	22	25	451	69	68	128	21	31	96	38
(1933)	nie zakończone śmiercią	(9)	(3)	—	(2)	(3)	—	—	(5)	(22)	(4)	(5)	(3)	(2)	—	(4)	(4)	(4)
	śmiertelne . . . . .	(2)	(3)	(2)	—	(6)	(1)	—	(3)	(2)	(19)	(2)	(2)	(3)	—	(1)	(5)	(6)
	razem . . . . .	(11)	(6)	(2)	(3)	(9)	(1)	—	(3)	(7)	(41)	(6)	(7)	(6)	(2)	(1)	(9)	(10)

## WYŁĄCZNIKI WYSOKIEGO NAPIĘCIA I O DUŻEJ MOCY ODŁĄCZALNEJ.

Inż. T. Valeri.

Wg. odczytu z dn. 23.I.34 w S. E. P.

621.316.5.064.25

Prace nad budową wyłącznika, przystosowanego do wielkich mocy elektrowni współczesnych, rozpoczęły się mniej więcej ok. 10 lat temu. Wyłączniki dotychczasowe o kotle prostokątnym, wykonanym z dość cienkiej blachy i nieusztynionym, pokrywie słabej i kontaktach palcowych okazały się zupełnie nieodpowiednie. Były one budowane jedynie z uwzględnieniem prądu normalnego i napięcia roboczego wyłącznika, to też nie były w stanie sprostać wielkim mocom, które trzeba było odłączać przy zwarcia w wielkich nowoczesnych elektrowniach. Ich moc odłączalna wynosiła ok. 50 000 kVA przy dopuszczalnym prądzie udarowym ok. 20 000 A, przy wyższych zaś prądach zawodziły właściwie wszystkie części składowe wyłącznika. Rezultatem podjętych w tym kierunku prac było przedewszystkiem zastąpienie prostokątnego kotła okrągłym, wykonanym z grubej blachy i dzięki temu znacznie odporniejszym na powstające w wyłączniku znaczne ciśnienia przy wyłączaniu, wprowadzenie kontaktów koncentrycznych, a wreszcie komór gasikowych. Te ulepszenia pozwoliły stworzyć wyłączniki o mocy odłączalnej do 1 500 000 kVA.

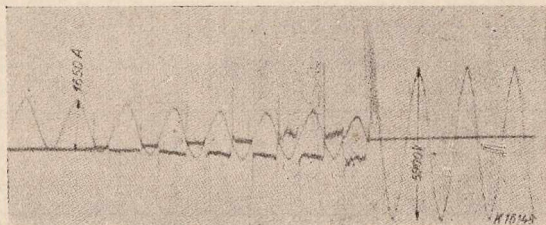
Pomimo dużych zalet nie można było jednak wyłącznika tego uważać za idealny, zwłaszcza przy bardzo dużych mocach i wysokich napięciach. Cechuje go wtedy stosunkowo długi czas trwania łuku, silne opalenie się kontaktów i spalanie się oleju przy odłączaniu zwłaszcza ciężkich zwarc, wreszcie przy wysokich napięciach — wielka waga wyłącznika i oleju i związane z tem kolosalne koszty zakupu i konserwacji tych wyłączników. Poważną ich wadą jest wreszcie to, że są one napełnione olejem. Wprawdzie przy dobrym stanie wyłącznika pracuje on zwykle dobrze, ale uszkodzenie jakiegokolwiek części składowej może łatwo doprowadzić do eksplozji wyłącznika, bardzo groźnej w swych skut-

kach. W rozdzielniach na powietrzu niewielkie ilości oleju są oczywiście zupełnie nieszkodliwe. Jeśli jednak zażyć, że np. wyłącznik 200 kV zawierał do niedawna ok. 60 t oleju, a nawet najnowsze typy tych wyłączników posiadają przeszło 20 t, podczas gdy dla zgaszenia łuku wystarczyłoby w zupełności kilka kilogramów, jeśli dalej wziąć pod uwagę wielki koszt tego oleju i jego oczyszczania, to trzeba przyznać, że ta konstrukcja jest daleka od doskonałości.

Prace, podjęte przez szereg firm elektrotechnicznych europejskich i amerykańskich, nie dały początkowo większych rezultatów. Stworzenie zupełnie nowych, odpowiadających wymaganiom spólszej techniki wyłączników, stało się możliwe dopiero po wybudowaniu stacji badawczych wielkiej mocy odłączalnej, w których można było odtworzyć warunki panujące podczas zwarc w wielkich sieciach, oraz zbadać dokładnie łuk, powstający przy odłączaniu tych zwarc. Najbardziej charakterystyczną cechą omawianych tu wyłączników jest w przeciwieństwie do dawnych typów to, że wpływa się celowo zapomocą odpowiednich środków na atmosferę łuku, aby spowodować najszybsze jego zgaszenie.

Obszerne badania światowych firm elektrotechnicznych, przeprowadzone głównie w stacjach wielkiej mocy, nie doprowadziły wprawdzie dotychczas do całkowitego wyjaśnienia wszystkich kwestyj teoretycznych; poglądy poszczególnych badaczy różnią się jeszcze znacznie między sobą. W każdym jednak razie został zgromadzony bogaty materiał doświadczalny i wyświetlony cały szereg kwestyj w związku ze zjawiskiem łuku elektrycznego, powstającego przy odłączaniu wielkich mocy. Dla zrozumienia konstrukcji nowoczesnych wyłączników wysokiego napięcia należy choćby pokrótce omówić wyniki tych badań.

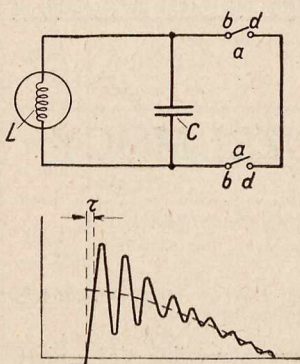
Jak wiadomo, przy rozłączaniu kontaktów w wyłączniku powstaje łuk między temi kontaktami. Należy od razu zaznaczyć, że nie chodzi właściwie o przerwanie — zgaszenie tego łuku: gaśnie on sam przy każdorazowym przejściu



Rys. 1.

chwilowej wartości prądu przez zero. Dąży się do tego, aby niedopuszczyć tylko do ponownego zapalenia się łuku. W tym celu należy zbadać nieco bliżej zjawiska zachodzące przy przejściu prądu przez zero.

Na rys. 2 (u góry) pokazany jest najprostszy obwód prądu zmiennego przy zwarciu. Gdy wyłącznik „a” jest włączony, napięcie między jego kontaktami stałymi i ruchomymi jest oczywiście (prawie) równe zero.



Rys. 2.

na zwarcie generatora. Między więc kontaktami stałym i ruchomym wyłącznika powstaje napięcie, usiłujące zapalić ponownie łuk, zgaszony przed chwilą przy przejściu prądu przez zero. Charakterystyczny przebieg zjawiska przerywania takiego obwodu widzimy na oscylogramie rys. 1. Widzimy na nim wykres prądu i napięcia. W chwilę po rozłączeniu się kontaktów przy pierwszym przejściu prądu przez zero następuje zgaszenie łuku i prawie natychmiastowe ponowne zapalenie się jego dzięki zjawiającemu się szybko między kontaktami napięciu. Zjawisko powtarza się przy każdym przejściu prądu przez zero, przy czym napięcie zapłonu jest coraz to wyższe gdyż kontakty oddalają się coraz bardziej od siebie, wkońcu przy dostatecznej odległości między kontaktami zapalenie się ponowne łuku więcej nie następuje i obwód jest ostatecznie przerwany. Napięcie między kontaktami powraca do swej normalnej wartości.

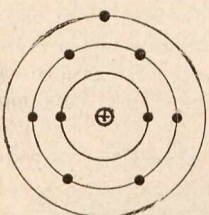
Z przytoczonego oscylogramu mogłoby się zdawać, że po przerwaniu łuku napięcie powraca natychmiast w swej pełnej wartości. W rzeczywistości tak nie jest, co uwiidacznia oscylogram, wykonany zapomocą oscylografu katodowego. Napięcie powraca stopniowo, jak to widać na rys. 2. Zjawisko tłumaczy się tem, iż każdy obwód posiada poza pewną indukcyjnością (skupioną głównie w transformatorach, generatorach i cewkach indukcyjnych) także pewną pojemność (rys. 2). Przy powracaniu napięcia zachodzą tu zjawiska analogiczne do zjawisk, powstających przy włączeniu obwodu, złożonego z indukcyjności i kondensatora. Fakt, że napięcie nie powraca natychmiast, lecz stopniowo, ma

niezmiernie ważne znaczenie dla procesu wyłączania. W czasie palenia się łuku przepływają przezeń przy stosunkowo niewielkim spadku napięcia wielkie prądy, co dowodzi, że ośrodek między elektrodami, w którym tworzy się łuk, posiada dobrą przewodność. Tenże sam ośrodek (gaz) jest natomiast w stanie normalnym dobrym izolatorem i prądu prawie wcale nie przewodzi. Po zgaśnięciu więc łuku ośrodek odzyskuje swe własności dielektryczne, stając się z dobrego przewodnika dobrym izolatorem. Proces ten, jak każde zjawisko fizyczne, trwa pewien skończony okres czasu. Im szybciej powraca po zgaszeniu łuku napięcie między elektrodami, tem łatwiej będzie mogło ponownie łuk zapalić, gdyż wytrzymałość dielektryczna ośrodka będzie jeszcze niewielka. Jako miarę szybkości powrotu napięcia służyć może czas „ $\tau$ ”. Rys. 2 wyjaśnia dostatecznie znaczenie tej wielkości. Zamiast „czasu powrotu napięcia” można również określić szybkość powrotu napięcia w woltach na mikrosekundę. Jak wynika z wyżej podanych rozważań szybkość powrotu napięcia ma ogromne znaczenie dla pracy wyłącznika. Obwody, w których po odłączeniu zwarcia napięcie między kontaktami wyłącznika powraca szybko, przedstawiać będą znacznie większe trudności dla wyłączników, niż te, w których napięcie powraca powoli. „Czas powrotu napięcia” zależy oczywiście przedewszystkiem od indukcyjności i pojemności obwodu. Wynosi on dla generatorów około 10 mikrosekund, dla transformatorów ok. 20 mikrosekund i waha się dla spotykanych w praktyce warunków naogół w granicach 10 do 1000 mikrosekund. Szybkość powrotu napięcia waha się w granicach od paruset do około 2500 woltów/mikrosek. W stacjach badawczych, gdzie pojemność układu jest bardzo mała, napięcie powraca bardzo szybko, — szybciej, niż w spotykanych w praktyce sieciach. Tem się też tłumaczy, że wyłączniki w pracy na sieci wykazują naogół większą moc odłączalną, niż w próbach na stacji doświadczalnej. Szereg doświadczeń potwierdził w całej rozciągłości wielkie znaczenie szybkości powrotu napięcia na pracę wyłącznika. (Sprawa ta była między innymi poruszana obszernie na kongresie wielkich sieci w Paryżu w lecie 1933 r.). Pierwszorzędnym środkiem dla zwiększenia mocy odłączalnej wyłącznika byłoby zmniejszenie szybkości powrotu napięcia między kontaktami wyłącznika po pierwszym zgaśnięciu łuku. W praktyce jednak bardzo trudno jest wpłynąć na szybkość powrotu napięcia i z tego środka nie robi się też naogół użytku. Aby więc nie dopuścić do ponownego zapalenia się łuku, pozostaje tylko drugi środek, a mianowicie przyspieszyć odzyskiwanie wytrzymałości dielektrycznej przez znajdujący się między elektrodami ośrodek. To sztuczne przyspieszenie tego procesu jest zasadniczą cechą wszystkich najnowszych konstrukcyj wyłączników; zostało ono umożliwione tylko dzięki dokładnemu zbadaniu właściwości fizycznych łuku.

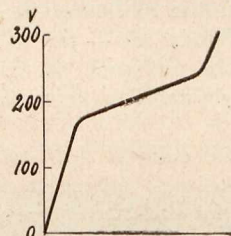
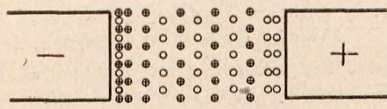
Przenoszenie prądu w łuku odbywa się głównie przez swobodne elektrony, wyrzucane przez rozżarzoną katodę. Aby gaz (mówimy tylko o łuku, tworzącym się w gazie) miał dostateczną przewodność, pozwalającą na przepływ dużych prądów, musi on być dostatecznie zjonizowany, t. j. posiadać dostateczną ilość wolnych jonów. Wiadomo, że jeżeli gaz w jakikolwiek sposób zjonizujemy, a następnie pozostawimy samemu sobie, to gaz utraci w krótkim czasie wolne jony — zdejonizuje się. Aby utrzymać w atmosferze łuku dostateczną ilość wolnych jonów pomimo ciągłego ich znikania, muszą istnieć w atmosferze palącego się łuku czynniki, powodujące powstawanie coraz to nowych jonów czyli jonizację. Badania wykazały, iż głównymi czynnikami są: wysoka temperatura łuku i pole elektryczne między elektrodami. Jak te dwa czynniki wpływają na jonizację, wyjaśnia nam poniższe rozważania.



Gaz między elektrodami składa się przeważnie z cząsteczek (molekuł), ewentualnie atomów. Schematyczny obraz atomu widzimy na rys. 3. Jądrem atomu jest naładowany dodatnio proton, dokoła którego krążą naładowane ujemnie elektrony. Masa protonu jest olbrzymia w stosunku do masy elektronu. Suma ujemnych ładunków elektronów jest równa dodatniemu ładunkowi protonu, tak że całość (atom) jest nazewnątrz obojętna elektrycznie. Jeśli teraz atom utraci, lub zyska jeden elektron, to przestaje być obojętnym elektrycznie, gdyż suma ładunków ujemnych elektronów jest teraz mniejsza (ewentualnie większa) od dodatniego ładunku protonu: staje się on jonem dodatnim lub ujemnym. Poza-tem w gazie zjonizowanym zawsze znajdują się wolne elektrony w mniejszej lub większej ilości. Utracenie elektronu przez atom odbywa się zwykle dzięki zderzeniu się dwóch cząstek. O ile zderzenie takie jest dość silne, to może ono wyrzucić ze swej drogi jeden z elektronów, krążących po zewnętrznej orbicie. Atomy w gazie są w ciągłym ruchu i — rzecz oczywista — zderzają się wciąż między sobą. W normalnych warunkach jednak ruchy atomów są niedość szybkie, a zderzenia zbyt słabe, aby mogły rozbić atom. Jeśli podwyższymy teraz dostatecznie temperaturę gazu, to ruchy cząstek staną się szybsze, a zderzenia cząstek tak silne, że zaczną powodować rozbijanie się atomów i co za tem idzie powstawanie jonów. Drugim źródłem jonizacji jest pole elektryczne między elektrodami. Pole to oddziałuje oczywiście na jony i elektrony, znajdujące się w jego obrębie. Rys. 3a pokazuje schematycznie rozkład jonów w polu między elektrodami. Jony dodatnie gromadzą się przy katodzie, natomiast przy anodzie gromadzą się elektrony.



Rys. 3.



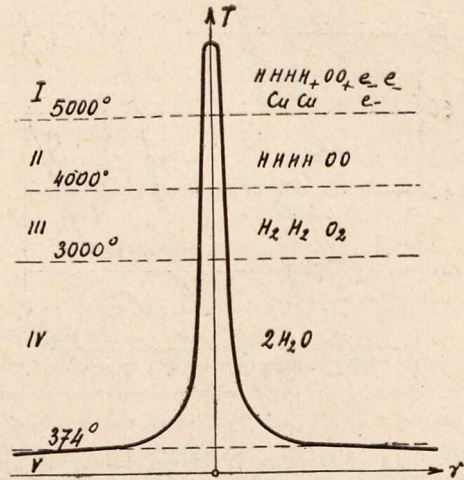
Rys. 3a.

Rzecz jasna, iż obok wyrysowanych jonów i elektronów znajduje się w atmosferze łuku jeszcze wielka ilość obojętnych elektrycznie atomów, przewyższająca wielokrotnie ilość jonów i elektronów. Wykres u dołu przedstawia rozkład spadku napięcia w łuku. Widzimy bardzo silny spadek napięcia na katodzie i mniej gwałtowny spadek na anodzie. Spadek napięcia w pozostałej części łuku jest stosunkowo niewielki i wynosi np. dla powietrza w warunkach normalnych ok. 30 V na cm. Wielkość spadku napięcia na katodzie zależy przede wszystkim od temperatury katody. Wartości na rysunku odpowiadają t. zw. katodzie zimnej. Zjawisko to powstaje wtedy, gdy łuk wędruje szybko po powierzchni katody, która rozgrzewa się wtedy jedynie bardzo powierzchownie. Przy katodzie gorącej wartość spadku napięcia na katodzie zmniejsza się do kilku woltów.

Oczywiście, że znajdujące się między elektrodami jony i elektrony podlegają działaniu sił pola. Elektrony są odpychane od katody, jony dodatnie zaś — przyciągane. Pod wpływem tych sił jony i elektrony otrzymują przyspieszenia i nabierają znacznej szybkości. Dotyczy to przede wszystkim lekkich, a obdarzonych takim samym jak jony ładun-

kiem elektrycznym elektronów. Pędzące pod wpływem działania pola elektrycznego z wielką szybkością elektrony uderzają z wielką siłą w napotkane atomy i powodują ich rozbicie, t. j. jonizację. Jest to drugie źródło powstawania jonów — nazwiemy je jonizacją uderzenia; źródłem jej są głównie elektrony.

Aby zbadać wpływ obu tych czynników na jonizację gazu, znajdującego się pomiędzy elektrodami, podjęto przede wszystkim badania nad temperaturą łuku. Wykazały one iż temperatura ta jest wyższa, niż przypuszczano dawniej; zależy ona od rodzaju elektrod i atmosfery w jakiej pali się łuk i wynosi 5000 — 9000° C. Rozkład temperatury w łuku (rysunek odnosi się do łuku w atmosferze pa-



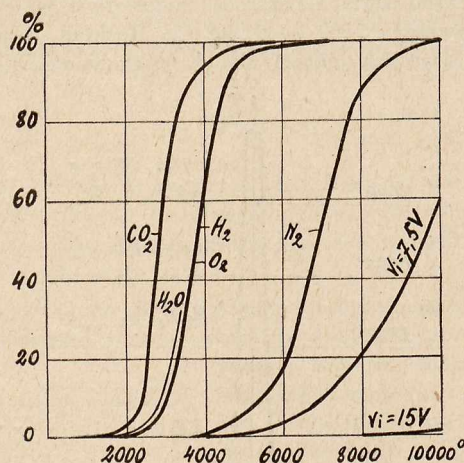
Rys. 4.

ry wodnej) widzimy na rys. 4. W środku przy osi łuku znajduje się strefa o bardzo wysokiej temperaturze. Średnica jej zależy od natężenia prądu i dochodzi przy dużych natężeniach do kilku milimetrów. Zmienia się ona wraz ze zmianą wielkości prądu w czasie każdego półokresu. Strefę tę otacza druga, odznaczająca się niezwykle gwałtownym spadkiem temperatury, poczem spadek temperatury staje się mniejszy, i przechodzimy do trzeciej strefy o stosunkowo niskiej temperaturze. Wysoka temperatura łuku tłoczy nam, dlaczego mówimy tylko o łuku, palącym się w gazie. Jest to zupełnie jasne dla wyłącznika powietrznego. W wyłączniku olejowym pod wpływem wysokiej temperatury łuku pewna ilość oleju rozkłada się i dokoła kontaktów powstaje bańka gazowa, złożona przeważnie z wodoru. Że powyższe twierdzenie jest słuszne dowiodły badania, które wykazały, że łuk, palący się w czystym wodorze i w oleju, jest przy jednakowych warunkach identyczny.

Możemy więc twierdzić, że łuk, powstający w wyłączniku olejowym, jest łukiem w wodorze. W wyłączniku wodnym powstaje oczywiście para wodna. Wysoka temperatura powoduje jednak w dalszym ciągu dysocjację gazów, t. j. rozpad cząsteczek na atomy oraz jonizację. Stopień dysocjacji i jonizacji zależy oczywiście od wysokości temperatury. Na rys. 5 podane są krzywe dysocjacji dla poszczególnych gazów oraz krzywa jonizacji dla gazu czystego ( $V_i = 1,5$  V) i dla gazu, zanieczyszczonego parami metalu ( $V_i = 7,5$  V). Krzywe te pokazują nam, jaki procent cząsteczek w danej temperaturze rozpadł się na atomy (krzywe dysocjacji), ewentualnie — jaki procent atomów rozpadł się na jony (krzywe jonizacji). Jak widać, w temperaturze łuku ok. 7000 — 8000° C wszystkie gazy z wyjątkiem azotu rozpadły się na atomy całkowicie. Z krzywych jonizacji widzimy, jak wielkie znaczenie ma dla termojonizacji obecność par metalu w atmosferze łuku. Tak np. przy tempe-

raturze 8 000° w gazie czystym ilość zjonizowanych atomów wynosi ok. 0,5%, zaś w gazie zanieczyszczonym parami metalu — ok. 20% wszystkich atomów.

Tu spotykamy się z pierwszymi poważnymi różnicami w poglądach poszczególnych badaczy. Pary metali znajdują się oczywiście zawsze w atmosferze łuku i pochodzą z materiału elektrod, parującego przy wysokich temperaturach łuku. Jedni badacze twierdzą, iż dla stopnia termojonizacji miarodajną jest krzywa  $V_i = 7,5$  V. Opierając się na tem, dochodzą do wniosku, że głównym źródłem jonizacji jest



Rys. 5.

termojonizacja, podczas gdy jonizacja uderzenia nie odgrywa większej roli. W sprzeczności z tem są rezultaty innych badań, przy których używano elektrod, wykonanych z różnych metali. Przy bardzo krótkich łukach stopień jonizacji był do pewnego stopnia zależny od rodzaju materiału elektrod, a mianowicie jonizacja była stosunkowo większa przy elektrodach z materiałów względnie łatwotopliwych (miedź), niż przy trudnotopliwych (wolfram). Natomiast przy łukach dłuższych, rzędu długości, występujących w wyłącznikach wysokiego napięcia, wpływ materiału elektrody zniknął zupełnie. Z powyższego wynikałoby, że wpływ par metalu jest naogół znikomy i że dla stopnia termojonizacji miarodajną jest krzywa dla gazów czystych ( $V_i = 15$  V). Termojonizacja jest wtedy minimalna, a główną przyczyną jonizacji jest jonizacja uderzenia, powodowana przez elektrony. Nie wdając się w rozstrzygnięcie, która z tych dwóch teorii jest słuszna, możemy stwierdzić w każdym razie z pewnością, że głównymi przyczynami jonizacji są: wysoka temperatura i elektrony, poruszające się z wielką szybkością dzięki działaniu pola elektrycznego. Pozatem pary metalu będą zawsze w mniejszym lub większym stopniu wpływać na wzrost stopnia jonizacji.

Teraz możemy sobie przedstawić już dokładnie zjawisko przerywania prądu w wyłączniku. Przy przejściu prądu przez zero łuk gaśnie, pozostawiając między elektrodami kolumnę gorącego, silnie zjonizowanego gazu, o dużej przewodności. W chwili zgaśnięcia łuku znikają oba czynniki, powodujące jonizację, a więc temperatura spada, znika też jonizacja uderzenia. Wobec braku tych dwóch czynników zaczyna się rekombinacja jonów i elektronów na elektrycznie obojętne atomy. Zmniejsza się ilość jonów w przestrzeni i rośnie jednocześnie jej wytrzymałość dielektryczna. Równocześnie jednak, jak powiedziano wyżej, powraca napięcie między kontaktami wyłącznika i usiłuje zapalić na nowo łuk. Zaczyna się niejako walka między temi dwoma czynnikami: napięciem, które, wzrastając z coraz to większą siłą, usiłuje zapalić łuk, i rosnącą wytrzymałością dielektryczną gazu. Zależnie od tego, który z tych dwóch procesów postę-

puje szybciej — wzrost powracającego napięcia czy też dejonizacja przestrzeni między elektrodami, łuk zapali się ponownie lub pozostanie zgaszony. Ponieważ, jak już powiedziano wyżej, nie wpływamy naogół na szybkość powrotu napięcia, musimy się starać o przyspieszenie procesu dejonizacji, t. j. przyspieszyć proces znikania jonów w przestrzeni między elektrodami po pierwszym zgaśnięciu łuku. Jest to podstawą wszystkich konstrukcyjnych nowoczesnych wyłączników.

Należy zaznaczyć, iż przedstawiony tu obraz wyścigów między napięciem powracającym i wzrastającą wytrzymałością dielektryczną gazu jest — być może — zbyt uproszczony; prawdopodobnie wzrost wytrzymałości dielektrycznej gazu rozpoczyna się już przed zgaśnięciem łuku przy przejściu prądu przez zero; są to jednak szczegóły, nie zmieniające zasadniczo przedstawionego tu przez nas obrazu — rozważanie ich zaś przekraczałoby ramy niniejszego artykułu.

Zbadanie przyczyn ponownego zapalania się łuku nasuwa samo przez się pomysły zapobiegania temu. Najprostszym rozumowaniem, nasuwającym się w tym przypadku będzie następujące: Jeśli gaz między elektrodami jest zjonizowany i przewodzący, to najlepiej usunąć go mechanicznie z pomiędzy elektrod, wypchnąć go prosto i wtłoczyć między elektrody na jego miejsce materiał o dobrych własnościach izolacyjnych. Na tem rozumowaniu oparło się G.E.C., budując wyłącznik, w którym w chwili przejścia prądu przez zero wtryskuje się pomiędzy kontakty strumień oleju pod ciśnieniem, usuwający z pomiędzy kontaktów zjonizowany gaz i zastępujący go warstwą oleju.

Drugi sposób: Jeśli głównym źródłem jonizacji jest wysoka temperatura (termojonizacja), to należy łuk w chwili przejścia prądu przez zero silnie ochłodzić, a jednocześnie usunąć z przestrzeni między elektrodami pary metalu. Można to osiągnąć, kierując na łuk ze wszystkich stron silny strumień powietrza lub innego gazu pod ciśnieniem, które odpowiednio chłodzi łuk — jest to myśl przewodnia wyłączników na sprężone powietrze (A. E. G., Delle), zbliżoną jest też teoria wyłącznika z kratą dejonizacyjną firmy „Westinghouse“.

Trzeci pomysł: Jeśli za główną przyczynę jonizacji uznamy jonizację uderzenia, to, aby uniemożliwić ponowne zapalenie się łuku, należy uniemożliwić elektronom ich działalność destrukcyjną. Jeśli uda nam się powiększyć masę elektronu, to nie osiągnie on pod wpływem pola elektrycznego tak dużej szybkości i nie zdoła przy zderzeniu rozbić atomu. Można to osiągnąć, wprowadzając elektrony w chwili przejścia prądu przez zero w atmosferę nasyconej (mokrej) pary wodnej. Elektrony, jak stwierdziło doświadczenie, przylegają łatwo do cząstek pary wodnej (klejenie). Masa takiej cząsteczki pary wodnej jest setki tysięcy razy większa od masy elektronu. Tak obciążony elektron nie będzie mógł nabrać szybkości, wystarczającej dla rozbitcia atomu; w ten sposób zniknie przy powrocie napięcia możliwość powstawania nowych jonów pod wpływem jonizacji uderzenia i łuk nie zapali się ponownie. Parę wodną wytworzyć może z wody sam łuk, dużą zaś jej wilgotność można osiągnąć, powodując z chwilą przejścia prądu przez zero i zgaśnięcia łuku jej ekspansję adiabatyczną. Powyższe rozumowanie jest podstawą teorii wyłącznika wodnego ekspansyjnego (Siemens, A. E. G., B. B. C.).

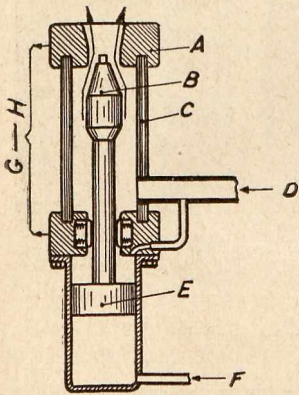
Jak widać, wychodzimy w każdej z trzech teorii z innych założeń i dochodzimy też do różnych rozwiązań. W dalszym ciągu powrócimy jeszcze do zastosowania wyżej przytoczonych teorii do poszczególnych konstrukcyjnych. Trzeba zaznaczyć, iż dla tych samych konstrukcyjnych wyłączników mamy różne teorie, tłumaczące ich działanie (np. wy-

łącznik wodny). W obecnej chwili niemożliwym jest jednak jeszcze rozstrzygnąć, która z teorii jest słuszna.

Przechodząc teraz do rozważenia poszczególnych konstrukcji wyłącznikowych, zauważymy, że konstruktorzy europejscy i amerykańscy poszli różnymi drogami. Amerykanie pozostali naogół przy wyłącznikach olejowych, skracając w nich znacznie czas trwania łuku, co pociąga za sobą mniejsze opalenie się kontaktów, lepszy stan oleju, mniejsze ciśnienia w kotle, mniejsze wymiary i wagi. Tą drogę obrali również konstruktorzy angielscy i część francuskich. Wyłączniki tego typu poza inną konstrukcją kontaktów i mniejszymi wymiarami nie różnią się naogół od starych wyłączników olejowych. Konstruktorzy niemieccy i szwajcarscy poszli dalej i, dążąc jednocześnie do usunięcia wielkiego zła, jakim jest olej w ogóle w rozdzielniach w budynkach, a duże ilości jego w rozdzielniach na powietrzu, stworzyli typy wyłączników całkowicie bez oleju lub — dla bardzo wysokich napięć — z nieznaczną jego ilością.

Rozpatrzymy najpierw konstrukcje bezolejowe i z małą zawartością oleju.

a) *Wyłączniki na sprężone powietrze (A. E. G.)* schematycznie jest przedstawiony na rys. 6. Zaciski dla odprowadzenia i doprowadzenia prądu znajdują się po lewej stronie w punktach, oznaczonych strzałką. Kontakt stały wykonany jest w formie dyszy, zamykanej przez kontakt ruchomy. Wyłącznik



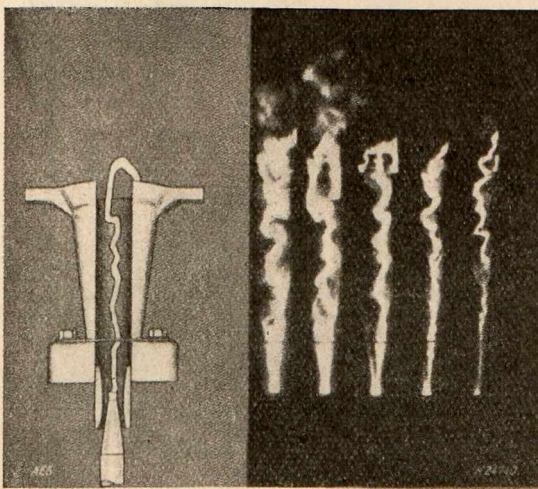
Rys. 6.

uruchamiany jest sprężonym powietrzem, które służy także do gaszenia łuku. Przerwanie obwodu odbywa się w sposób następujący: Przez otwarcie (ręcznie lub elektrycznie) odpowiedniego zaworu zostaje otwarty dopływ powietrza do wyłącznika przez rurę. Pod wpływem ciśnienia powietrza opada tłok i kontakty się rozłączają, jednocześnie silny strumień powietrza zostaje ze wszystkich stron skierowany na łuk. Włączanie odbywa się

odrywa się od kontaktu ruchomego i zostaje wydmuchnięty. Oddawanie ciepła przez atmosferę łuku strumieniowi gazu chłodzącego odbywa się głównie przez przewodność cieplną. Mogłoby wydawać się dziwnym, iż w ciągu krótkiego czasu gaszenia łuku atmosfera jego może oddać strumieniowi gazu chłodzącego znaczne bądź co bądź ilości ciepła. Tłomaczy się to przede wszystkim niezwykle szybkim spadkiem temperatury w strefie zetknięcia się łuku ze strumieniem powietrza chłodzącego (strefa druga i trzecia na rys. 4). Poza tym należy wziąć pod uwagę, iż przewodność cieplna gazów jest przy wyższych temperaturach kilka a nawet dla niektórych gazów kilkanaście razy wyższa od przewodności w temperaturze normalnej. Zjawisko to daje się wytlomaczyć w sposób następujący. W atmosferze łuku znajdują się cząstki gazowe w stanie zdysocjowanym dzięki wysokiej temperaturze łuku. Cząstki te przez dyfuzję przedostają się do otaczającego strumienia zimnego powietrza i tu łączą się znowu w molekuly. Proces ten powoduje przytem wyłazywanie się ciepła. Naodwrot cząstki zimnego gazu dostają się w ten sam sposób do łuku i tu dysocjują pod wpływem wysokiej temperatury, pobierając przytem z łuku potrzebną ilość ciepła, gdyż proces ten jest w przeciwieństwie do poprzedniego endotermiczny. Rzecz jasna, iż zjawisko to wpływa silnie na przyspieszenie procesu oddawania przez atmosferę łuku ciepła strumieniowi powietrza chłodzącego.

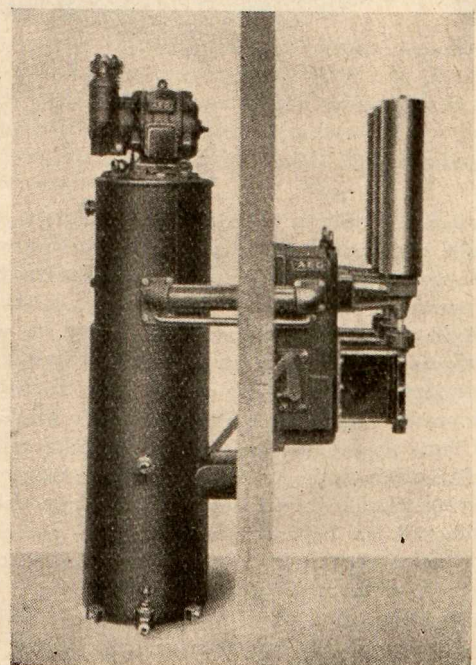
W wyłączniku powietrznym moc odłączalna jest proporcjonalna do przekroju dyszy, przewodności właściwej gazu chłodzącego i ciśnienia tego gazu. Tak np. według doświadczeń A.E.G. moc odłączalna wyłącznika zwiększa się ok. 2,6 razy, jeśli zamiast powietrza zastosować do gaszenia łuku dwutlenek węgla, którego średnia przewodność właściwa (cieplna) w granicach 0—6000° C jest mniej więcej 2,5 razy większa od przewodności powietrza. Podobne rezultaty otrzymano dla innych gazów.

Stosując się do potrzeb rynku, A.E.G. buduje 3 typy wyłączników: mały i tani wyłącznik o mocy 100—250 MVA, pracujący powietrzem o ciśnieniu 7—9 at, typ średni dla rozdzielni w budynkach do 30 kV o mocy odłączalnej ok. 500 MVA, pracujący przy ciśnieniu 12—16 at, wreszcie typ napowietrzny na napięcia 60—100 kV o mocy odłączalnej ok.



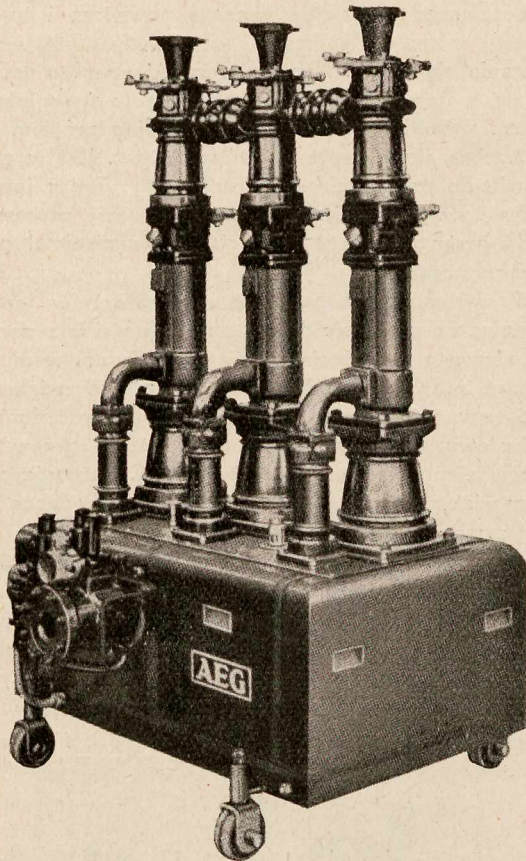
Rys. 7.

też zapomocą sprężonego powietrza. Na rys. 7 widzimy gaszący łuk w ostatnich jego stadiach. Z lewej strony rysunku widzimy kontakt stały i ruchomy i łuk ze wszystkich stron otoczony strumieniem chłodzącego powietrza. Z prawej strony ostatnie zdjęcia przed zgaśnięciem łuku, który staje się coraz cieńszy, zwłaszcza u podstawy, i wkońcu



Rys. 8.

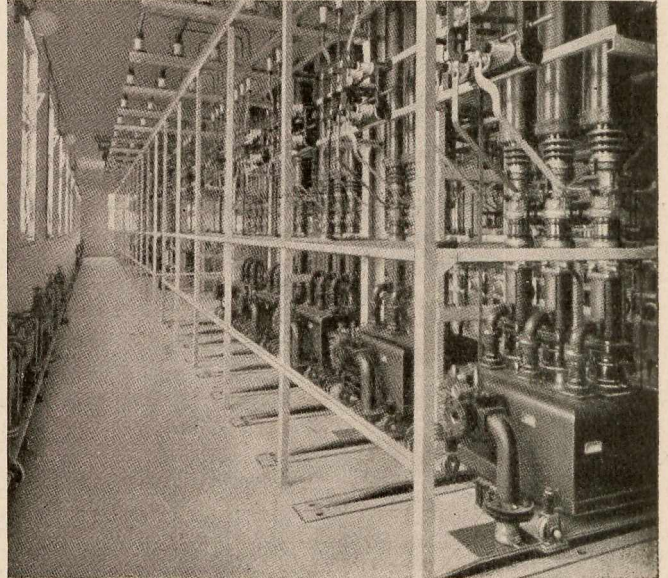
1000—2500 MVA. Te ostatnie wyłączniki pracują przy ciśnieniach 17—20 at. Na rys. 8 widzimy mały wyłącznik o mocy odłączalnej ok. 200 MVA i na 10 kV. Kompresor i zbiornik zapasowy na sprężone powietrze są tu ustawione przy wyłączniku. Dolny kontakt jest ruchomy, górny — wykonany w postaci dyszy. Dopływ powietrza sprężonego odbywa się przez widoczną na rysunku grubą rurę między zbiornikiem i wyłącznikiem oraz przez puste wewnątrz górne izolatory. Aby zmniejszyć dość silny huk, powodowany przez sprężone powietrze przy wyłączaniu, zastosowano specjalne tłumiki w postaci rur, widoczne na rysunku u góry wyłącznika. W stanie wyłączonym przerwa między kontaktem stałym i ruchomym jest widoczna, co jest wielką zaletą tych wyłączników (tę samą zaletę mają wyłączniki wodne). Następny rysunek 9 pokazuje wyłącznik większego typu na 500



Rys. 9.

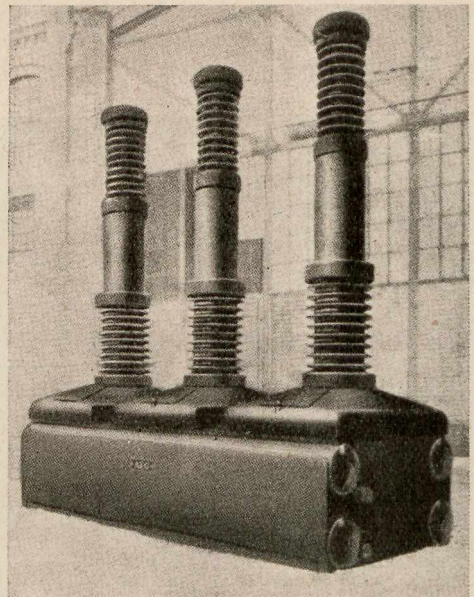
MVA. Powietrze dopływa tu do znajdujących się u góry dysz przez grube rury, znajdujące się po lewej stronie wyłącznika i puste wewnątrz izolatory wsporcze. Wewnątrz tych izolatorów poruszają się kontakty ruchome w postaci prętów, napędzanych przez wspólny wał, znajdujący się w dolnej części wyłącznika. Pokazany na rysunku wyłącznik jest na prąd nominalny 1 000 A. Bardzo ciekawe jest, że może on być w bardzo prosty i tani sposób zastosowany do prądów większych. W tym celu dobudowuje się specjalne odłączniki, przyłączone równolegle do kontaktów głównych, a umocowane na samym wyłączniku. Dla wyłącznika na 3 000 A np. dobudowuje się odłącznik na 2 000 A, dla 5 000 A — odłącznik dodatkowy na 4 000 A i t. d. Przy wyłączaniu otwierają się najpierw odłączniki, przez krótką chwilę (ok. 0,1 sek.) płynie pełny prąd przez kontakty główne wyłącznika, które mogą wytrzymać tak znaczne przeciążenie w ciągu tego krótkiego okresu czasu, poczem otwierają się kontakty główne wyłącznika i obwód zostaje ostatecznie przerwany.

Przy włączaniu zjawisko przebiega w odwrotnej kolejności. W ten sposób istnieje możliwość opanowania wyłącznikiem na 1000 A prądów dużo większych (do 6000 A). Taka sama konstrukcja jest stosowana również przy wyłącznikach wodnych. Na rys. 10 widzimy takie same wyłączniki, jednak za-



Rys. 10.

opatrzone już w tłumiki, zainstalowane w rozdzielni w elektrowni w Wiedniu. Warto zaznaczyć, że rozdzielnia ta wyposażona jest wyłącznie w wyłączniki powietrzne i wodne i nie posiada ani jednego wyłącznika olejowego. U dołu widać tu grube rury, któreimi sprężone powietrze z jednej centralnej sprężarki dopływa do poszczególnych wyłączników w rozdzielni. Następny rys. 11 pokazuje wyłącznik na 100



Rys. 11.

kV. Konstrukcja jego przypomina konstrukcję wyłącznika, opisanego poprzednio. W dolnej części wyłącznika oprócz wspólnego wału napędowego dla kontaktów ruchomych wszystkich trzech faz i odpowiednich elementów napędowych znajdują się także 4 zbiorniki dla sprężonego powie-

trza, służące jednocześnie do usztywnienia całej konstrukcji. Zarówno dla wyłączników, rys. 10, jak i 11, stosuje się jedną centralną sprężarkę dla całej rozdzielni, co wymaga sieci rur, doprowadzających sprężone powietrze do poszczególnych wyłączników. Ze względu na wysokie ciśnienie (12—20 at) sieć rurociągów winna być wykonana starannie i utrzymana w dobrym stanie.

Wyłączniki powietrzne buduje również wytwórnia francuska „Delle”. Pracują one powietrzem o niskim ciśnieniu (do kilku atmosfer), co jest ich dużą zaletą. Różnią się od

wyłącznika A.E.G. również tem, że kierunek strumienia powietrza jest prostopadły do kierunku ruchu kontaktów. Poza to stosowane są oporniki, włączane automatycznie równolegle i w szereg z lukiem.

Wyłączniki na sprężone powietrze dla trąkacji buduje również B.B.C. „Westinghouse” także buduje do 15 kV bardzo ciekawy typ wyłącznika powietrznego. Opis dokładny tych wszystkich bardzo ciekawych zresztą konstrukcyj nie jest jednak możliwy w tym artykule.

(C. d. n.)

---

## Z DZIEDZINY ELEKTRYFIKACJI.

---

### Podania o uprawnienia.

Wpłynęły podania:

**woj. warszawskie:** Związku Elektryfikacyjnego Międzykomunalnego woj. warszawskiego „ZEMWAR” o udzielenie uprawnienia rządowego na zakład elektryczny do wytwarzania, przetwarzania, przesyłania i rozdzielania energii elektrycznej na obszarze: *woj. warszawskie*, powiaty: płocki łącznie z m. Płockiem, gostyński, kutnowski, łowicki, skierniewicki i rawski oraz miasto Sochaczew i gminy: Iłów, Młodzieszyn, Rybno, Chodaków i Kozłów Biskupi pow. Sochaczewskiego; *woj. łódzkie:* miasto Główno, gminy Kratoszewice i Dmosin pow. brzezińskiego. Prąd — zmienny, sieć — napowietrzna; czas trwania uprawnienia — 40 lat;

**woj. białostockie:** Szyji Lepaka i Motela Szczupakiewicza o udzielenie uprawnienia na zakład elektryczny do wytwarzania i rozdzielania energii na obszarze, objętym granicami osady Czyżew w gminie Dmochy — Glinki pow. wysoko-mazowieckiego; prąd — stały 220 V, pobierany z elektrowni zakładu przemysłowego Szyji Lepaka i Motela Szczupakiewicza w Czyżewie; sieć — napowietrzna; czas — 25 lat;

**woj. kieleckie:** Sp. Akc. „Elektrownia Okręgowa w Zagłębiu Dąbrowskiem” o udzielenie uprawnienia na zakład elektryczny do przesyłania energii elektrycznej z obszaru uprawnienia Nr. 194 do obszaru, objętego granicami gmin wiejskich: Zagórze, Olkusko - Siewierska, Łagisza, Grodziec, Bobrowniki pow. będziń-

skiego oraz do przetwarzania, przesyłania i rozdzielania energii na tym obszarze; prąd — trójfazowy, sieć — napowietrzna, czas trwania uprawnienia — do 1972 r.

### Zmiana warunków uprawnienia.

W dn. 16 stycznia r. b. zostały zmienione warunki, przewidziane w §§ 75, 76 i 80 uprawnienia rządowego Nr. 36, nadanego m. Lublinowi.

Maksymalne opłaty za prąd wynosić mają na napięciu niskim za kWh dla światła gr. 75, dla siły — gr. 33, na wysokim napięciu kWh dla światła gr. 66, dla siły — gr. 28; opłaty ryczałtowe: od lampki 40 W zł. 2,44 w lutym, marcu, kwietniu, sierpniu, wrześniu i październiku, zł. 1,64 w maju, czerwcu, lipcu i zł. 3,28 w listopadzie, grudniu i styczniu.

Zamiast obowiązku uprawnionego udzielania każdemu abonentowi opustu w zależności od ilości godzin użytkowania mocy przyłączonych odbiorników uprawnionemu przysługuje prawo ustalania sposobu udzielania opustów i ich wysokości według swego uznania z tem jednak zastrzeżeniem, aby wysokość kwoty, faktycznie pobranej przez uprawnionego za energię elektryczną, sprzedaną odbiorcom w przeciągu roku sprawozdawczego, była przynajmniej o piętnaście procentów niższa od kwoty, którą uprawniony uzyskałby przy stosowaniu taryf maksymalnych.

Opłaty maksymalne za energię elektryczną, jak również kwoty pieniężne, wyszczególnione w §§ 61 i 93 są zależne od zmian cen węgla i złota w ten sposób, że zmianie ceny węgla o 1% odpowiadać będzie zmiana opłat o 0,50 procentu i zmianie ceny złota o 1% odpowiadać będzie zmiana opłat o 0,40 procentu.

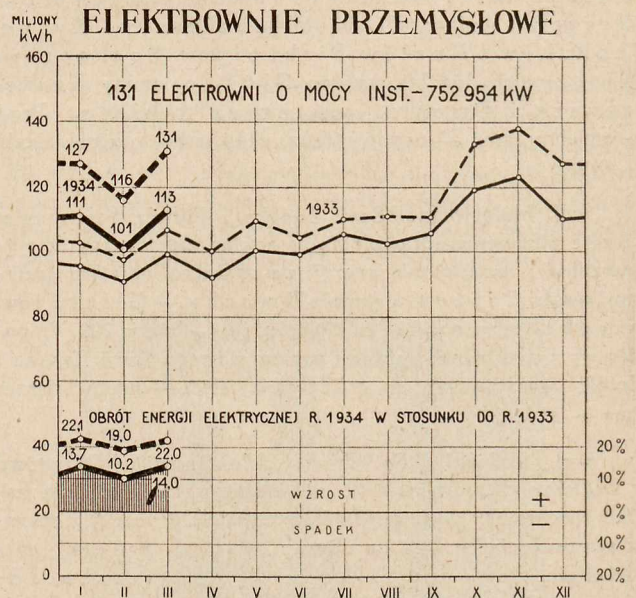
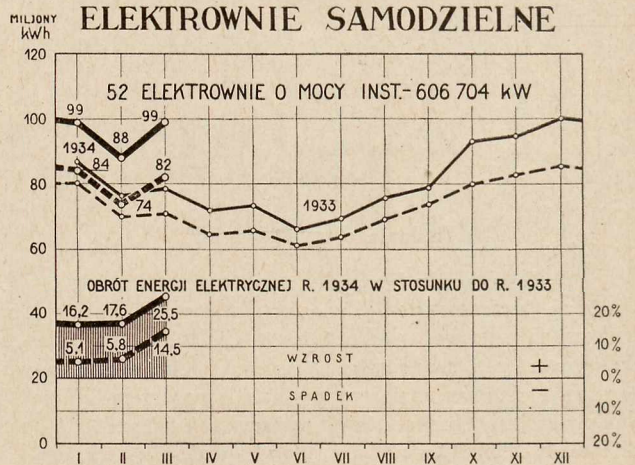
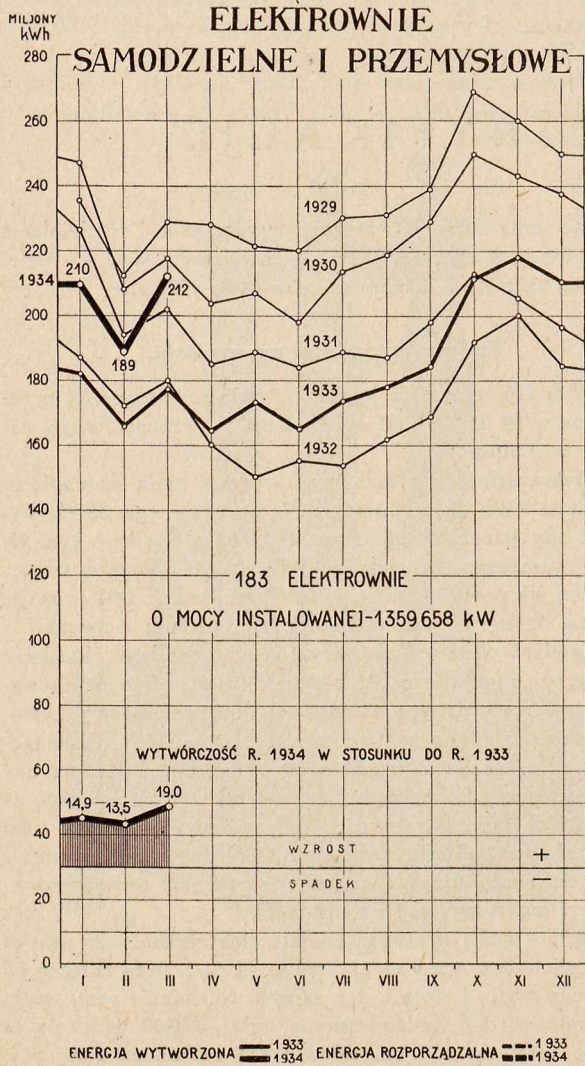
MINISTERSTWO PRZEMYSŁU I HANDLU  
BIURO ELEKTRYFIKACJI  
STATYSTYKA ELEKTRYCZNA

Rok V

MIESIĘCZNY OBRÓT ENERGJI ELEKTRYCZNEJ

Marzec 1934

Elektrownie (183) o mocy instalowanej ponad 1000 kW (ok. 92% wytwórczości)



ELEKTROWNIE o mocy instalowanej ponad 1000 kW	Liczba zakładów	Moc instalowana kW	Własna wytwórczość	Wymiana energii z innymi elektrowniami		Rozporządzalna energia ogółem rb. (4+5-6)
				otrzymano	oddano	
1	2	3	4	5	6	7
<b>I + II</b>	<b>183</b>	<b>1 359 658</b>	<b>211 427</b>	<b>53 162</b>	<b>51 874</b>	<b>212 715</b>
<b>I Samodzielne</b>	<b>52</b>	<b>606 704</b>	<b>98 899</b>	<b>15 020</b>	<b>31 991</b>	<b>81 928</b>
1) Okręgowe . . . . . O	22	350 594	61 075	12 871	30 262	43 684
2) Lokalne . . . . . L	28	242 530	35 461	1 297	1 729	35 029
3) Trakcyjne . . . . . T	2	13 580	2 363	852	—	3 215
<b>II W zakładach przemysłowych</b>	<b>131</b>	<b>752 954</b>	<b>112 528</b>	<b>38 142</b>	<b>19 883</b>	<b>130 787</b>
1) Kopalnie węgla . . . . . W	41	370 796	59 759	12 910	19 017	53 652
2) Huty . . . . . H	14	97 585	16 599	11 507	866	27 240
3) Fabryki włókiennicze . . . . . Wł	15	40 374	8 387	401	—	8 788
4) Fabryki chemiczne . . . . . Ch	14	110 773	11 951	13 105	—	25 056
5) Cukrownie . . . . . Ck	19	45 168	77	17	—	94
6) Papiernie . . . . . P	6	28 929	10 046	52	—	10 098
7) Cementownie . . . . . Cm	8	33 411	2 992	34	—	3 026
8) Pozostałe zakłady przemysłowe R	14	25 918	2 717	116	—	2 833

## MIESIĘCZNY OBRÓT ENERGJI ELEKTRYCZNEJ

ELEKTROWNIE (70) O MOCY INSTALOWANEJ POŃAD 5 000 kW

(Ok. 80% wytwórczości)

Marzec 1934

Nr.	MIEJSCOWOŚĆ — NAZWA ZAKŁADU	Moc instalowana		Największe (szczytowe) obciążenie (czas trwania 15 min.) kW	Własna wytwórczość	Wymiana energii z innymi elektrowniami		Rozporządzalna energia ogółem rb. (5+6-7)
		kVA	kW			otrzymano	oddano	
1	2	3		4	6 1 000 kWh		8	
	Ogółem (elektrownie ponad 5 000 kW) . . . . .	1 466 713	1 131 435	—	183 472	36 788	50 653	169 607
1	Będzin—Małobądz—Elektrownia Okręgowa w Zagłębiu Dąbrowskiem . . . . . O	31 800	23 500	8 200	2 573	723	1 397	1 899
2	Białystok—Białostockie Tow. Elektryczności . . . . . L	9 780	7 500	3 050	1 136	—	—	1 136
3	Borysław — Podkarpackie Tow. Elektryczne . . . . . O	14 000	11 200	(5 min.) 3 500	1 137	—	—	1 137
4	Brzeszcze—Kopalnia „Brzeszcze” . . . . . W	6 275	5 000	2 050	860	—	—	860
5	Buchacz—Radzionków—Kopalnia „Radzionków” . . . . . W	10 780	8 655	—	—	493	—	493
6	Bydgoszcz—Elektrownie { I (nowa) . . . . . L	8 750	7 050	2 230	910	—	459	451
		II (stara) . . . . . L	2 230	1 910	—	—	459	—
7	Chorzów—Śląskie Zakłady Elektryczne . . . . . O	94 000	76 000	22 900	7 983	9 930	6 108	11 805
8	Chorzów—Zjedn. Fabr. Związków Azotowych . . . . . Ch	81 300	55 200	—	—	12 823	—	12 823
9	Chrzanów—Kop. błyszczu ołowiu „Matylda” . . . . . R	6 500	5 200	—	—	2	—	2
10	Chwałowice—Kopalnia „Donnersmarck” . . . . . W	13 450	10 760	6 800	2 405	—	1 928	477
11	Czechowice—Żebracze—Zakłady Gór. „Silesia” . . . . . O	27 847	17 900	5 600	2 491	—	1 045	1 446
12	Czerwionka—Kopalnia „Dębieńsko” . . . . . W	10 500	8 400	2 800	1 611	—	—	1 611
13	Częstochowa — Elektrownia Okręgu Częstochowskiego . . . . . O	16 735	10 700	3 600	1 820	—	5	1 815
14	Częstochowa—Towarzystwo Przędzalnicze „La Czenstochovienne” . . . . . Wł	6 350	5 100	2 112	621	—	—	621
15	Dąbrowa Górnicza—Kopalnia „Paryż” . . . . . W	16 850	13 600	3 300	1 708	—	—	1 708
16	Dąbrowa Górnicza—Huta Bankowa . . . . . H	8 696	7 096	4 100	1 867	44	593	1 318
17	Goeszów—Goesz. Fabr. Portland-Cementu . . . . . Cm	7 580	6 056	—	—	34	—	34
18	Grodzic—Kopalnia „Grodzic II” . . . . . W	13 700	10 975	4 850	2 118	—	—	2 118
19	Grudziądz — Miejskie Tramwaje, Elektrownia i Wodociągi . . . . . O	8 380	6 800	2 200	274	493	30	737
20	Janów—Kopalnia „Giesche”, szyb „Carmer” . . . . . W	34 780	27 100	16 800	11 029	—	8 171	2 858
21	Jaworzno—Kopalnia „Piłsudski” . . . . . W	23 925	19 120	9 900	2 211	—	525	1 686
22	Jaworzno—Fabryka elektrochemiczna „Azot” . . . . . Ch	12 500	6 250	—	—	276	—	276
23	Jeziorna—Mirkowska Fabryka Papieru . . . . . P	7 250	6 000	2 401	1 408	3	—	1 411
24	Kalety—Fabryka celulozy i papieru „Natronag” . . . . . P	6 695	5 075	1 345	1 006	—	—	1 006
25	Kalisz—Elektrownie { I (nowa) . . . . . O	5 250	4 200	1 270	481	—	—	481
		II (stara) . . . . . O	1 520					
26	Kamień—Kopalnia „Andaluzja” . . . . . W	9 320	8 320	2 000	1 211	76	9	1 278
27	Katowice—Bogucice—Kopalnia „Ferdynand” . . . . . W	15 265	12 325	2 400	1 038	—	—	1 038

Energja rozporządzalna, w rozumieniu tej statystyki, jest to energja wytworzona brutto, łącznie z energją otrzymaną od innych elektrowni, po potrąceniu oddanej również elektrowniom. Innymi słowy, jest to energja, którą rozporządza elektrownia po dokonanej wymianie energii z innymi elektrowniami.

Górne krzywe na wykresach po stronie prawej wykazują porównawczo energję wytworzoną i rozporządzalną, natomiast dolne krzywe dają procentowe ujęcie stosunku obrotu 1934 r. do 1933 r.

Podane liczby mogą, w niektórych pozycjach, ulegać późniejszym nieznacznym zmianom.

Nr.	MIEJSCOWOŚĆ — NAZWA ZAKŁADU	Moc instalowana		Największe (szczytowe) obciążenie (czas trwania 15 min.) kW	Własna wytwórczość	Wymiana energii z innymi elektrowniami		Rozporządzalna energia ogółem rb. (5+6-7)	
		kVA	kW			otrzymano	oddano		
1	2	3		4	5	6	7	8	
						1 000 kWh			
28	Katowice-Brynów—Kopalnia „Wujek” . . . . . W	15 500	12 000	4 200	1 771	—	689	1 082	
29	Katowice-Załęże—Kopalnia „Kleofas” . . . . . W	10 815	8 940	1 400	663	2	—	665	
30	Knurów—Kopalnia „Knurów” . . . . . W	9 375	7 500	—	—	2 362	—	2 362	
31	Kostuchna—Kopalnia „Boer” . . . . . W	9 043	7 243	—	—	1 465	—	1 465	
32	Kraków—Elektrownia w Krakowie . . . . . L	19 880	15 700	8 694	2 749	249	—	2 998	
33	Królewska Huta—Huta Królewska . . . . . H	9 380	5 200	2 150	1 129	255	—	1 384	
34	Libiąż Mały—Kopalnia „Janina” . . . . . W	8 115	6 620	1 100	532	—	—	532	
35	Lublin—Elektrownia w Lublinie . . . . . L	7 250	5 800	1 500	573	—	—	573	
36	Lwów—Miejskie Zakłady Elektr. we Lwowie . O	31 380	25 900	9 100	3 237	—	—	3 237	
37	Łaziska Górne—Zakłady „Elektro” . . . . . O	110 125	87 100	48 000	31 162	—	20 167	10 995	
38	Łaziska Średnie—Kopalnia „Szczęść Boże”. . W	6 625	5 300	—	—	688	—	688	
39	Łódź—Elektrownia Łódzka . . . . . L	93 890	70 750	28 800	12 749	—	1 184	11 565	
40	Łódź—Fabr. Wyrob. Bawełn. „J. K. Poznański” Wł	7 500	6 000	5 050	1 734	44	—	1 778	
41	Łódź-Widzew—„Widzewska Manufaktura” . . Wł	7 730	6 180	5 371	1 775	113	—	1 888	
42	Mościce—Zjedn. Fabr. Związków Azotowych . Ch	31 125	24 900	9 300	6 358	—	—	6 358	
43	Mysłowice—Kopalnia „Mysłowice” . . . . . W	16 222	12 992	4 200	1 730	—	—	1 730	
44	Myszków—Fabr. papieru „Steinhausen i Saenger” P	11 190	8 950	7 100	4 188	—	—	4 188	
45	Niemce—Kopalnia „Juljusz” . . . . . W	11 875	9 500	4 600	2 016	—	—	2 016	
46	Nowa Wieś—Kopalnia „Hillebrand” . . . . . W	10 880	8 800	—	—	1 393	—	1 393	
47	Nowy Bytom—Huta „Pokój” . . . . . H	18 380	12 910	6 200	2 956	2 092	252	4 796	
48	Ostrowiec—Zakłady Ostrowieckie . . . . . H	7 590	5 070	2 700	519	18	—	537	
49	Piaski-Czeladź—Kopalnia „Czeladź” . . . . . W	17 435	13 960	5 000	2 363	—	722	1 641	
50	Poznań—Elektrownie	I (nowa) . . . . . L	25 000	20 000	7 000	2 459	80	65	2 474
		II (stara) . . . . . L	13 005	10 000	—	—	—	—	—
51	Pruszków—Elektrownia Okręgu Warszawskiego O	43 450	31 500	8 200	2 870	—	43	2 827	
52	Pszów—Kopalnia „Anna” . . . . . W	31 000	24 800	9 500	4 470	28	1 770	2 728	
53	Radlin—Kopalnia „Emma” . . . . . W	17 880	14 300	2 300	835	1 697	34	2 498	
54	Ruda—Elektrownia „Mikołaj” . . . . . W	21 000	16 800	8 400	4 124	—	1 594	2 530	
55	Rydułtowy—Kop. „Charlotte”, szyb „Leo” . . W	14 200	11 360	6 500	2 677	73	1 951	799	
56	Siemianowice—Kopalnia „Richter” *) . . . . W	25 900	19 760	9 500	4 481	—	678	3 803	
57	Siersza-Wodna—Elektrownia Okręgowa w Zagłębiu Krakowskim . . . . . O	32 140	22 500	6 100	2 289	—	2	2 287	
58	Sosnowiec-Sielce—Elektr. Gwar. „Hr. Renard” W	11 000	9 200	3 300	622	593	44	1 171	
59	Szczakowa—Fabr. Portland-Cem. „Szczakowa” Cm	8 750	7 000	1 650	286	—	—	286	
60	Świętochłowice—Kopalnia „Niemcy” . . . . . W	10 445	8 750	5 600	1 947	21	190	1 778	
61	Świętochłowice—Huta „Falwa” . . . . . H	64 660	51 000	18 000	8 768	20	21	8 767	
62	Tomaszów-Wilanów—Tom. Fabr. Sztucz. Jedw. Ch	8 270	6 615	3 550	1 977	—	—	1 977	
63	Warszawa—Elektrownia Warszawska . . . . . L	79 000	57 900	28 100	9 305	—	15	9 290	
64	Warszawa—Elektrownia Tramwajów Miejskich T	12 900	12 900	6 120	2 363	15	—	2 378	
65	Wilno—Elektrownia w Wilnie . . . . . L	6 725	5 350	2 500	779	—	—	779	
66	Włocławek—Kujawska Elektrownia Okręgowa O	7 250	5 800	1 450	476	—	49	427	
67	Wojkowice Komorne—Kopalnia „Jowisz” . . W	21 380	17 100	7 600	2 856	—	712	2 144	
68	Wysoka—Fabr. Portland-Cementu „Wysoka” . Cm	9 800	7 840	3 600	1 553	—	—	1 553	
69	Zgierz—Elektrownia Zgierska . . . . . L	10 845	7 179	2 950	1 047	—	—	1 047	
70	Żur—Zakład wodno-elektryczny w Żurze . . O	8 800	8 200	5 000	1 186	224	201	1 209	

\*) Od listopada 1933 r. zmieniono nazwę: kopalnia „Huta Laura” na — kopalnia „Richter”.



# Z ŻYCIA ORGANIZACYJ.

## STOWARZYSZENIE ELEKTRYKÓW POLSKICH.

### KOMUNIKATY.

1. *Zaproszenie Pana Prezydenta Rzeczypospolitej na VI Walne Zgromadzenie S. E. P.* Prezydium Stowarzyszenia w osobach pp.: Prezesa Alfonsa Kühna, pierwszego Wiceprezesa Tadeusza Czaplickiego i Sekretarza Generalnego Józefa Podoskiego zostało przyjęte w dniu 2 maja b. r. na audjencji przez Pana Prezydenta Rzeczypospolitej, prof. dr. Ignacego Mościckiego.

Pan Prezydent zechciał przyjąć zaproszenie Prezydium S. E. P. do wzięcia udziału w otwarciu Walnego Zgromadzenia S. E. P. w Krakowie oraz pokazu krajowej wytwórczości elektrotechnicznej, zorganizowanego z okazji Walnego Zgromadzenia w Gmachu Akademii Górniczej.

2. *Zaproszenie pp. Ministrów na Walne Zgromadzenie S. E. P.* Prezes Stowarzyszenia p. Alfons Kühn oraz Sekretarz Generalny zaprosili w imieniu Stowarzyszenia na VI Walne Zgromadzenie S. E. P. pp. Ministrów: Przemysłu i Handlu, Komunikacji, Poczty i Telegrafów oraz II-go Wiceministra Spraw Wojskowych.

3. *Przekazanie „Organizacji Gospodarki Światłej (O. G. S.) Stowarzyszeniu Elektryków Polskich.*

Dnia 16 kwietnia b. r. odbyły się Walne Zgromadzenia Stowarzyszenia „Organizacji Gospodarki Światłej”, na których uchwalono wniosek o likwidacji tego Stowarzyszenia i o przekazanie jego agend oraz całego majątku Stowarzyszeniu Elektryków Polskich, które wyraziło zgodę na prowadzenie dalej prac „O. G. S.”, jako organu Stowarzyszenia.

Z dniem 1 maja Stowarzyszenie przejęło „Organizację Gospodarki Światłej” i włączyło ją do organów S. E. P.

Wcielenie „O. G. S.” do Stowarzyszenia Elektryków było wynikiem naturalnej potrzeby, jaką ta pożyteczna i zasłużona instytucja oddawna odczuwała, a mianowicie oparcia swej działalności na mocnych podstawach stowarzyszenia naukowo-technicznego o charakterze powszechności i zupełnej bezstronności, jakim jest S. E. P.

4. *Przekazanie Stowarzyszeniu Biblioteki Oddziału Warszawskiego S. E. P.*

Walne Zebranie członków Oddziału Warszawskiego S. E. P. uchwaliło jednomyślnie ofiarować Bibliotekę, będącą własnością Oddziału, całemu Stowarzyszeniu, jednocześnie w dalszym ciągu opodatkowując członków Oddziału na rzecz tej Biblioteki.

Znamienna ta uchwała stołecznego Oddziału stanowi przykład należytego pojmowania zadań stowarzyszonych elektryków w stosunku do ogółu. Należy ufać, że pozostałe Oddziały w miarę możliwości przyczynią się również do dalszego rozwoju Biblioteki S. E. P.

W tym celu powołana przez Zarząd Główny Komisja Biblioteczna S. E. P. pod przewodnictwem kol. Bolesława Jabłońskiego, opracuje regulamin biblioteczny, dostosowany do potrzeb całego Stowarzyszenia oraz ustali zasady jak-najbliższej współpracy z Oddziałami.

5. *Ulgi dla członków S. E. P. przy nabywaniu wydawnictw E. S. Č.*

Elektrotechniczny Związek Czechosłowacki (E. S. Č.) przyznał członkom Stowarzyszenia Elektryków Polskich 50% rabatu przy nabywaniu wszelkich wydawnictw E. S. Č. za pośrednictwem Sekretariatu Generalnego S. E. P. Również przy prenumeracie „Elektrotechnicznego Obzoru” członkowie S. E. P. płacić będą 82,40 koron czeskich rocznie, zamiast 113,90 koron.

Ze swej strony Stowarzyszenie przyznało członkom E. S. Č. takie same ulgi przy nabywaniu wydawnictw Stowarzyszenia, z jakich korzystają członkowie S. E. P.

### UZUPEŁNIENIE PROGRAMU ODCZYTÓW.

#### ODDZIAŁ WARSZAWSKI

**Piątek, dnia 18 maja**

Prof. G. Sokolnicki: „*Myśli krytyczne w dziesięciolecie ustawy elektrycznej*”.

**Wtorek, dnia 22 maja**

Inż. I. Hornziel: „*Postępy w budowie akumulatorów żelazo-niklowych*”.

**Wtorek, dnia 29 maja**

p. T. Korn (asystent Państwowego Instytutu Telekomunikacyjnego): „*Technika filmów dźwiękowych*”.

Odczyt ilustrowany będzie przezroczami.

Odczyty odbędą się w lokalu *Organizacji Gospodarki Światłej ul. Królewska Nr. 11.*

#### Sekcja Radjotechniczna.

**Środa, dnia 23 maja**

I. Inż. J. Gurtzman: „*Pomiary wysokości warstw Kennelly - Heaviside'a*”.

II. Inż. B. Starnecki: „*Nowy aparat samopiszący do goniometrowania trzasków atmosferycznych*”.

Odczyt odbędzie się w lokalu *S. E. P. ul. Czackiego 3 m. 3.*

Początek wszystkich odczytów o godz. 20-ej. Członkowie S. E. P. upoważnieni są do wprowadzania na zebranie gości.

Podajemy do wiadomości Szanownych Kolegów, iż od dnia 15 stycznia r. b. Biblioteka Stowarzyszenia otwarta jest codziennie (prócz niedziel i świąt (w godzinach od 9-ej do 15-ej oraz

*popołudniu od 18-ej do 20-ej.*

Popołudniu dyżuruje w Bibliotece Kolega Arnold Spaet.

#### ODDZIAŁ ŁÓDZKI.

##### Zgłoszenia na członków zwyczajnych:

Marczenko Jan, Łódź, ul. Przejazd 37 m. 1.

#### ODDZIAŁ POZNAŃSKI.

##### Zgłoszenia na członków zwyczajnych:

Bogdanowicz Stanisław, Poznań, ul. Zakręt 5.

Dombrowski Konrad, Poznań, ul. Wierzbicięce 30 m. 30.

#### ODDZIAŁ WARSZAWSKI.

##### Zgłoszenia na członków zwyczajnych:

Hupert Juliusz, Warszawa, ul. Zimorowicza 4 m. 5.

Smoliński Adam, Warszawa, ul. Czerwonego Krzyża 21/23 m. 10.

Szczekowski Janusz, Warszawa, ul. Stalowa 18 m. 5.

##### Przyjęci na członków zwyczajnych:

Stańczuk Marjan, Warszawa, Kolonja Kościuszki, ul. Turmoncka 7.

Wolski Stanisław, Warszawa, ul. Wspólna 38 m. 16.

#### ODDZIAŁ WYBRZEŻA MORSKIEGO.

##### Zgłoszenia na członków zwyczajnych:

Dankiewicz - Lakajaszwili Benjamin, Gdynia, ul. Warszawska 46.

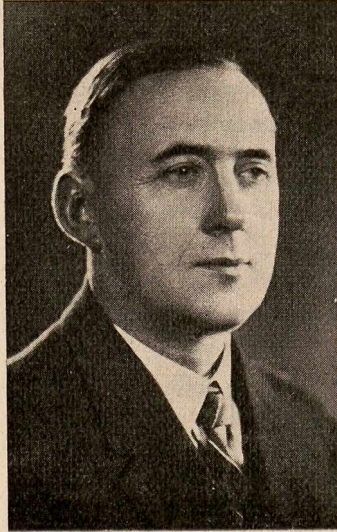
#### ZARZĄD GŁÓWNY.

##### Zgłoszenie członka zbiorowego:

Fabryka Przewodów Elektrotechnicznych „Virunit” Sp. z o. o. Warszawa, Nalewki 2a.

Na walnem Zgromadzeniu S. E. P. reprezentować będą pp. Jerzy Żelazo i Aleksander Piotrowski.

## Ś. P. Inż. ANTONI MIKLASZEWSKI.



Skromnie, bez rozgłosu, a z dużym dla kraju pożytkiem pracował ś. p. inżynier Antoni Miklaszewski.

Strata, jaką poniósł polski świat elektrotechniczny z Jego śmiercią, jest niemała. Zmarły bowiem łączył w sobie głęboką wiedzę fachową z zamiłowaniem do pracy, wysokim poczuciem obowiązku i sumiennością.

Urodzony w Warszawie w 1884 roku, brał czynny udział w strajku szkolnym. Dyplom inżynierski uzyskał w r. 1912 w Liège (Institut Electro-

technique Montéfiore). Po internowaniu przez Niemców w czasie wojny światowej, pracował kolejno u Siemens'a i Ganz'a, pogłębiając swą wiedzę i zdobywając doświadczenie.

W czasie wojny z bolszewikami, wstąpił do armii czynnej, w której walczył na froncie do końca wojny.

Od roku 1926 pracował ś. p. inż. Miklaszewski w Biurze Elektryfikacji dawniej Ministerstwa Robót Publicznych, następnie Ministerstwa Przemysłu i Handlu, gdzie pozostał aż do śmierci. Na stanowisku tem pracował nad przepisami elektrotechnicznymi w charakterze sekretarza b. Polskiego Komitetu Elektrotechnicznego, z kolei jako przedstawiciel Ministerstwa w Centralnej Komisji Normalizacji Elektrotechnicznej S. E. P. Był również delegatem M. P. i H. do Polskiego Komitetu Oświatleniowego.

W pracach przepisowych Stowarzyszenia Elektryków Polskich udział ś. p. Zmarłego był nader czynny. Śród innych prac dokonał tłumaczenia na polski pierwszego wydawnictwa przepisów niemieckich.

Organizował udział Biura Elektryfikacji w szeregu wystaw, poczynając od Powszechnej Wystawy Krajowej w Poznaniu, kończąc na zeszłorocznej Wystawie S. E. P. w Warszawie. Opatentował kilka wynalazków oraz opracowywał m. innymi aparat do pomiarów sadzi, zainstalowany przez S. E. P. w Zakopanem.

Swą cichą, wytrwałą pracą zdobył sobie ogólne uznanie i powszechny szacunek. Odszedł w sile wieku, bo licząc zaledwie 49 lat, pozostawiając po sobie prawdziwy żal tych wszystkich, którzy się z nim stykali.

Cześć Jego pamięci!

## PRZEMYSŁ I HANDEL.

## Produkcja i zbył artykułów elektrotechnicznych w styczniu 1934 r.

Produkcja 25 głównych artykułów elektrotechnicznych w styczniu r. b. oceniona była na 4625 tys. złot., a więc wynosiła 87% produkcji grudniowej ub. roku, a 103,5% przeciętnej miesięcznej 1933 r. W załączonym zestawieniu pierwsza rubryka wskazuje wytwórczość w styczniu b. r. w tys. złot., druga — procentowy stosunek jej do produkcji po-

Nazwa towaru	1000 zł	%	%
Maszyny elektryczne . . . . .	260	101	101
Przetwornice . . . . .	18	36	67
Transformatory . . . . .	138	81	134
Akumulatory i ich części . . . . .	399	90	113
Ogniwa i części . . . . .	303	63	120
Urządzenia rozdzielcze . . . . .	49	60	116
Skryzynki przyłączowe . . . . .	47	86	120
Wyłączniki olejowe . . . . .	15	25	37
Bezpieczn., drobna armatura rozdziel. i instalacyjna . . . . .	276	99	115
Liczniki energii elektrycznej . . . . .	120	164	133
Rury izolacyjne i części . . . . .	94	108	82
Świeczniki, żyrandole i t. p. . . . .	117	64	72
Urząd. i przyrządy domow. użytku . . . . .	53	104	120
Przyrządy elektromedyczne . . . . .	19	300	59
Aparaty telefonicz. i centralki . . . . .	84	44	36
Sprzęt pomocn. i części zapasowe . . . . .	154	68	220
Żarówki elektryczne . . . . .	808	94	119
Przewodniki gołe . . . . .	121	148	100
Przewodniki izolow. nieobłożwione . . . . .	461	115	118
" ołożwione . . . . .	386	89	77
Porcelana elektrotechniczna . . . . .	140	167	156
Radiosprzęt:			
Aparaty detektorowe . . . . .	—	—	—
" lampowe . . . . .	388	65	190
Kondensatory . . . . .	94	102	171
Transformatory . . . . .	81	101	220
Razem . . . . .	4624		

przedniego miesiąca, trzecia — to samo w stosunku procentowym do przeciętnej wytwórczości ub. roku.

Wskutek zmniejszenia się produkcji w styczniu najczęściej ucierpiały w kolejności strat: wyłączniki olejowe, przetwornice, aparaty telefoniczne i centralki, urządzenia rozdzielcze, ogniwa i części; zyskały: przyrządy elektromedyczne, porcelana elektrot., liczniki, przewodniki gołe.

Zbył artykułów elektrot. w styczniu wyniósł 4254 tys. złot., t. j. 371 tys. złot. w towarach (ok. 8% całej produkcji) pozostało na składzie.

## Zatrudnienie i stan zamówień w lutym 1934 r.

Liczba czynnych zakładów elektr., ilczących 20 i więcej robotników, pozostała w lutym na poziomie styczniowym. Zatrudnionych było ogółem 5501 robotników, czyli 106% liczby styczniowej, z tych przy produkcji 94,5%. Przepracowano ogółem 223 268 godzin tygodniowo, t. j. 119% ilości styczniowej, przyczem na 1 robotnika przypadało 43,1 godz. pracy tygodniowo. Pod względem zużytkowania sił roboczych przemysł elektrotechniczny zajmował 8-me miejsce pośród 16 ważniejszych gałęzi przemysłu, mając przed sobą przemysły: naftowy, papierniczy, młynarski, reklamy, porcelanowy, garbarski i metalowy.

Stan zamówień doznał dość znacznego pogorszenia, gdyż w liczbach względnych wyrażał się: w lutym 33 r. — 112,5, w styczniu 34 r. — 186,9, w lutym 34 r. — 145,9.

## Przywóz do Polski artykułów elektrotechnicznych w lutym 1934 r.

W lutym b. r. sprowadzono do Polski ogółem 230,95 t artykułów elektrot. o wartości 1281 tys. złot., a więc 65,5% wagi, a 81% wartości styczniowej. Poszczególne pozycje przywozu przedstawiały się, jak następuje: (trzecia rubryka wskazuje stosunek %-owy wartości przywozu w lutym do tychże cyfr w styczniu r. b.

	q	1000 zł.	%
Maszyny el. wirujące: prądnice silniki, przetwornice i t. p. o wadze sztuki powyżej 500 kg . . . . .	145	63	79
Maszyny el. wirujące: prądnice, silniki, przetwornice i t. p. o wadze sztuki 500 kg i mniej . . . . .	60	65	57,5
Magneto, induktry telefoniczne . . . . .	3	23	1150
Maszyny z nieodłączanym napędem el.: el.-wentylatory, wiertarki, el.-dźwigi, odkurzacze, sygnały akustyczne . . . . .	18	46	124
Pompy głębinowe . . . . .	0,4	1	—
Transformatory . . . . .	18	12	52
Elektromagnesy, cewki, sprzęgła, podnośniki el.-magnet. i t. p. przyrządy i ich części . . . . .	0,4	2	40
Prostowniki i ich części . . . . .	3	17	170
Maszyny do spaw. el. do nagrzew. nitów, piece el. do kartow., wyżarzania, topienia, podgrzew., przemysłowe, laboratoryjne . . . . .	17	27	159
Akumulatory el., baterje i ogniwa galw. . . . .	11	4	67
Aparaty i przyrz. el. do włączania, przeryw. zabezpiecz. regulow. i rozdziału prądu . . . . .	50	112	146
Kondensatory . . . . .	30	34	189
Wskaźniki i mierniki el. przyrządy el. laboratoryjne, pomiarowe . . . . .	7	43	88
Liczniki energii elektr. . . . .	2	5	45,5
Lampy łukowe, projektory el. . . . .	1	2	200
Żarówki elektr. . . . .	15	77	55
Lampy katodowe . . . . .	14	117	80
Lampki elektryczne . . . . .	0,4	14	74
Przyrządy el. do podgrzew., gotow. i t. p. użytku domowego lub technicznego . . . . .	26	18	75
<b>Aparaty i przyrządy.</b>			
Telefoniczne . . . . .	109	274	94
— do sygnaliz. el. oprócz kolejowej, ich części, dzwonki bateryjne i indukcyjne, numeratory, przyciski . . . . .	0,3	1	—
— telegraficzne . . . . .	—	0,2	—
— radiowe, ich części . . . . .	14,3	50	51,5
Elektryczne urządzenia kolejowe . . . . .	—	—	—
Przyrządy elektromedyczne . . . . .	5	22	79
Aparaty i przyrządy elektr., ich części . . . . .	3	14	26
<b>Sprzęt elektrotechniczny.</b>			
Isolatory, wyroby ceramiczne do celów elektrot. . . . .	18	17	53
Wyroby prasowane z masy węglow., grafit. do celów elektrotechn. . . . .	1599	121	68
Szczotki do prądnic i silników węglowe, grafit. lub z masy z zawartością nieszlachet. metali . . . . .	1	8	160
Rurki izolacyjne . . . . .	3	2	33
Przewodniki el. z metali nieszlach. izolowane, nieobłożone ołowiem . . . . .	43	24	86
Kable el. obłożone ołowiem . . . . .	48	13	217
Oprawy i czopy mosiężne do wyrobu lamp el. . . . .	7	4	133
Naczynia do akumulat. i przykrywki do nich z materiałów plastycznych sztucznych . . . . .	—	—	—
Wyroby el. z materiałów izolacyjnych z częściami metalowymi . . . . .	21	37	69
Magnesy stalowe . . . . .	17	12	71
	2309,5	1281	

Z wahań poszczególnych pozycji żadnych wniosków wyciągnąć nie można. Absolutna wartość tych obiektów jest zbyt nikła, aby mogły one wpływać w jakimkolwiek stopniu na ukształtowanie się naszego przywozu.

Wartość 1 t sprowadzonych artykułów wzrosła w miesiącu sprawozdawczym do 5 500 zł. wobec 4 500 zł. w miesiącu poprzednim.

### Sprawy celne.

W konsekwencji nowego układu stosunków handlowych pomiędzy Polską a Rzeszą Niemiecką został zniesiony zakaz przywozu z Niemiec niektórych towarów, wyszczególnionych w załączniku Nr. 3 do Rozporządzenia Rady Ministrów z dn. 11.X.33 (Dz. Ust. Nr. 79, 1933). Rozporządzenie powyższe, umieszczone w Nr. 21 Dz. Ust. r. 1934, tyczy się między innymi następujących artykułów elektrotechnicznych: lampy i latarnie do oświetlenia elektr., izolatory niepołączone z częściami metalowymi, wyroby ceramiczne do celów elektrot., rurki izolacyjne z materiałów włóknistych, naczynia do akumulatorów i wyroby z bakelitu.

Wprowadzone zostało cło ulgowe (Dz. Ust. Nr. 25, 1934) na wąskotorowe elektryczne lokomotywy kopalniane w wysokości 35% normalnego cła autonomicznego (pozycja taryfy celnej 1 133 z p. 2 c). Za oclone bez zastosowania tej ulgi przedmioty różnica należności między cłem normalnym i ulgowym może być zwrócona.

Na mocy Rozporządzenia Ministrów: Skarbu, Przem. i Handlu oraz Roln i Ref. Roln. (Dz. Ust. Nr. 36, 1934) wprowadzone zostało na szereg towarów cło ulgowe, którego wysokość w procentach cła normalnego (autonomicznego) podana jest poniżej w zakresie branży elektrotechnicznej:

Niewyrabiane w kraju silniki elektr., sprowadzane przez fabryki obrabiarek do drzewa za pozwoleniem Min. Skar. w porozum. z Min. Prz. i Handl.	%	35
Niewyr. w kraju magneto, dynamostartery, wycieraczki elektr. do szyb za pozw. Min. Skarbu	bez cła	
Niewyr. w kraju cewki samochodowe za pozw. Min. Skarbu	bez cła	
Łącznice telefon. i ich części za pozw. Min. Skarbu		20
Niewyr. w kraju elektrody z masy węglowej oraz ich części za pozw. Min. Skarbu		10
Niewyr. w kraju elektrody grafitowe za pozwol. Min. Skarbu		5
Lokomotywy normalno- i wąskotorowe elektr. za pozw. Min. Skarbu		35
Drut srebrny specjalny t. zw. topikowy o średn. powyżej 0,75 mm do bezpieczników za pozw. Min. Skarbu		20
Takiż drut o grubości 0,75 i mniej		40

Zwrot różnicy należności między cłem normalnym a ulgowym za towary, oclone bez zastosowania powyższych ulg, może być dokonany przy zachowaniu pewnych warunków, wymienionych w zacytowanym rozporządzeniu.

### Elektrownia Okręgu Warszawskiego, Sp. Akc.

#### Sprawozdanie za XIV rok operacyjny (1933)

Rok sprawozdawczy wykazuje w stosunku do roku poprzedniego wzrost sprzedaży energii elektrycznej o 275 606 kWh, czyli o 1,1%. Zauważamy spadek zużycia u wielkich odbiorców siły i w elektrometalurgji, natomiast wzrost w innych grupach odbiorców, dochodzący do 31,3% u odbiorców hurtowych, spowodowany rozpoczęciem w ostatnim kwartale dostawy energii dla Elektrowni w Jabłonie, do 27,3% kolei elektrycznej z powodu uruchomienia nowych linii kolejowych, 13,5% u drobnych odbiorców światła i do 6,5% u drobnych odbiorców siły.

Wpływy eksploatacyjne obniżyły się natomiast o zł. 194 705, czyli o 3,87%, co przypisać należy obniżkom ceny prądu.

**Roboty i wydatki inwestycyjne.** Oddano do ruchu nową turbinę o mocy 15 000 kW, ukończono montaż dwóch kotłów, każdy na 40 t pary na godzinę, urządzeń do nawęglania i chłodni.

Wybudowano: 19 759 m linii o napięciu 15 000 V, łączącej podstację w Łomiankach z siecią Elektrowni w Jabłonie.

nie, 14 348 m różnych linii o napięciu 5 000 V oraz 57 010 m linii niskiego napięcia, częściowo w miejscowościach już zelektryfikowanych, częściowo zaś w nowoprzyłączonych miejscowościach, jak: Jaktorów, Zalesie, Nadarzyn, Służew, Koło, Załuski i Imielin.

Spółka obsługuje obecnie 47 miejscowości, w których rozdziela prąd detalicznie.

Całkowita długość sieci wynosiła z końcem roku sprawozdawczego

109 643 m linii o napięciu 35 000 V  
19 759 m linii o napięciu 15 000 „  
211 659 m linii o napięciu 5 000 „  
420 152 m linii niskiego napięcia

razem 761 213 m linii

i wzrosła w stosunku do roku poprzedniego o 13,6%.

Wartość inwestycji wzrosła w roku sprawozdawczym o zł. 3 270 214,49, pokrytych z pożyczki uzyskanej od Utilities Corporation (Poland) Ltd.

W roku sprawozdawczym wzrosła ilość odbiorców o 2 585, a w tem o 2 494 mieszkań, 83 drobnych odbiorców siły, 7 większych odbiorców i jednego odbiorcę hurtowego — Elektrownia w Jabłonie.

Razem ilość odbiorców wynosiła z końcem roku sprawozdawczego 91 417, w tem:

Mieszkania	Drobni odbiorcy siły	Więksi odbiorcy	Odbiorcy hurtowi
18 779	578	53	7

W roku sprawozdawczym starano się szczególnie o przyłączenie nowych drobnych odbiorców i zwiększanie ich poboru energii przez wykonywanie nowych instalacji oraz sprzedaż grzejników, silników, pomp, armatur oświetleniowych i świeczników na raty. W ten sposób sprzedano:

2 250 grzejników o łącznej mocy 1 220 za zł. 60 489,00  
12 silników o łącznej mocy 33,35 kW za „ 8 214,00  
445 instalacji o 2 107 punktach świetln. za „ 67 451,00  
124 armatury i świeczniki za „ 5 752,00  
Razem za zł. 141 906,00

*Przewidziane roboty na rok bieżący.* Projektuje się budowę 7 100 m różnych odcinków linii napowietrznych i kablowych o napięciu 5 000 V i 27 500 m sieci niskiego napięcia.

*Dane statystyczne za r. 1933* (w nawiasach podany procentowy wzrost lub spadek w stosunku do r. ubiegłego).

Moc zainstalowana w turbinach 31 500 kW.

Największe obciążenie 9 100 (+ 11,8%).

Ilość godzin wyzyskania największego obciążenia 3 460 (— 6,2%).

Wytworzono (kWh)	31 873 200 (+ 6,15)
Własne zużycie	2 741 874 (+ 3,3)
Straty w sieci	3 701 782 (+ 66,6)
Sprzedano	25 429 544 (+ 1,1)
W tem więksi odbiorcy	16 378 266 (— 3,2)
Obce sieci	1 490 566 (+ 31,3)
Koleje	2 384 600 (+ 27,3)
Drobni odbiorcy siły	1 469 372 (+ 6,5)
Mieszkania prywatne	1 974 850 (+ 13,5)
Oświetlenie ulic	662 210 (+ 3,7)
Elektrometalurgia	1 060 680 (— 27,0)
Wpływy eksploatacyjne (zł.)	4 830 480 (— 3,87)
Wydatki	2 838 199 (— 5,36)
Nadwyżka	1 992 281 (— 1,68)

Ilość przyłączonych mieszkań prywatnych 18 779 (+ 15,3)

Ilość obcych sieci rozdziel. pobieran. hurt. 7 (+ 16,6)

Ilość odbiorców silnikowych 578 (+ 16,8)

Ilość odbiorców większych 53 (+ 15,2)

Długość linii 35 000 V w m 109 643 (0),

Długość linii 15 000 V w m 19 759 (0),

Długość linii 5 000 V 211 659 (+ 7,2),

Długość linii 380/220 V 420 152 (+ 15,7).

Ilość stacyj transformatorowych 35/5 kV 12 (+ 9),

Ilość stacyj transformatorowych 15/5 kV 2 (0),

Ilość stacyj transformatorowych 5 000/380/220 V 142 (+ 7).

Moc łączna transformatorów 35/5 kV 21 660 (+ 8,3).

Moc łączna transformatorów 15/5 kV 100 (0).

Moc łączna transformatorów 5 000/380/220 V 22 085 (+ 6,7).

## R Ó Ż N E.

### Stow. inż. mechaników.

Dnia 14 marca r. b. w siedzibie Stowarzyszenia Inżynierów Mechaników Polskich w Warszawie, odbyło się inauguracyjne zebranie Sekcji Inżynierów Spawaczy.

Sekcja Inżynierów Spawaczy powstała jako samodzielna jednostka organizacyjna, do której wstęp mają wszyscy inżynierowie i technicy polscy, interesujący się spawaniem.

Członkowie czynni Stowarzyszenia przyjmowani są do Sekcji Inżynierów Spawaczy na takich asmych prawach, jak członkowie SIMP, t. j. na zasadzie prostego zgłoszenia do

Zarządu Sekcji, gdyż według Regulaminu Sekcji, sam fakt należenia do grona czynnych członków naszego Stowarzyszenia jest dostateczną kwalifikacją na członka czynnego Sekcji Inżynierów Spawaczy.

Do Komitetu Organizacyjnego Sekcji Inżynierów Spawaczy, który w r. b. pełnił funkcje Zarządu, wchodzi pp.: przewodniczący — dyrektor inż. Zygmunt Rytel, wiceprzewodniczący — inż. Zygmunt Dobrowolski, członkowie Zarządu: inż. Stanisław Jabłoński i inż. Michał Skarbiński. Adres Sekretariatu Sekcji: SIMP, ul. Czackiego 5 m. 22, Warszawa.

**PRZEDPŁATA:**  
kwartalnie . . . . . zł. 9.—  
rocznie . . . . . zł. 36.—  
za zmianę adresu  
(znaczkami pocztowymi) gr. 50

Biurowisko Redakcji i Administracji: Warszawa, Czackiego № 5 m. 24, I piętro  
(Gmach Stowarzyszenia Techników), telefon № 690-23.

Administracja otwarta codz. od godz. 9 do 15 w soboty od 9 do 13  
Redaktor przyjmuje we wtorki i piątki od godziny 19-ej do 20-ej.

Konto № 363 Pocztovej Kasy Oszczędności.

**Ceny ogłoszeń  
podaje administracja  
na zapytanie.**

Wydawca: Wydawnictwo czasopisma „Przegląd Elektrotechniczny”, spółka z ograniczoną odpowiedzialnością.